

# **Madala liiklussagedusega teedele katendiprojekteerimisjuhendi loomine lähtuvalt tee kandevõimest (tee tegelikust olukorrast). II osa (metoodika testimine reaalsete objektide peal)**

**ARUANNE**

Vastutav täitja: Sven Sillamäe





## **Madala liiklussagedusega teedele katendiprojekteerimisjuhendi loomine lähtuvalt tee kandevõimest (tee tegelikust olukorrast) II osa (metoodika testimine reaalseste objektide peal)**

### **Tellija:**

Maanteeamet

Aadress: Pärnu mnt 463a, 10916 Tallinn

Kontaktisik: Taavi Tõnts (e-mail: taavi.tonts@mnt.ee)

### **Teostaja:**

Tallinna Tehnikakõrgkool

Aadress: Pärnu mnt 62, 10135 Tallinn

Vastutav täitja: Sven Sillamäe (e-mail: sven@tktk.ee)

Kaastäitja: Margus Vaino

**Töö teostamisel aitasid kaasa:** Karli Kontson (Maanteeamet), Marten Miil (AS Trev-2), West Coast Road Masters Oy (kandevõimemõõtmised FWD-seadmega), Carement Oy (maaradarimõõtmised ja tulemuste interpreteerimine), REIB OÜ ja Eesti Keskkonnauuringute Keskus (geoloogilised uuringud), Raxoest OÜ (katsetused drooniga).

© Maanteeamet, 2017

Töö tellija on Maanteeamet, kuid töö tulemus ei pea olema kooskõlas Maanteeameti seisukohaga ega väljenda Maanteeameti poolt heakskiidetud arvamusi. Vastutus antud dokumendis toodud informatsiooni ja esitatud arvamuste eest lasub täies mahus töö teostajal. Tööd võib vabalt tervikuna tasuta kasutamiseks välja anda või tsiteerida allikale viidates.



## SISUKORD

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| Sissejuhatus .....                        | 4  |
| 1. Vaadeldud teed .....                   | 6  |
| 2. Metoodikate võrdlus.....               | 7  |
| 2.1. Lahenduse koostamise maksumus .....  | 7  |
| 2.2. Koostatud lahenduste võrdlus .....   | 7  |
| 2.3. Kokkuvõte.....                       | 15 |
| 3. Fotogramm-meetria katsetused .....     | 17 |
| 3.1. Katsetus kruusateel .....            | 17 |
| 3.2. Katsetus asfaltteel .....            | 20 |
| 3.3. Kokkuvõte.....                       | 22 |
| Kokkuvõte.....                            | 23 |
| Summary.....                              | 23 |
| Lisad – koostatud remondilahendused ..... | 24 |

## SISSEJUHATUS

Madala liiklussagedusega teed (enamasti siirdekateendiga või ka pinnasteed) moodustavad ca 86% arenenud maailma teedevõrgust. Eesti riigiteedest moodustavad kõrvalmaanteed ca 12'500 km, mis teeb 75,6% ja mille hulgas on 5'600 km kruusateid (34,1%). Eesti kõrvalmaanteedel toimub umbes 25 % riigiteede liiklusest.

Kõrvalmaanteed on oluliseks osaks riigi infrastruktuurile ning seega tuleb ka nende projekteerimisel ja ehitamisel kasutada põhimõtteid ja nõudeid, mis võimaldavad ökonoomseid lahendusi vältides samas enneaegseid lagunemisi.

Näiteks põhjustavad pinnatud kruusateede liiga madalad kandevõimed kattekihi lagunemist (joonised 1...3), mille parandamine on keerukam ja kulukam, kui oleks kruuskatte puhul. Tee püsimist mõjutavad ka katendikihtide ebaühtlus, halvasti toimiv drenaaž, mõne kihi materjali sobimatu terakoostis, milles (eriti kevadisel ajal) tekivad koormates plastsed deformatsioonid.



Joonis 1. Pinnatud kihti on tekkinud võrkpragunemine, kuna selle alla jäänud kruusatee on olnud liiga madala kandevõimega.



Joonis 2. Tolmuvaba katte all olev kiht ei suuda toetada katet piisavalt, sisse on tekkinud võrkpragu ja peenosis on tunginud läbi pindamise.



Joonis 3. Tee kandevõime on väga madal, katend ei ole dreniiv, mistõttu vesi on kogunenud kattekihi alla.

Olukorra parandamiseks on vaja teha selgeks probleemide põhjused. Käesoleva uuringu eesmärgiks oli koostada juhend, mille aluse näha, mis töid ja mis järjekorras peab tegema ning kuidas leitud andmeid analüüsida saamaks käsitletavast teest vajaliku ülevaate, et koostada sellele kõige optimaalsem remondilahendus. Teine eesmärk oli koostada juhendi alusel mitmele kruusateele remondiplaanid lähtudes tee tegelikust seisukorrast.

## 1. VAADELDUD TEED

Koostatud Kruusateede projekteerimisjuhendi testimiseks vaadeldi ühteteistkümnet eri Eesti paigas olevat teed kogupikkusega 58.867 kilomeetrit, millest kümnele koostati teetööde tehnilised kirjeldused lähtudes nende tegelikust seisukorrast (kõik lahendused on lisatud käesoleva töö lisasse). Vaadeldud teedeks olid:

1. Tee nr. 20161 Eidapere – Kõnnu km 1,99 - 3,28 (1,29 km):
2. Tee nr. 20186 Sipa – Varbola km 0,04 - 14,588 (14,548 km):
3. Tee nr. 20177 Jädivere - Kivi-Vigala km 0,135 - 4,225 (4,09 km):
4. Tee nr. 19241 Suurejõe - Vihtra – Jõesuu km 7,328 – 14,297 (6,969 km):
5. Tee nr. 24188 Karksi-Nuia – Halliste km 2,11 – 9,303 (7,193 km):
6. Tee nr. 22266 Sillaotsa – Kriimani km 3,067 – 4,861 (1,794 km):
7. Tee nr. 22122 Ulila – Laane km 4,811 – 10,979 (6,168 km):
8. Tee nr. 22162 Metsalaane – Kulli km 0,698 – 9,221 (8,523 km):
9. Tee nr. 15119 Jalalõpe – Rava km 4,323 – 8,125 (3,802 km):
10. Tee nr. 13162 Kalma – Avinurme km 0,735 – 3,84 (3,105 km):
11. Tee nr. 15207 Väätsa – Nõmme km 0,368 – 1,753 (1,385 km):

Teel nr. 9 tehti ära kõik vajalikud mõõtmistööd, kuid teele tehti enne katendilahenduse koostamist ära kruusatee remont, mistõttu muutus selle olukord niivõrd, et kogutud andmed ei olnud enam teed iseloomustavad. Tegemist oli kõikidest vaadeldud teedest kõige halvemas seisukorras olevaga, kus oli kevadel ja vihmaperioodidel probleeme läbitavusega, mistõttu ei olnud remondiga võimalik enam kauem oodata.

Kõikide teede liiklussagedus oli väga madal, aasta 2016 liiklusloenduse järgi vahemikus 39...178 AKÖL. Kui ööpäevane keskmine prognoositav liiklussagedus on min. 200 a/ööp, siis hinnanguline remondi tasuvuspiir on 80'000 EUR/kilomeeter, mistõttu oli vaadeldud teede puhul üheks eesmärgiks näha, kas koostatud meetodi alusel ettenähtud tööde ühe kilomeetri prognoositavat remondimaksumust on võimalik alandada.

## 2. METOODIKATE VÕRDLUS

### 2.1. Lahenduse koostamise maksumus

Nimetatud üheteistkümnele teele vajalike seisukorauuringute ja remondilahenduste koostamise maksumus oli ca 60'000 eur + km (sisaldas taustainfo kogumist, tee kevadisi ülevaatusi, kandevõimemõõtmisi FWD-seadmega iga 50 m tagant, maaradarimõõtmisi ja geoloogipunktide võtmisi koos pinnaseproovide analüüsiga vastavalt eelnevatele vaatlustele ja mõõtmistele ning koondanalüüsi ja tee remondilahenduste koostamist). Uuringute ja remondilahenduste maksumus ühe kilomeetri kohta on seega suurusjärgus 1000 EUR/km (+km), kuid see sõltub mahust ehk vaadeldava(te) tee(de) pikkus(t)est.

Kui kõikide teede remondilahendused oleks koostatud tavapärasel viisil ehk võttes geoloogiapunktid vastavalt Maanteeameti Geotehniliste pinnaseuuringute juhendile iga 50 m tagant, oleks pidanud kõikidelt objektidelt võetama kokku 1177 puurauku, mille kogumaksumus on ca 100'000 EUR + km. Tegemist on vaid geoloogilise uuringu maksumusega, millele lisandub veel andmeanalüüs ja lahenduse koostamine, mille hinnanguline maksumus on ca 50'000 EUR+km, mis teeb kogumaksumuseks ca 150'000 EUR+km ja ühe kilomeetri maksumuseks ca 2550 EUR/km (+km). Siia juurde võib lisanduda veel täiendavaid kulusid nagu geodeesia ning tegelikkuses võib analüüsi maksumus olla ka suurem.

Seega, koostatud juhendi alusel on ühe kilomeetri kruusatee remondilahenduse koostamise maksumus ca 1000 EUR/km, kuid Geotehniliste pinnaseuuringute juhendile põhineva remondilahenduse koostamise maksumus ca 2500 EUR/km (summadele lisandub käibemaks). Täpsed hinnad sõltuvad uuringute mahust.

### 2.2. Koostatud lahenduste võrdlus

Kõik koostatud juhendi alusel leitud remondilahendused on lisatud käesoleva aruande lissasse. Kõikidele teedele nähti ette pindamisega tolmuva kate koos muude vajalike töödega, et oleks tagatud teede kandevõimed, mille hulka kuulus teelõikude tugevdamine vastavalt vajadusele. Samuti nähti ette kraavide puhastamised ja kaevamised ning vajadusel raadamine, samuti truupide puhastamised, mahasõitude väljaehitamised ja pindamised.

Koostatud juhendi puuduseks on see, et selle alusel on teede muldkehade laiendamise planeerimine umbmäärane, kuid mitte siiski võimatu. Muldkehade laiendamine nõuab geoloogiapunktide võtmist planeeritava laienduse alt ja projekt tuleb koostada tavapärasel viisil, kuid seda saab planeerida juba uuringute raames – seetõttu on koostatud juhendis ette nähtud ettevalmistustööd ja rõhutatud, et objektivaatluse käigus tuleb teede laiused üle mõõta, kuna Teeregistri andmed ei ole alati korrektsed.

Lisas oleva kümne tee tolmuva kate alla viimine koos kõigi vajalike töödega (sh katendi tugevdamine, kraavide puhastamine/kaevamine, tee maa-ala raadamine, mahasõitude ehitamine jm) maksab hinnanguliselt kokku (maksumus on arvutatud lähtudes teetööde ühikhindade prognoosist) koos käibemaksuga ca 3.75 milj. EUR, mis teeb vaadeldud teede puhul ühe kilomeetri keskmiseks maksumuseks ca 73'000 EUR/km. Välja toodud maksumuse puhul ei ole arvestatud sellega, et teed nr 1, 3 ja 11 vajavad muldkeha laiendamist. Reaalselt sõltub iga tee ja selle ühe kilomeetri remontimise maksumus selle täpsest seisukorrast ja vajalike tööde mahukusest – näidiseks toodud teede ühe kilomeetri remondimaksumused jäid vahemikku ca 56'000...96'000 EUR, kuid kuna teede seisukord oli erinev, ei ole võimalik neid üheselt võrrelda. Iga tee lahendus ja selle maksumus kujunes välja individuaalselt olles mõjutatud järgmistest teguritest:



- kui suures osas on vaja kaevata kraave või kui palju on olemasolevaid, mida peab puhastama;
- raadamistööde maht;
- olemasoleva teekatendi väljaheitamise tase;
- niiskuspakkond ja tee all paiknevad pinnased;
- olemasoleva tee kandevõime ja liikluskoormuse alusel arvatud vajalik kandevõime;
- olemasoleva teekonstruktsiooni seisukord, sh külmakerkeliste kohtade olemasolu ja ulatus;
- olemasoleva tee laius;
- olemasolevate ja uute rajatavate mahasõitude arv.

Kui katendilahendused oleks pidanud leitama vaid geoloogilistele puuraukudele tuginedes, oleks olnud palju ebamäärasust. Samuti ei saa olla kindel, kas teedele oleks leitud niimoodi lahendused, mis ei ole üle- ega aladimensioonitud, vaid just sellised nagu vaja.

Probleem on esiteks selles, et enamasti on kruusateede katendite alla jäänud mullakiht tavaliselt paksusega ca 30...50 cm, kuid uuringu raames leiti mulda ka 1.1 m paksuse kihina. KAPis ei ole võimalik teha arvutust, kui teekatendi alla jääb muld, mistõttu tuleb näha ette kas kihi eemaldamine, igaks-juhuks geovõrgu kasutamise või peab üritama tekitada KAPi arvutuses sellist olukorda, et katendiarvutuses oleks mullakihi olemasoluga arvestatud. Geovõrgu kasutamine ja kihi omaduste muutmine KAPis on keeruline, kuna kui kasutusel ei ole kandevõimeväärtusi, ei teata, missugust mõju muld teekatendile tegelikult avaldab.

Teine probleem on see, et KAPis ei saa arvestada teekatendis paiknevate materjalide käitumisega eri niiskusel, sest materjaliparameetrid on konstandid. Muuta saab vaid niiskuspakkonda, mis mõjutab ainult loodusliku pinnase omadusi.

Kui katendilahendused oleks tulnud leida tuginedes tavapärasele metoodikale kasutades ainult infot geoloogilistest puuraukudest, tulnuks remondilahenduste maksumus hinnanguliselt 20% kallimaks olenevalt tee ja selle ümbruse seisukorrast. Järgnevalt mõningad näited, miks.

### Näide 1

Näite 1 tee katendilahendus koostati geoloogilistele andmetele tuginedes (punkt iga 50 m tagant) ja kandevõimemõõtmise andmeid kasutada ei olnud. Käesoleva projekti jaoks saadi selle tee kandevõimed mõõdetuna peale projektlahenduse koostamist võimaldamaks asjakohast võrdlust.

Valdava osa teelõigust sai võtta kokku selliselt, et teekatend koosnes 40 cm kruusaga kergest saviliivast (sisuliselt optimaalne kruusasegu, mida kasutatakse kruusateede kulumiskihtides), mille all oli 50 cm mulda ja mille all aluspinnaseks kerge saviliiv. Kuna KAPiga taolist olukorda mullakihi tõttu arvutada ei saa, siis esimene lahendus oleks mullakihi eemaldamine, kuid mis kujunenuks liiga kulukaks.

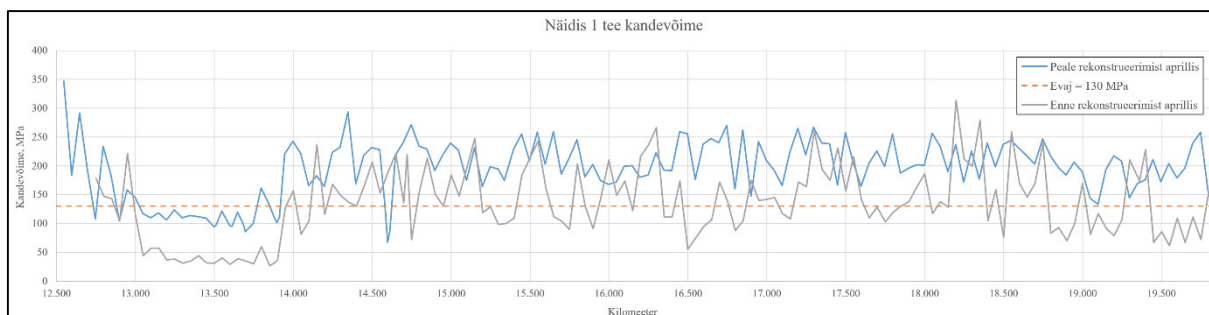
Lahendusena otsustati, et kogu teelõigus kasutatakse geovõrku, kuid ka see osutus liiga kulukaks, mistõttu geovõrgu kasutamise mahtu kärbiti. Lõpuks jäi selgusetuks, et kui kogu lõigu geoloogia on sarnane, siis miks ühel osal teest geovõrku kasutatakse ja teisel mitte – geoloogia andmetele tuginedes seda järeldust teha võimalik ei olnud. Tuginedes kandevõimemõõtmise tulemustele jäi kokkuvõttes geovõrk välja sellisest lõigust, kus seda oleks pidanud kasutama ja kasutati seal, kus seda tegelikult vaja ei olnud.

Võttes aluseks kandevõimemõõtmise tulemused, sai järeldada järgmist:

- geoloogilistele andmetele tuginedes koostatud katend oli võrreldes kandevõimemõõtmise tulemustega ca 30% teelõigu ulatusest üledimensioonitud ja ca 10% ulatuses aladimensioonitud;
- geovõrgu kasutamise mahtu oleks saanud vähendada ca 9000 m<sup>2</sup> võrra, mis oleks võimaldanud vähemalt ca 20'000 EUR kokkuhoidu. Kokkuhoid oleks olnud tõenäoliselt

veelgi suurem, kui katendilahendus oleks leitud puhtalt koostatud juhendi alusel tuginedes peamiselt kandevõimemõõtmise tulemustele.

Kuigi enamuse teelõigu geoloogia oli väga sarnane (juba nimetatud ca 40 cm kruusa ca 50 cm mullakihi), kõikusid kandevõimemõõtmise tulemused suuresti (joonis 4) sõltudes ka sellest, kas mõõtmispunkt oli paremal või vasakul teepoolel.



Joonis 4. Näidise 1 teelõigu kandevõime kevadel enne ja pärast rekonstrueerimist.

Kandevõime mõõdeti uuesti rekonstrueerimisele järgneval kevadel ja tulemuste alusel oli keskmine kandevõime 190 MPa (enne rekonstrueerimist saadi keskmiseks kandevõimeks 130 MPa), kuid samaaegselt tuli selgelt esile nõrga kandevõimega piirkond (projektse lahendusega aladimensioneeritud teelõik), kus keskmiseks kandevõimeks saadi 110 MPa. Mõõtmistulemustest nähtub ka see, et enamasti järgib rekonstrueerimisjärgne kandevõime sama trendi, mis enne ehitustöid.

Kasutades vaid andmeid geoloogiast, saab koostada ainult sellise katendilahenduse, mis tugineb pinnaseomaduste tabelväärtustel, mitte sellele, mis olukorras tee ja seal sisalduvad materjalid tegelikult on.

Toodud näitest nähtub teine probleem – väga levinud on olukord, kui kogu olemasolev kruusatee koosneb optimaalsest kruusasegust, mille arvutuslik e-moodul on 180 MPa. Tegelikuses peab optimaalne kruusasegu kuuluma vaid kruusatee kulumiskihti, mitte alumistesse kihtidesse, kuna materjal sisaldab tavaliselt ca 15% peenosiseid olles tugevalt niiskustundlik, s.t tema tugevusomadused sõltuvad otseselt niiskuse sisaldusest. Kui kruuskate on pehme ülalt pärineva vee tõttu (ehk tulenevalt sademetest), siis pindamisega olukord paraneb, kuna vesi ei pääse enam teekatendisse, kuid kui kruuskate on pehme altpoolt tuleva vee tõttu, siis pindamiskiht olukorda ei paranda, vaid võib isegi halvendada, nagu on juhtunud joonisel 3 kujutatud teega.

## Näide 2

Näidise 2 teelt saadi joonisel 5 kujutatud geoloogiline läbilõige. Esiteks ei ole võimalik seda 45 cm paksuse mullakihi tõttu KAPi sisestada. Teiseks on mullakihi peal oleva kruusliiva e-moodul KAPi järgi 130 MPa, kuid selle peal oleva keskliiva e-moodul 120 MPa, mistõttu ei ole võimalik katendit arvutada. Kuna teekatendi paksus on 70 cm (rohkem, kui kruusateedel tavaliselt), võib projekteerijal olla kiusatus paigaldada siia peale lihtsalt kas freepuru või optimaalne kruusasegu, mis pinnatakse.

Joonisel 6 on näidatud antud punktist võetud teekatete terakoostis, mille alusel on tegemist optimaalse kruusaseguga nr 5, mille e-moodul KAPis on 180 MPa. See teadmine võimaldaks koostada tabelis 1 näidatud katendi, kus mulla asemel on kasutatud süvendis ja 3. niiskuspakkonnas olevat pinnast „D“ (ehk kõige nõrgem olukord, mida KAPis on võimalik ilma tabelväärtusi muutmata tekitada), mille alusel peaks tee kandevõime olema vähemalt 119 MPa (arvestades KAPi tugevusvaru, on kruusatee tugevus igati tagatud).

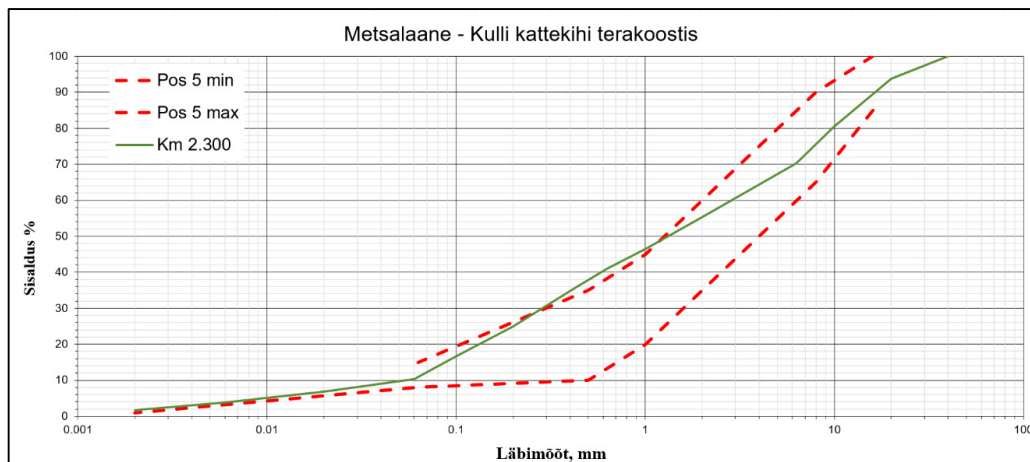
Tegelikult mõõdeti antud punktist kandevõimeks 65 MPa ja vajumikausi analüüs näitas, et kogu teekatend vajub ühtlaselt ehk materjalid on liigniisked. Geoloogia andmed siia juurde võimaldavad järeldada, et vesi tõuseb altpoolt kihtidest üles ja seega pindamine tee olukorda

paremaks ei tee, mistõttu on vajalik teekatendi tugevdamine. Antud lõiku nähti ette kasutada geovõrku, 15 cm kruuspinnast, mille peale kas optimaalne segu või freespuru, mis pinnatakse.

Näite 2 järelendus on see, et optimaalse kruusasegu tugevus (kandevõime) sõltub oluliselt niiskussisaldusest. Selle kohta saab esitada ka näite 3.

|                              |                   |                          |                  |                              |                           |                                                 |            |                                |            |
|------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------|------------|--------------------------------|------------|
| Kaevandi<br>tähtis<br>ja nr. | PA-22162-2.300    | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00             | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 20.06.2017<br>GMI 65 GTT  | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus            | 1.50/-1.50 | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 20.06.2017 |
| X=6458977                    |                   |                          |                  |                              | Y=639218                  |                                                 |            |                                |            |
| Geo.<br>in-<br>deks          | Süga-<br>vus<br>m | Abs.<br>kõrgus<br>m      | Pak-<br>sus<br>m | Geoloogiline<br>lõige        | Proovi<br>(labori<br>nr.) | Pinnase kirjeldus                               |            |                                |            |
| 1                            |                   |                          | 0.50             |                              | 4163                      | Teekate: rohke kruusaga mõllikas keskliiv.      |            |                                |            |
|                              | 0.50              | -0.50                    | 0.20             |                              |                           | Täide: kruusliiv.                               |            |                                |            |
|                              | 0.70              | -0.70                    | 0.45             |                              |                           | Muld                                            |            |                                |            |
|                              | 1.15              | -1.15                    | 0.75+            |                              |                           | Peenliiv: kesktihe, alates 1,5m veeküllastunud. |            |                                |            |
|                              | 1.90              | -1.90                    |                  |                              |                           |                                                 |            |                                |            |

Joonis 5. Näite 2 geoloogia läbilõige.



Joonis 6. Joonise 5 teekatte terakoostis.

Tabel 1. Näite 2 katendi arvutus tuginedes joonisele 5.

| ARVUTUSE KÄIK      |                                                                |                   |                                                        |                                                     |                                                      |                                        |                                           |                                   |         |                                      |
|--------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------|---------|--------------------------------------|
| Kihi nr.           | Kihi nimetus                                                   | Kihi paksus       | Kihi elast-<br>susmoodul<br>$E_{eliv}$<br>arvutamiseks | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>nihkele | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>paindele | Arvutatud<br>tõmbe-<br>pinged $R_{pm}$ | Lubata-<br>vad tõmbe-<br>pinged $R_{lub}$ | Sise-<br>hõõrde-<br>nurk          | Nidusus | Kihtide<br>seotistegur<br>K3         |
| 1                  | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus)           | 50.0              | 180                                                    |                                                     |                                                      |                                        |                                           | 45.0                              | 0.030   | 9.5                                  |
| 2                  | Tm_130 [grSa, CSa - kruusliiv ja jämeliiv, Cu>3]               | 20.0              | 130                                                    |                                                     |                                                      |                                        |                                           | 42.0                              | 0.007   | 7.0                                  |
| ALUS               | D - tolme saviliiv, raske tolme saviliiv, tolme kerge liivsavi |                   | 28.9                                                   |                                                     |                                                      |                                        |                                           | 11.8                              | 0.009   | 1.5                                  |
| ARVUTUSE TULEMUSED |                                                                |                   |                                                        |                                                     |                                                      |                                        |                                           |                                   |         |                                      |
| Kihi nr.           | Kihi nimetus                                                   | Kihi paksus<br>cm | Tugevuse näitaja                                       |                                                     |                                                      |                                        | Üldine<br>elastus-<br>moodul<br>MPa       | Vajalik<br>elastus-<br>moodul MPa |         | Arvutuslik<br>niiskus W1<br>või Warv |
|                    |                                                                |                   | Kriteerium                                             | Nihkepinged                                         | MPa                                                  | Varu %                                 |                                           |                                   |         |                                      |
|                    |                                                                |                   |                                                        | $t_{arv}$                                           | $t_{lub}$                                            |                                        |                                           |                                   |         |                                      |
|                    |                                                                |                   | Üldine elastusmoodul                                   |                                                     |                                                      | 34.7%                                  | 119.10                                    | 130.00                            |         |                                      |
| 1                  | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus)           | 50.0              |                                                        |                                                     |                                                      |                                        | 119.10                                    |                                   |         |                                      |
| 2                  | Tm_130 [grSa, CSa - kruusliiv ja jämeliiv, Cu>3]               | 20.0              | Nihkepinged                                            | 0.0106                                              | 0.0627                                               | 83.1%                                  | 51.77                                     |                                   |         |                                      |
|                    | D - tolme saviliiv, raske tolme saviliiv, tolme ke             |                   | Nihkepinged aluspinnasel                               | 0.0148                                              | 0.0173                                               | 14.5%                                  |                                           |                                   |         | 0.831                                |
|                    | Katendi kogupaksus                                             | 70.0              |                                                        |                                                     |                                                      |                                        |                                           | Parandustegur $\Delta$            |         | 0.000                                |

### Näide 3

Näite 3 teelt saadi joonistel 7, 9 ja 11 olevad geoloogilised läbilõiked, millelt nähtub, et teekatte paksus (tegemist on optimaalse kruusaseguga, kõige pealne kiht oli paigaldatud aastal 2015) on vahemikus 30...50 cm, mille all õhuke mullakiht ja mille all mõlline peenliiv. Juuni keskel (16.06.2017) tehtud geoloogia järgi on pinnasevee tase suhteliselt kõrge, ca 1.1...1.2 m sügavusel teekatte pinnast. Umbes kuu aega varem (16.04.2017) on geoloogiapunktide piirkonnast võetud fotod joonistel 8, 10 ja 12, mis näitavad, et tee on välimuselt tavaline kruusatee, selle ääres on kraavid, mis vajaksid puhastamist ja/või sügavamaks kaevamist.

|                             |                     |                          |                     |                              |                         |                                      |                                                     |                                |            |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| Kaevandi<br>tähis<br>ja nr. | PA-19241-9.650      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 19.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | 1.10/-1.10                                          | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 19.06.2017 |
| X=6492141                   |                     |                          |                     |                              | Y=557516                |                                      |                                                     |                                |            |
|                             | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                                   |                                |            |
| 1                           |                     | 0.40                     | -0.40               | 0.40                         | ①                       | 4180                                 | Teekate: rohke liivaga savine kruus.                |                                |            |
|                             |                     |                          |                     | 0.10                         | ③                       |                                      | Muld: liivane.                                      |                                |            |
|                             |                     |                          |                     | 1.00                         | ⑥                       |                                      | Mõlline peenliiv: tihe, alates 1,1m veeküllastunud. |                                |            |
|                             |                     | 1.50                     | -1.50               |                              | ⑦                       |                                      | Mõllsavi: Liivane mõllsavi, kõva.                   |                                |            |
|                             |                     | 1.90                     | -1.90               | 0.40+                        |                         |                                      |                                                     |                                |            |

Joonis 7. Näite 3 geoloogiapunkt 1.



Joonis 8. Tee olukord geoloogiapunktis 1 mai keskel.

|                             |                     |                          |                     |                              |                         |                                      |                                                           |                                |            |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| Kaevandi<br>tähis<br>ja nr. | PA-19241-10.605     | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 19.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | 1.20/-1.20                                                | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 19.06.2017 |
| X=6491541                   |                     |                          |                     |                              | Y=556853                |                                      |                                                           |                                |            |
|                             | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                                         |                                |            |
| 1                           |                     | 0.50                     | -0.50               | 0.50                         | ①                       | 4181                                 | Teekate: rohke kruusaga mõlline jämeliiv.                 |                                |            |
|                             |                     | 0.70                     | -0.70               | 0.20                         | ③                       |                                      | Muld                                                      |                                |            |
|                             |                     |                          |                     | 0.80                         | ⑥                       |                                      | Mõlline peenliiv: tihe, märg, alates 1,2m veeküllastunud. |                                |            |
|                             |                     | 1.50                     | -1.50               |                              | ⑦                       |                                      | Mõllsavi: Liivane mõllsavi, kõva.                         |                                |            |
|                             |                     | 1.90                     | -1.90               | 0.40+                        |                         |                                      |                                                           |                                |            |

Joonis 9. Näite 3 geoloogiapunkt 2.



Joonis 10. Tee olukord geoloogiapunktis 2 mai keskel.



|                           |                     |                          |                     |                              |                         |                                      |                                                                 |                                |            |
|---------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| Kaevandi<br>tähtis ja nr. | PA-19241-11.300     | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 19.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | 1.20/-1.20                                                      | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 19.06.2017 |
| X=6490922                 |                     |                          |                     |                              | Y=556653                |                                      |                                                                 |                                |            |
|                           | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                                               |                                |            |
| 1                         |                     | 0.15                     | -0.15               | 0.15                         | 1                       | 4182                                 | Teekatte: rohke liivaga savikas kruus.                          |                                |            |
|                           |                     | 0.33                     | -0.33               | 0.18                         | 2                       |                                      | Täide: kruusliiv.                                               |                                |            |
|                           |                     | 0.63                     | -0.63               | 0.30                         | 3                       |                                      | Muld: moolise peenliivaga.                                      |                                |            |
|                           |                     |                          |                     | 0.87                         | 6                       |                                      | Mooline peenliiv: keskthi kuni thi, alates 1,2m veeküllastunud. |                                |            |
|                           |                     | 1.50                     | -1.50               | 0.40+                        | 7                       |                                      | Mõllsavi: Liivane mõllsavi, kõva.                               |                                |            |

Joonis 11. Näite 3 geoloogiapunkt 3.



Joonis 12. Tee olukord geoloogiapunktis 3 mai keskel.

Arvestades geoloogiat saab koostada tabelites 2 ja 3 kujutatud katendid, kus peenliiva asemel on tolmlüiv, mis asub süvendis ja kolmandas niiskuspaikkonnas. Külmarkerkearvutus on korras siis, kui pealmist kattekihti suurendada veel 10 cm võrra ja kaevata kraave sügavamaks, et vee kõrgus oleks maksimaalselt 130 cm teekatte pinnast.

Seega geoloogiaandmetest nähtub, et ei olegi vaja muud teha, kui paigaldada peale veel üks kiht optimaalset kruusasegu või freespuru, mis tuleb pinnata.

Tabel 2. Katendiarvutus geoloogiapunktile 1.

|                                            |                                                      |                   |                                                              |                                                     |                                                      |                                                |                                                     |                                   |                                      |                        |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------|
| Koormussagedus: 11.41 normtelge õöp/rajale |                                                      |                   | Pinnas: B - tolmlüiv                                         |                                                     |                                                      | Arvutusliku koormuse liik: Veoauto A           |                                                     |                                   |                                      |                        |
| Maantee klass: 5                           |                                                      |                   | Tugevustegur: 0.68                                           | Niiskuspaikkond: 3, liigniiske (märg)               |                                                      |                                                | Ratta jälje läbimõõt: 37 cm                         |                                   |                                      |                        |
| Teekatendi liik: Siirdekate                |                                                      |                   | Töökindlustegur: 0.65                                        | Summaarne parandus suhtelisele niiskusele: 0.03     |                                                      |                                                | Erisurve kattede: 0.6 MPa                           |                                   |                                      |                        |
|                                            |                                                      |                   | Normhålbetegur 0.26                                          | L1.T3 p5; +0,03=0.03                                |                                                      |                                                | Koormus: Dünaamiline, 0,85 paarisratas              |                                   |                                      |                        |
| ARVUTUSE KÄIK                              |                                                      |                   |                                                              |                                                     |                                                      |                                                |                                                     |                                   |                                      |                        |
|                                            | Kihi nimetus                                         | Kihi paksus       | Kihi elast-<br>susmoodul<br>E <sub>elk</sub><br>arvutamiseks | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>nihkele | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>paindele | Arvutatud<br>tõmbe-<br>pinged R <sub>max</sub> | Lubata-<br>vad<br>tõmbe-<br>pinged R <sub>lub</sub> | Sise-<br>hõõrde-<br>nurk          | Nidusus                              | Kihtide<br>seotistegur |
| Kihi nr.                                   |                                                      | cm                | MPa                                                          | MPa                                                 | MPa                                                  | MPa                                            | MPa                                                 | Kraad                             | C                                    | K3                     |
| 1                                          | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus) | 40.0              | 180                                                          |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 45,0                              | 0.030                                | 9,5                    |
| ALUS B - tolmlüiv                          |                                                      |                   | 66.1                                                         |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 35.0                              | 0.012                                | 3.0                    |
| ARVUTUSE TULEMUSED                         |                                                      |                   |                                                              |                                                     |                                                      |                                                |                                                     |                                   |                                      |                        |
| Kihi nr.                                   | Kihi nimetus                                         | Kihi paksus<br>cm | Tugevuse näitaja                                             |                                                     |                                                      |                                                | Üldine<br>elastus-<br>moodul<br>Mpa                 | Vajalik<br>elastus-<br>moodul MPa | Arvutuslik<br>niiskus W1<br>või Warv |                        |
|                                            |                                                      |                   | Kriteerium                                                   | Nihkepinged MPa                                     |                                                      | Varu %                                         |                                                     |                                   |                                      |                        |
|                                            |                                                      |                   |                                                              | t <sub>arv</sub>                                    | t <sub>lub</sub>                                     |                                                |                                                     |                                   |                                      |                        |
|                                            |                                                      |                   | Üldine elastusmoodul                                         |                                                     |                                                      | 39.3%                                          | 123.17                                              | 130.00                            |                                      |                        |
| 1                                          | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus) | 40.0              |                                                              |                                                     |                                                      |                                                | 123.17                                              |                                   |                                      |                        |
|                                            | B - tolmlüiv                                         |                   | Nihkepinged aluspinnasel                                     | 0.0284                                              | 0.0461                                               | 38.3%                                          |                                                     |                                   | 0.749                                |                        |
|                                            | Katendi kogupaksus                                   | 40.0              |                                                              |                                                     |                                                      |                                                | Parandustegur Δ                                     |                                   | 0.000                                |                        |



Tabel 3. Katendiarvutus geoloogiapunktile 3.

|                                            |                                                      |                |                                                     |                                           |                                                 |                                         |                                          |                                        |                                |                        |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| Koormussagedus: 11.41 normtelge ööp/raiale |                                                      |                | Pinnas: B - tolmlüiv                                |                                           |                                                 | Arvutusliku koormuse liik: Veoauto A    |                                          |                                        |                                |                        |
| Maantee klass: 5                           |                                                      |                | Tugevustegur: 0.68                                  |                                           | Niiskuspakkond: 3, liigniiske (märg)            |                                         |                                          | Ratta jälje läbimõõt: 37 cm            |                                |                        |
| Teekatendi liik: Siirdekateend             |                                                      |                | Töökindlustegur: 0.65                               |                                           | Summaarne parandus suhtelisele niiskusele: 0.03 |                                         |                                          | Erisurve kattele: 0.6 MPa              |                                |                        |
|                                            |                                                      |                | Normhälbetegur 0.26                                 |                                           | L1.T3 p5; +0,03=0.03                            |                                         |                                          | Koormus: Dünaamiline, 0,85 paarisratas |                                |                        |
| ARVUTUSE KÄIK                              |                                                      |                |                                                     |                                           |                                                 |                                         |                                          |                                        |                                |                        |
|                                            | Kihi nimetus                                         | Kihi paksus    | Kihi elast-susmoodul E <sub>eliv</sub> arvutamiseks | Kihi elast-susmoodul arvutamiseks nihkele | Kihi elast-susmoodul arvutamiseks paindele      | Arvutatud tõmbe-pinged R <sub>max</sub> | Lubata-vad tõmbe-pinged R <sub>lub</sub> | Sise-hõõrde-nurk                       | Nidusus                        | Kihtide seotistegur K3 |
| Kihi nr.                                   |                                                      | cm             | MPa                                                 | MPa                                       | MPa                                             | MPa                                     | MPa                                      | Kraad                                  | C                              |                        |
| 1                                          | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus) | 15.0           | 180                                                 |                                           |                                                 |                                         |                                          | 45.0                                   | 0.030                          | 9.5                    |
| 2                                          | Tm_130 [grSa, CSa - kruusliiv ja jämeliiv, Cu>3]     | 18.0           | 130                                                 |                                           |                                                 |                                         |                                          | 42.0                                   | 0.007                          | 7.0                    |
| ALUS B - tolmlüiv                          |                                                      |                | 66.1                                                |                                           |                                                 |                                         |                                          | 35.0                                   | 0.012                          | 3.0                    |
| ARVUTUSE TULEMUSED                         |                                                      |                |                                                     |                                           |                                                 |                                         |                                          |                                        |                                |                        |
| Kihi nr.                                   | Kihi nimetus                                         | Kihi paksus cm | Tugevuse näitaja                                    |                                           |                                                 |                                         | Üldine elastsus-moodul Mpa               | Vajalik elastsus-moodul MPa            | Arvutuslik niiskus W1 või Warv |                        |
|                                            |                                                      |                | Kriteerium                                          | Nihkepinged MPa                           |                                                 | Varu %                                  |                                          |                                        |                                |                        |
|                                            |                                                      |                |                                                     | t <sub>arv</sub>                          | t <sub>lub</sub>                                |                                         |                                          |                                        |                                |                        |
|                                            |                                                      |                | Üldine elastsusmoodul                               |                                           |                                                 | 23.6%                                   | 109.22                                   | 130.00                                 |                                |                        |
| 1                                          | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus) | 15.0           |                                                     |                                           |                                                 |                                         | 109.22                                   |                                        |                                |                        |
| 2                                          | Tm_130 [grSa, CSa - kruusliiv ja jämeliiv, Cu>3]     | 18.0           | Nihkepinged                                         | 0.0472                                    | 0.0627                                          | 24.8%                                   | 85.76                                    |                                        |                                |                        |
| B - tolmlüiv                               |                                                      |                | Nihkepinged aluspinnasel                            | 0.0318                                    | 0.0461                                          | 31.0%                                   |                                          |                                        | 0.749                          |                        |
|                                            | Katendi kogupaksus                                   | 33.0           |                                                     |                                           |                                                 |                                         | Parandustegur Δ                          |                                        | 0.000                          |                        |

Tegelikkuses on olukord teine. Joonis 2 on võetud käesolevas näites toodud tee eelnevalt pinnatud lõigult (Teeregistri järgi on pindamiskihi all veel ka mustsegu), millest nähtub, et tolmuva kate laguneb, kuna kandevõime ei ole piisav. Kevadise vaatluse käigus saadi joonistel 7...12 käsitletud kohtadest fotod, mis on näidatud joonistel 13...15. Seega tee tegelik olukord ei ole selline, nagu võiks geoloogia põhjal arvata. Tegelikult on tegemist liigniiske paikkonnaga, kuhu ei sobi kasutamiseks teekonstruktsioonis sisalduv optimaalne kruusasegu, mis on teel nähtavate defektide tekke põhjuseks. Ideaalis tuleks materjal täielikult asendada. Muud variandid on kas koos geovõrgu kasutamisega täiesti uue katendi peale ehitamine või olemasoleva kruusa omaduste muutmine näiteks bituumenstabiliseerimise või jämetäitematerjali lisamisega.



Joonis 13. Kevadine olukord geoloogiapunktil 1.



Joonis 14. Kevadine olukord geoloogiapunktis 2.



Joonis 15. Kevadine olukord geoloogiapunktis 3.

#### Näide 4

Näite 4 teelt saadi joonisel 16 kujutatud geoloogiapunkt, mille alusel on mulla peal vaid 23 cm optimaalse terakoostisega teekate. KAPiga taolist olukorda arvutada ei saa ja mullakihi paksus on märkimisväärne, mistõttu katendilahenduse koostamine tavapärasel viisil muudmoodi kui mullakihi eemaldamisega võimalik ei oleks. Teoreetiliselt saaks katendit tugevdada geovõrguga, kuid kuna tee kandevõime või mulla tugevusomaduste osas info puudub, siis seda teha ei saa.

FWD-mõõtmisega saadi antud punktist kandevõimeks 85 MPa. Geoloogia põhjal võinuks eeldada, et taolises olukorras on kandevõime oluliselt madalam – näiteks saadi joonisel 5 kujutatud punktist, kus katendi paksus oli 70 cm, mille all 45 cm mulda, kandevõimeks vaid 65 MPa.

Erinevus tuleb sisse niiskuspäikkonnas – antud puhul on tegemist kuiva päikkonnaga, kuid joonise 5 geoloogiapunkti puhul niiske või liigniiske päikkonnaga. Samuti oli erinevus mulla orgaanikasisalduses – esimesel puhul on orgaanikasisaldus 2.8%, teisel juhul 12.8%, mis annab teise selgituse kandevõime erinevusele.

|                             |                     |                          |                     |                              |                         |                                      |                                                 |                                |            |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| Kaevandi<br>tähis<br>ja nr. | PA-20186-7.035      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 16.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | -                                               | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 16.06.2017 |
| X=6537875                   |                     |                          |                     |                              | Y=520755                |                                      |                                                 |                                |            |
|                             | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                               |                                |            |
| 1                           |                     | 0.23                     | -0.23               | 0.23                         | ①                       | 4118                                 | Teekate: rohke kruusaga mälline keskliiv.       |                                |            |
|                             |                     |                          |                     |                              |                         |                                      | Muld: sisaldab kruusa, alates 0,65m kruusa 20%. |                                |            |
|                             |                     |                          |                     | 1.12                         | ③                       |                                      |                                                 |                                |            |
|                             |                     | 1.35<br>1.50             | -1.35<br>-1.50      | 0.15+                        | ⑨                       |                                      | Moreen: Mälline kruus (jämepeurdmureen), kõva.  |                                |            |

Joonis 16. Näidise 4 geoloogiapunkt.

### 2.3. Kokkuvõte

Kokkuvõttes võib öelda, et kasutades geoloogilisi andmeid ja nende põhjal tehtud katendiarvutust, on oluliselt suurem tõenäosus, et teekatend kas ala- või üledimensioonitakse olenevalt väga mitmetest teguritest, millest peamine on niiskuse.

Üledimensioonimine viib olukorda, et kui teetööde eelarve ületab ettenähtud piiri, hakatakse lahendust kärpima. Kui ei ole andmeid teelõikude tegelikust struktuursest seisukorrast, võib tagajärjeks olla kaootiline kärpimine, s.t kuskilt võetakse midagi ära ja tegelikku põhjendust sellele ei saagi leida (nagu oli juhtunud näidise 1 puhul). Teisalt võib Eesti olemasolevatelt tolmuveadelt katetelt tuua küllaldaselt näiteid (kasvõi sissejuhatustes olevad fotod), kus pindamiskihis on võrkpragu või teekate roopas, mis näitab, et teekatend on aladimensioonitud.

Geoloogilised andmed teele sobiliku katendilahenduse koostamiseks on hädavajalikud, kuid sama oluline on info tee tegelikust seisukorrast, mis saadakse muuhulgas kandevõimemõõtmistega. Geoloogiapunkte ei ole vajadus teha iga 50 m tagant, sobilikud kohad tuleb määrata eelkõige tuginedes kandevõimemõõtmisele ja objekti vaatlusele.

Koostatud Kruusateede projekteerimisjuhendi järgimise peamine miinus on aeg ja vajadus uuringuid ajastada:

- varakevadel tuleb ära teha objekti visuaalne vaatus – muul aastaajal taolist infot ei saada, kuid teatud mõõndustega võib vajaliku info kätte saada ka tee hooldajalt ja kohalike elanikest;
- peale teekatendi ülessulamist peab ära tegema kandevõimemõõtmised. Vajalik on, et teekate oleks täielikult üles sulanud ja (osaliselt) tahenenud. Sobilik aeg mõõtmistöödeks on reeglina aprilli, kuid see oleneb aastast. Kevadega võrreldavad andmed saadakse ka (hilis)sügisel või mõõndustega ka viimasel suvel. Kui kandevõimeid mõõta kuival suvel, tuleb arvestada, et saadud väärtused on kevadega võrreldes ca 30...40% kõrgemad ja kõiki probleemseid kohti ei pruugita üles leida eriti siis, kui teekatend ja/või aluspinnas on savine;
- vajalikud kohad, kus peaks võtma geoloogiapunktid selguvad tavaliselt peale kandevõimemõõtmisi, mistõttu saab kohad määrata kohe, kui kandevõimemõõtmise andmed on analüüsitud;
- maaradarimõõtmine tuleb teha siis, kui teekatend on veelgi enam kuivanud. Sobilik aeg mõõtmistöödeks on reeglina mai või kogu suvi. Arvestama peab, et tolmutõrje tegemise lõikudes on maaradaripilt hägune, mistõttu võiks mõõtmise püüda teha ära siis, kui tolmutõrje on veel tegemata või kui selle toime on suve jooksul vähenenud.

Käesolevas projektis kulus kõikide peatükis 1 loetletud 11 tee (kokku 59 kilomeetrit üle kogu Eesti) ülevaatuses koos objektidele sõitudega aega järgmiselt:

- ettevalmistustööd 2 päeva;
- teede kevadine vaatlus 3 päeva;
- kandevõimemõõtmised 3 päeva;
- maaradariga ülesõit koos tee filmimise ja andmete interpreteerimisega ca 1 nädal;

- geoloogia koos laborianalüüsiga 1 kuu (see oleneb väga palju geoloogide töö mahust, laboriproovide mahust ja laboris ees olevatest töödest);
- andmete koondanalüüs, lahenduste koostamine koos mahuarvutusega ca 1.5 kuud.

Valminud kruusateede projekteerimisjuhendi alusel kruusatee remondilahenduse väljatöötamine algusest lõpuni võtab aega ca 2 kuud, kui alustatakse kohe varakevadel – aprilli alguses tehakse tee vaatlus, aprilli keskel FWD mõõtmine, millele järgneb kohe geoloogia. Mai keskel saab teha maaradari ja mai lõpuks on remondilahendus olemas. Kogudes kokku mitu teed korraga, saab praktiliselt sama ajaga koostada mitme tee lahenduse, kui kõik uurimised ja mõõtmised teha üksteisele järgnevalt.

Tuginedes remondilahendusel vaid geoloogiale, saab puurauke võtta millal iganes kui vaid maapind ei ole jääs, kuid sellisel juhul on puuduseks eelpool nimetatud näited. Võimalik on ka see, et geoloogia puurauke tehakse iga 50 m tagant ja juurde võetakse ka kandevõimemõõtmine, kuid siis läheb uuringu maksumus oluliselt kõrgemaks, mis kvaliteeti proportsionaalselt ei suurenda.



### 3. FOTOGRAMM-MEETRIA KATSETUSED

Ühe võimalusena saamaks teedelt ülevaadet katsetati drooniga (joonised 17 ja 18) fotogrammeetriat, mille abil joonistada välja tee piki- ja põikprofiil ja saada väga detailne ortofoto, millelt nähtuks tee defektid. Selleks võeti üks kilomeetrine kruusatee lõik, millest osa oli metsavahel ja osa lagedal saades tee profiilid AutoCADis koos ortofotoga, mille suurus on 79.2 MB. Teine katsetus tehti ühel kilomeetrisel defektsel asfaltkattega lõigul, millest samuti osa oli metsavaheline eesmärgiga näha, kui hästi on droonilt võetud fotolt tuvastatavad teekattes olevad defektid ja kas meetodit saaks kasutada näiteks inventeerimaks probleemset teelõiku nurga alt, mida muudmoodi ei näe. Saadud ortofoto suurus on 71.9 MB.



Joonised 17 ja 18. Kasutatud droon.

#### 3.1. Katsetus kruusateel

Saadud ortofoto on esitatud joonisel 19 ning erinevatelt kohtadelt suurendatuna joonistel 20...24, millelt on võimalik kruusateed, selle seisukorda ja ümbrust näha detailselt.



Joonis 19. Kogu ortofoto kruusateelt.



Joonis 20. Varjulises kohas on varjud segavaks faktoriks, kuid tee seisukord koos aukudega on siiski hästi nähtav.

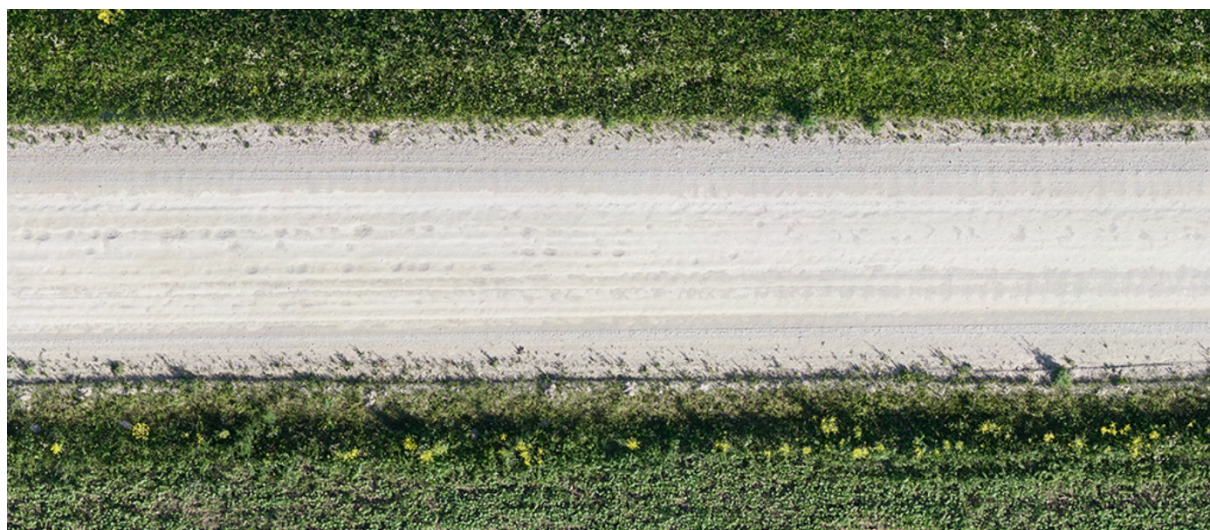




Joonis 21. Varjulises kohas on varjud segavaks faktoriks, kuid tee seisukord koos aukudega on siiski hästi nähtav.



Joonis 22. Foto ristmikust, mis on hästi ülevaatlik ja detailne.



Joonis 23. Koht, kus heas korras teekate läheb üle aukus teekatteks.





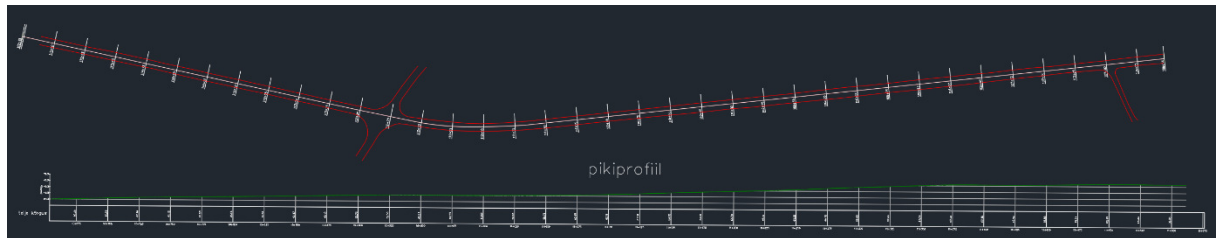
Joonis 24. Mahasõit ja aukus teekate.

Kruusateede seisukorra uuringul on ortofotot ilus ja ülevaatlik vaadata, kuid tegelikkuses ei anna vaid ortofoto juurde infot, mida ei saaks koguda ka muudmoodi. Oluliselt kasulik on ortofoto siis, kui selle juurde lisatakse parameetrid nagu tee ja mahasõitude laiused, pikiprofiil, põikprofiil ning nende muutused, defektsed alad ja nende pindalad. Seda kõike on võimalik teha, kuid see nõuab spetsiaalse arvutitarkvara olemasolu ja praegusel hetkel ka rohkem aega, kui infot kogutaks tavapärasel viisil. Tegemist on siiski väga suure potentsiaaliga teemaga tänu millele saaks koguda kiiresti ja efektiivselt infot sellise nurga alt, mida muudmoodi ei näe.

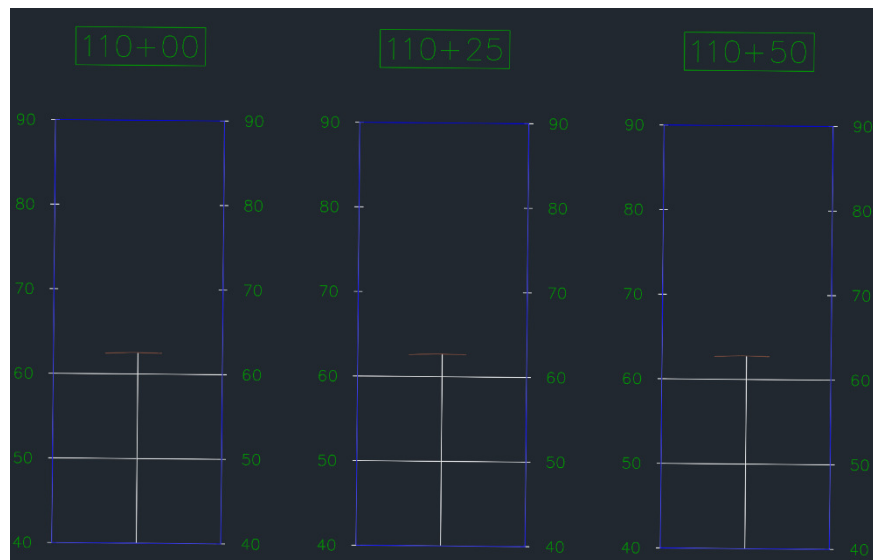
Metoodika laiemaks kasutamiseks oleks vaja esiteks droonidele pikemat lennuaega ehk võimsamaid akusid. Teiseks on vaja just selle tarbeks välja töötatud arvutitarkvara, mis on küll juba olemas, aga siiski veel mitte laialdaselt levinud. Kuna drooniga ei ole võimalik saada infot kandevõimest ega kihipaksustest, tuleb need mõõtmised teha eraldi.

Drooniga on võimalik vaadata suuremat ümbrust/pilti ja mõõta vajalikke parameetreid kaugemalt. Ortofotole saab näiteks peale kanda kogu info, mis on kogutud – kandevõime punktid koos väärtustega, juurde lisada piki- ja põikprofiilid, defektsete alade ulatuse jne – lisaks on võimalik vaadata teekatte seisukorda ja ümbrust väga detailselt pildilt. Metoodika vajab siiski veel arendamist ja automatiseerimist, kuna täna on see liiga ajamahukas ning seda käesoleva uuringuga lahendada võimalik ei olnud. Teemaga peaks tegelema edasi kasvõi esialgu vaatlejana hoidmaks pidevalt uutel suundadel ja lahendustel silma peal.

Kruusatee droonimõõtmiste abil joonistati ühe kilomeetri pikkusest teelõigust välja ka pikiprofiil ja iga 25 m tagant põikprofiilid. Väljavõtted on joonistel 25 ja 26. Eelkõige oli lootus saada drooniga andmeid tee põikprofiilist kraavi äärest kraavi ääreni, et saaks välja joonistada ka servavallid ja nende kõrgused. Kahjuks ei olnud see võimalik, kuna andmete saamist segab teeäärne taimestik, mistõttu tuleks mõõtmised teha enne selle tärkamist. Kuuldavasti on välja töötatud algoritm, kuidas eemaldada taimestiku mõju, kui mõõta maapinna kõrgusi satelliidilt, kuid see on kasutusel (veel) teadusringkondades ja pole kindel, kas sama metoodikat ning mis täpsusega saaks kasutada drooniga mõõtmise puhul.



Joonis 25. Tee pikiprofiil ja põikprofiilide kohad.



Joonis 26. Väljavõtte põikprofiilidest.

### 3.2. Katsetus asfaltteel

Kilomeetrisel lõigul võeti drooniga ortofoto eesmärgiga testida, kui hästi paistavad välja teekattel olevad defektid võimalusena kasutada metoodikat näiteks saamaks teise nurga alt ülevaadet vaadeldavast teest.

Kogu foto on kujutatud joonisel 27 ning joonistel 28...31 on näidatud erinevad kohad suurendatuna.



Joonis 27. Ortofoto asfaltteelt.



Joonis 28. Foto on väga detailne, millelt nähtuvad ka väiksemad defektid.

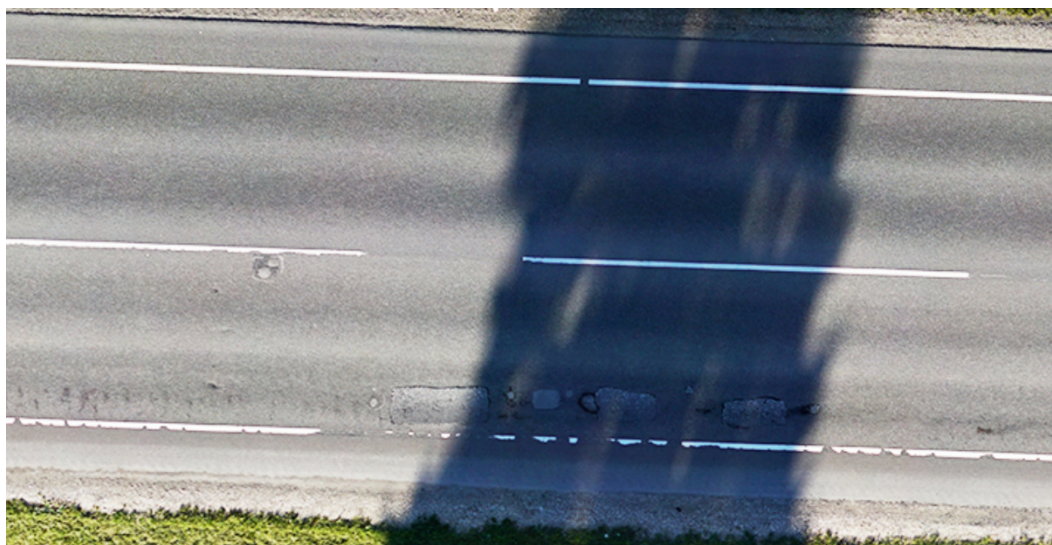




Joonis 29. Foto on väga detailne, millelt nähtuvad ka väiksemad defektid.



Joonis 30. Varjulistes kohtades teekattes olevaid defekte eristada võimalik ei ole.



Joonis 31. Kui teekatet varjab vaid üks puu, on (suuremad) defektid veel eristatavad.

Defektide inventeerimiseks või teekatte seisukorra uurimiseks drooniga oleks vaja spetsiaalse arvutitarkvara olemasolu, mis automatiseeriks ja kiirendaks tööd.



### 3.3. Kokkuvõte

Fotogramm-meetria kasutamine teede mõõdistusel võimaldab piltlikult öeldes juurde anda järgmise dimensiooni. Tegemist on kiiresti areneva valdkonnaga, kuid selle efektiivseks ja igapäevaseks kasutamiseks on tingimata juurde vaja suuremat automatiseerimist võimaldavat andmekäitlustehnikat ehk spetsiaalselt teede uuringute jaoks välja arendatud arvutitarkvara, mida saaks või kuhu saaks integreerida kõik muul viisil kogutavad andmed (defektid ja nende ulatus, kandevõimepunktid ja nende väärtused, piki- ja põikprofiilid, maapinnal tehtud fotod teest, geoloogiapunktid ja läbilõiked jne). Teiseks on vaja, et droonide lennu kestvuse aeg pikeneks, et saaks korraga katta suuremaid vahemaid väiksema ajakuluga.

## KOKKUVÕTE

Käesolev uuring sai alguse aastal 2016, kui koostati juhend kruusateede struktuurse seisukorra kindlaks tegemiseks, mille alusel saaks koostada optimaalseid katendilahendusi vastavalt tee tegelikule seisukorrale. Aastal 2017 valiti välja 11 kruusatee objekti üle Eesti, millele koostati juhendi meetodika alusel teetööde tehnilised kirjeldused koos mahuarvutuse ja eeldatava eelarvega testimaks juhendi toimivust ning loomaks näidisprojekte, kust saadud info ja kogemused võimaldasid juhendit redigeerida.

Välja töötatud meetodika kruusateede seisukorra uurimiseks ja tee optimaalse remondilahenduse väljatöötamiseks on väga kuluefektiivne nii uuringu maksumus kui ka koostatud lahendusi silmas pidades. Koostatud meetodika võimaldab konstrueerida teedele selliseid lahendusi, mis ei ole üle- ega aladimensioonitud. Tehtud töö põhjal saab tuua välja järgmisi arvvaartusi:

- seisukorra uurimise ja remondilahenduse koostamine pakutud meetodika alusel maksab ca 1000 EUR/km (+km). Täpne maksumus oleneb tehtava töö mahust, teisisõnu tee pikkusest ja sellest, kas samaaegselt tegeletakse vaid ühe või mitme teega. Hinnanguliselt maksab remondilahenduse koostamine iga 50 m tagant võetud geoloogiapunktidele põhinevalt vähemalt 2500 EUR/km (+km), kuid ka see oleneb töö mahust;
- koostatud teetööde remondilahenduste keskmine maksumus koos käibemaksuga oli 73'000 EUR/km. Reaalselt sõltub iga tee ja ühe kilomeetri remontimise maksumus selle täpsest seisukorrast ja vajalike tööde mahukusest – näidiseks toodud teede ühe kilomeetri remondimaksumused jäid vahemikku ca 56'000...96'000 EUR. Võrdluseks, et hinnanguliselt on niimoodi koostatud remonditööde maksumus ca 20% odavam, kui tavapärastelt (ehk vaid geoloogilistele andmetele põhinev) koostatud lahendus, kuid see oleneb tee tegelikust seisukorrast.
- koostatud meetodika miinuseks on suurem vajadus tehtavaid uurimistöid planeerida ja ajastada.

## SUMMARY

Rehabilitation Manual for Unpaved Roads.

With the project rehabilitation manual for unpaved roads was created. Manual aim is to follow certain sequence in order to determine the condition of existing unpaved road to create the most optimal rehabilitation plan. Also instructions and suggestions are given for analyzing the collected data which are:

1. preparation works including road characterization based on its location and known statistical data;
2. visual inspection in early spring;
3. bearing capacity measurements with falling weight deflectometer (FWD),
4. GPR measurements;
5. sampling the road;
6. data analyzing.

Along with the manual 11 different road rehabilitation plan solutions (overall 59 km of roads all over the Estonia) were created to demonstrate the usage of the method.

## **LISAD – KOOSTATUD REMONDILAHENDUSED**



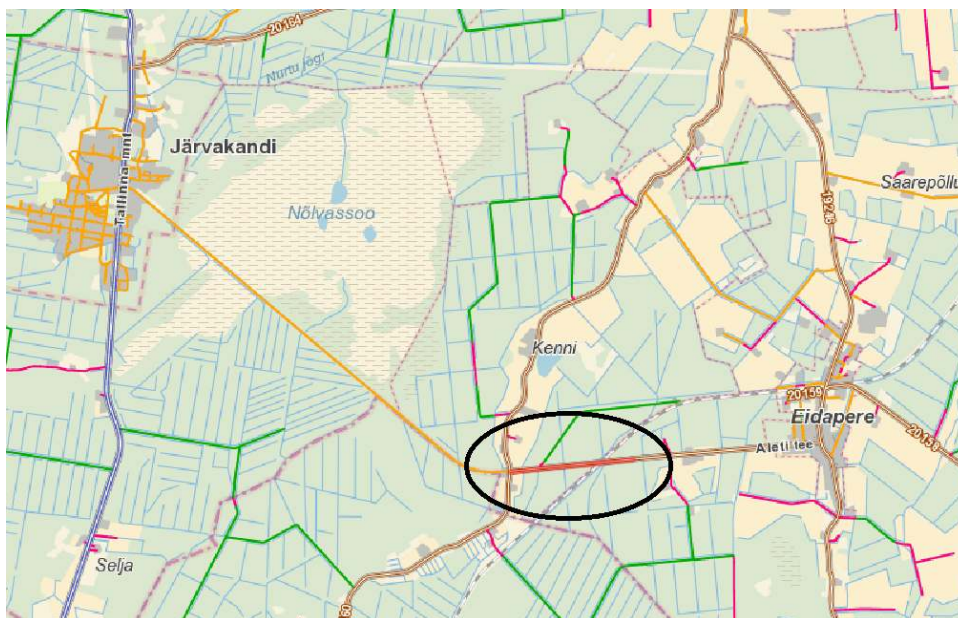
## Tee nr. 20161 Eidapere – Kõnnu km 1,99 - 3,28 (1,29 km)

Tee seisukorra hindamiseks ja sobiliku remondimeetme valikuks koguti järgnevat infot:

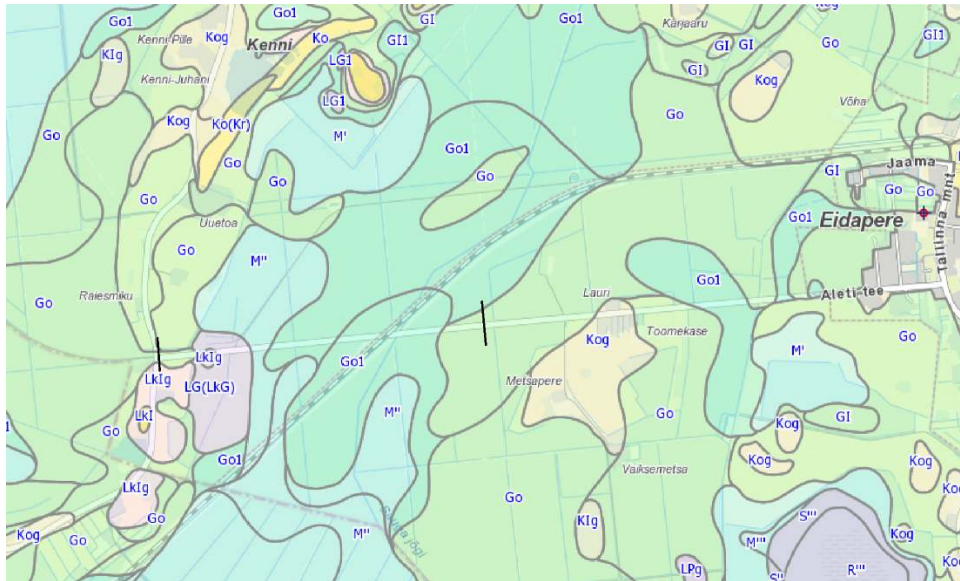
- varakevadine visuaalne vaatus;
- info kogumine andmebaasidest (Maa-ameti mullakaart, Teeregister);
- kandevõimemõõtmised FWD-seadmega kevadel;
- maaradari ülesõit koos tee ülesfilmimisega hiliskevadel (kui teekate on kuiv ja maapind tahenenud);
- geoloogiliste puuraukude puurimine kohtadesse, mis on valitud vastavalt objekti visuaalsele vaatlusele ja FWD tulemuste analüüsile.

### 1. Objekti asukoht

Objekti asukoht on näidatud joonisel 1. Joonisel 2 on kujutatud objekt asetatuna mullakaardile, mis võimaldab anda sellele esmase ülevaate esineva aluspinnase ja niiskuspakkonna osas.



Joonis 1. Tee nr. 20161 Eidapere – Kõnnu km 1,99 - 3,28 asukoht (Teeregister)



Joonis 2. Tee nr. 20161 Eidapere – Kõnnu asetatuna mullakaardile (Maa-amet).

## 2. Info Maa-ameti mullakaardilt

- Lõigu alguses esineb Go – leostunud gleimuld, mida iseloomustatakse kui alaliselt (keskmiselt) liigniisked mullad, kus liigniiskus on tingitud pidevalt mullaprofiili ulatuvast põhjaveest, rasketel muldadel lisandub ka ülavesi.
- Lõigu keskpaigas on Go1 – küllastunud turvastunud muld, mida iseloomustatakse kui alaliselt (tugevasti) liigniisked mullad. Liigniiskus on tingitud kõrge põhjaveest, mis looduslikel maadel enamasti ulatub turbahorisonti või selle alla ja kevadel ning sügisel maapinnani. Sageli on mullad üleujutatud reljeefi kõrgematelt osadelt pealevalguvast pinnaveest.
- Lõigu lõpuosas esineb M'' - õhuke madalsoomuld, mis on turvas paksusega 50...100 cm ja mida iseloomustatakse kui põhja- ja üleujutusveega toituvad toitaineterikkad (eutroofsed) soomullad. Turvas on moodustunud peamiselt roht- ja puittaimede ning lehtsamalde jäänustest.
- Esineb ka LG(LkG) – leetunud gleimuld, mida iseloomustatakse kui liigniisked mullad. Kahekihilisel keskmise raskusega lähtekivimil (saviliiv liivsavi, kerge liivsavi keskmisel liivsavi, kerge ja keskmine liivsavi raskel liivsavi) ja rasket mullad. Liigniiskuse põhjuseks tavaliselt ülavesi, millele võib lisanduda ka kõrge põhjavesi.
- Esineb ka LkIg – gleistunud nõrgalt leetunud muld, mida võib iseloomustada sarnaselt eelmisele.

Mullakaardi iseloomustuse järgi on tegemist liigniiske piirkonnaga, kus esineb turvast, mis võib olla jäetud ka tee alla.

## 3. Tee üldiseloomustus Teeregistri põhjal

Teeregistri alusel ei ole teele määratud klassi.

Muldkeha väljaehitamise tase Teeregistri alusel:

- km 1.99...2.65 on 4 (madala muldkehaga kruusatee);
- km 2.65...3.28 on 3 (ilma muldkehata maapinna tasemel asuv kruusatee).

Tee laius:

- km 1.99...2.260 on katte laius 5.5 m, kuid muldkeha laius vähemalt 6.5 m, mis võimaldab teha teekatte laiuseks 6.0 m;
- km 2.260...3.270 on katte laius 5.0 m ja kraavi äärest kraavi ääreni on kuni 5.5 m, mis nõuab tee laiendamist koos muldkehaga.

Liiklussagedus 2016: 80 AKÖL (sõiduaudod ja pakiaudod 97%, veoaudod ja autobussid 1%, autorongid 2%, arvuliselt sõidu- ja pakiaudod 77, veoaudod 1, autorongid 2 a/ööp). Koormussageduse arvutamiseks on veoaudode ja autobusside siirdetegur 2.67 ja autorongidel 3.76. Tee rajategur on 0.6. 2016. a seisuga on koormussagedus  $Q = (1 \cdot 2.67 + 2 \cdot 3.76) \cdot 0.6 = 6.1 \text{ V}_1/\text{ööp}$ , mis teeb  $E_{\text{vaj}} = 110 \text{ MPa}$ . Arvestades tee paiknemist ei ole tõenäoline, et liiklussagedus kasvaks 7 aasta jooksul (siirdekateni eluiga) niivõrd, mis nõuaks suurema kandevõime kasutamist, kui on siirdekateni minimaalne  $E_{\text{min}} = 130 \text{ MPa}$ . Seega kasutatakse teekateni dimensioonimisel  **$E = 130 \text{ MPa}$** .

Teeregistri alusel on muldkeha materjaliks looduslik kruusliiv.

2006. a on paigaldatud peale purustatud kruusast uus kulumiskiht (6 cm).

Truubid on km 2.278 (raudbetoon, ehitusaasta 1979, remonditud 2003, pikkus 14.2 m, läbimõõt 1.5 m, päised on, seisukord hea) ja 2.370 (raudbetoon, ehitusaasta 1976, pikkus 11.4 m, läbimõõt 0.75 m, päised on, seisukord hea, äravool puudub). Km 2.323 on raudteeülesõit ning truubid on seotud ääres jooksva kraaviga.

Mahasõidud on esitatud tabelis 1.

Tabel 1

#### Objekti mahasõidud

| Asukoht |         | Liigitus | Laius | Mahasõidu kate | Katte ulatus       | Truubi olemasolu | Mahasõidu kasutus       | Mahasõidu nimi                 |
|---------|---------|----------|-------|----------------|--------------------|------------------|-------------------------|--------------------------------|
| 2704    | paremal | eratee   | 3,0   | kruus          | nokk puudub        | truup puudub     | põllu- ja metsamajandus |                                |
| 2950    | paremal | metsatee | 5,0   | kruus          |                    | truup on         | põllu- ja metsamajandus | plasttruup 0,4 l=12,5, kivikin |
| 2972    | vasakul | eratee   | 3,0   | kruus          | noka pikkus 1...5m | truup puudub     | põllu- ja metsamajandus |                                |
| 3030    | paremal | eratee   | 3,0   | kruus          | noka pikkus 1...5m | truup puudub     | põllu- ja metsamajandus |                                |
| 3140    | vasakul | eratee   | 3,0   | kruus          | noka pikkus 1...5m | truup puudub     | põllu- ja metsamajandus |                                |

#### 4. Tee visuaalse vaatluse info

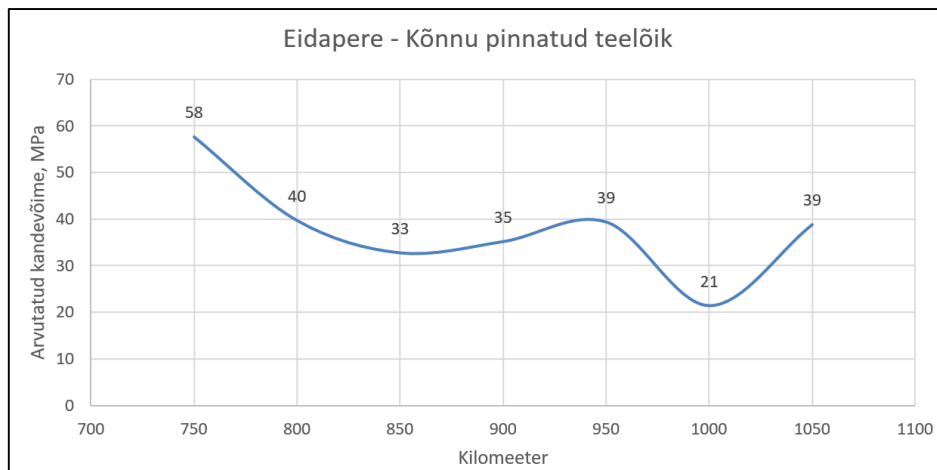
Eidapere – Kõnnu maantee esimesed kaks kilomeetrit on halvas seisukorras, tee on pinnatud, kuid väga ebatasane. Eriti probleemne on ca kilomeetri peal olev soovaheline lõik (täpsemalt vahemik km 0.75...1.050), millelt mõõdeti ka kandevõimed saades seitsme mõõtmispunkti keskmiseks tulemuseks 38 MPa (joonis 3), mis tähendab, et teele tekivad püsivad deformatsioonid juba peale ühe raskeveoki ülesõitu. Foto 1 põhjal nähtub, et see on ka juhtunud.

FWD vajumikausi analüüsi põhjal saab järeldada, et teekatend on täielikult üleniiskunud, kihipaksused on ebapiisavad ning materjaliomadused sobimatud ja aluspinnaseks on tõenäoliselt kas turvas või turvastunud muld. Keskmised vajumikausi parameetrid olid seitsme mõõtmispunkti alusel järgmised (sulgudes on soovituslik ülemine piirväärtus osas):

- SCI 200: 799 (piirväärtus 300);
- SCI 300: 1446 (piirväärtus 450);
- BDI: 1296 (piirväärtus 300);



- BCI 1200: 168 (piirväärtus 60).



Joonis 3. Arvutatud kandevõimed Eidapere – Kõnnu pinnatud teelõigult vahemikus km 0.75...1.050.



Foto 1. Olukord piirkonnas km 0.75...1.050 – pindamiskiht on purunenud nõrga kandevõime tõttu.

Kirjeldatud teelõik vahemikus km 0.75...1.050 ei kuulu käesoleva projekti koosseisu, kuid see näitab ilmekalt seda, mis juhtub, kui pinnata kruusateed, mille omadused ei ole selleks sobilikud. Eidapere – Kõnnu km 1,99 - 3,28 on suures osas sarnane, kui sellele eelnev teelõik.

Teelõik km 1,99 - 3,28 asub visuaalselt liigniiskes piirkonnas, ümbruskonnas on ülavesi kõrgel. Kevadise vaatluse ajal oli vesi kraavides teekattepinnaga praktiliselt tasa (foto 2). Tee olukorda on üritatud parandada kraavitamisega, kuid kogu tee pikkuses on tee äärtes vee äravoolu takistavad vallid (fotod 3 ja 9).



Fotod 2 ja 3. Pinnavesi on väga kõrgel ja vee äravoolu teekattelt takistavad äärevallid, mis muudavad kattekihi (ja ka kogu teekonstruktsiooni) pehmeks.

Kevadel oli teekattepind väga pehme, palju esineb auke (foto 5). Olukord paranes siis, kui tee tõusis raudteeülesõiduks muldesse. Km 2.180...2.250 vasakul pool teed on teekate ebastabiilne ega suuda kanda sõidukit (foto 4), mis tuleneb teekonstruktsioonis kasutatud materjali liiga suurest liivasisaldusest.

Eriti probleemne oli piirkond km 2.80...2.95, kus teekatte pind oli nii pehme, et vajus jala all. Tees olid sees praod ja roopad (fotod 6 ja 7).

Arvestades, kuidas on käitunud käsitletava tee piirkond km 0.75...1.050, ei tohi km 1.99...3.28 piirkonda teha peale pindamist või mustkatet. Teekonstruktsioon vajab ümberehitust või tugevdamist suutmaks tagada tolmuwabale katile nõutavaid omadusi.



Fotod 4 ja 5. Km 2.180...2.250 vasakul pool teed on teekonstruktsioon liiga suure liivasisaldusega, mistõttu ei kannaks see liiklust. Teekate oli üldiselt väga halvas seisukorras.





Fotod 6 ja 7. Km 2.80...2.95, kus teekatte pind oli nii pehme, et vajus jala all. Tees olid sees praod ja roopad.

## 5. Kandevõime

Kandevõime mõõdeti objektil 12.04.17 KUAB kahemassilise FWD-seadmega, mis suudab mõõta läbipaindeid üle 5000  $\mu\text{m}$  ja mille koormusimpulss on tavapärasest FWD-seadmetest tänu kahemassilisele süsteemile pikem, tänu millele on seade kruusateedel mõõtmisteks väga hästi sobilik. Mõõtmine sooritati malekorras iga 50 m tagant.

Mõõtmistulemuse põhjal arvutati kandevõime kasutades valemit 1. Seadme küljes oli kõrgtäpne GPS (+/- 5 cm), millega registreeriti nii punkti asukoht kui absoluutkõrgus seadme pealt (seega on teekatte pinna suhtes kõrgused suhtelised). Arvutatud kandevõime mõlemas sõidusuunas on esitatud joonisel 4.

$$E_{eq} = \frac{0,25\pi * (1 - \nu^2) * F * S}{d_0}$$

Valem 1

kus

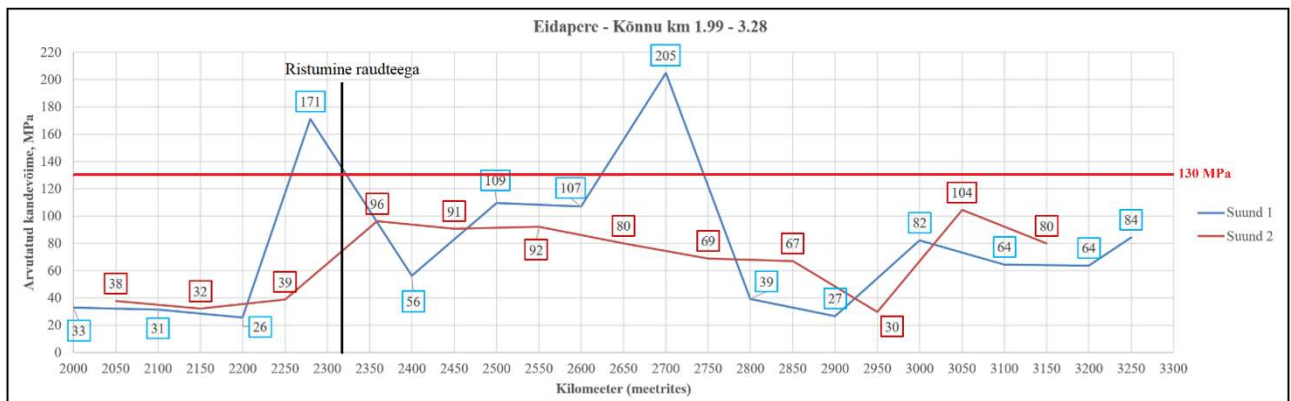
$E_{eq}$  – üldine E-moodul koormusplaadi keskmes, MPa;

$\nu$  – Poisson' tegur (kruusateedel tuleks arvestada 0,35);

F – kontaktsurve koormusplaadi all, kPa (300 mm koormusplaadi ja 50 kN koormuse kasutamisel saadakse 707 kPa);

S – koormusplaadi diameeter, mm;

$d_0$  – vajum koormusplaadi keskmes,  $\mu\text{m}$ .



Joonis 4. FWD mõõtmisest arvutatud kandevõimed.

Jooniselt 4 nähtub, et kandevõime on kogu lõigus ühtlaselt madal, esile tulevad kaks kohta kõrgema kandevõimega, kuid üldise fooni taustal võib need lugeda pigem eranditeks. Vaadeldava teelõigu saaks FWD tulemuste põhjal jagada homogeenseteks lõikudeks järgnevalt:

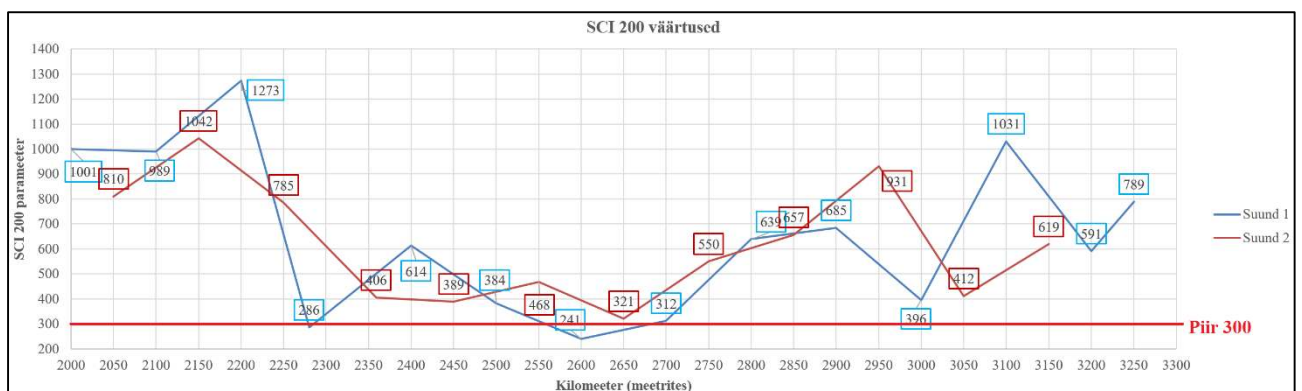
- Km 1.99...2.260 – keskmine kandevõime 33 MPa;
- Km 2.260...2.350 tõuseb tee muldesse raudteeülesõidu kohal;
- Km 2.350...2.750 – keskmine kandevõime 90 MPa (arvestatud ei ole 205 MPa-ga, kuna see moonutaks liigselt lõigu keskmist tulemust liiga palju);
- Km 2.750...3.000 – väga pehme piirkond, kus maapind õõtsus ainuüksi inimese jala all, teekattes oli palju roopaid ja pragusid. Võib lähtuda, et kandevõime piirkonnas on kõige madalam mõõdetud väärtus ehk 27 MPa;
- Km 3.000...3.28 – keskmine kandevõime 80 MPa.

Analüüsides vajumikausi parameetreid SCI, BDI ja BCI, saab paremat selgust sellest, millest on madalad kandevõimed tingitud. Tulemused on esitatud joonistel 5, 6 ja 7. Võrdlusena on erinevad piirväärtused esitatud järgmistena:

| Iseloomustus | SCI 200   | SCI 300   |
|--------------|-----------|-----------|
| Suurepärase  | < 180     | < 250     |
| Hea          | 180...250 | 250...400 |
| Rahuldav     | 250...300 | 400...450 |
| Halb         | 300...600 | 450...900 |
| Väga halb    | > 600     | > 900     |

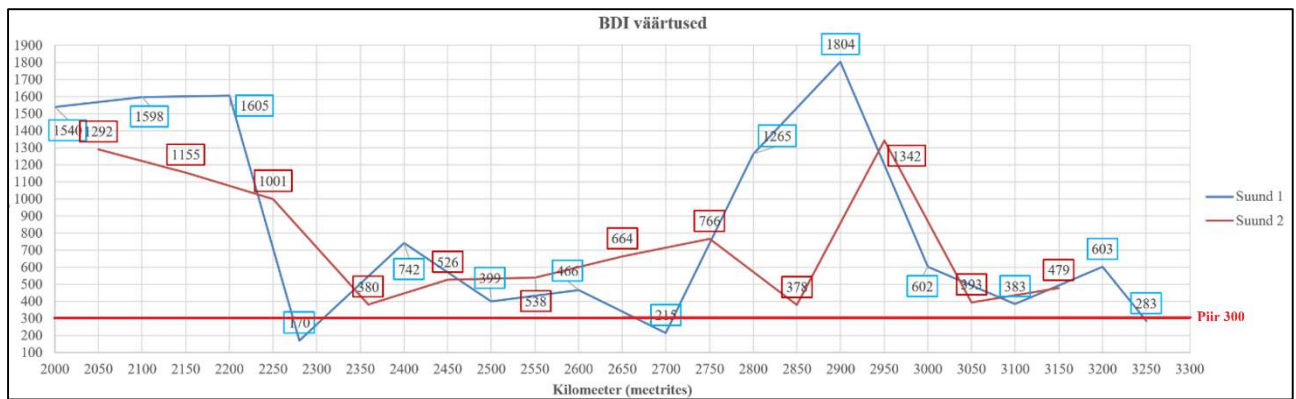
| Iseloomustus | BDI       |
|--------------|-----------|
| Hea          | < 200     |
| Rahuldav     | 200...300 |
| Halb         | 300...450 |
| Väga halb    | > 450     |

| Iseloomustus | BCI 1200 | BCI 1500 |
|--------------|----------|----------|
| Suurepärase  | < 10     | < 10     |
| Hea          | 10...30  | 10...20  |
| Rahuldav     | 30...60  | 20...60  |
| Halb         | 60...120 | 60...100 |
| Väga halb    | > 120    | > 100    |

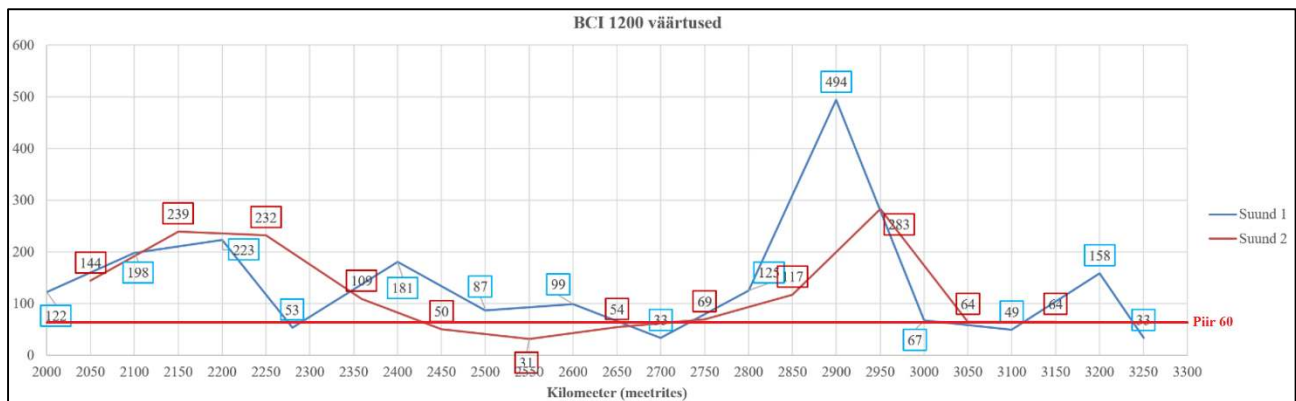


Joonis 5. SCI 200 väärtused (soovituslik piir 300).





Joonis 6. BDI väärtused (soovituslik piir 300).

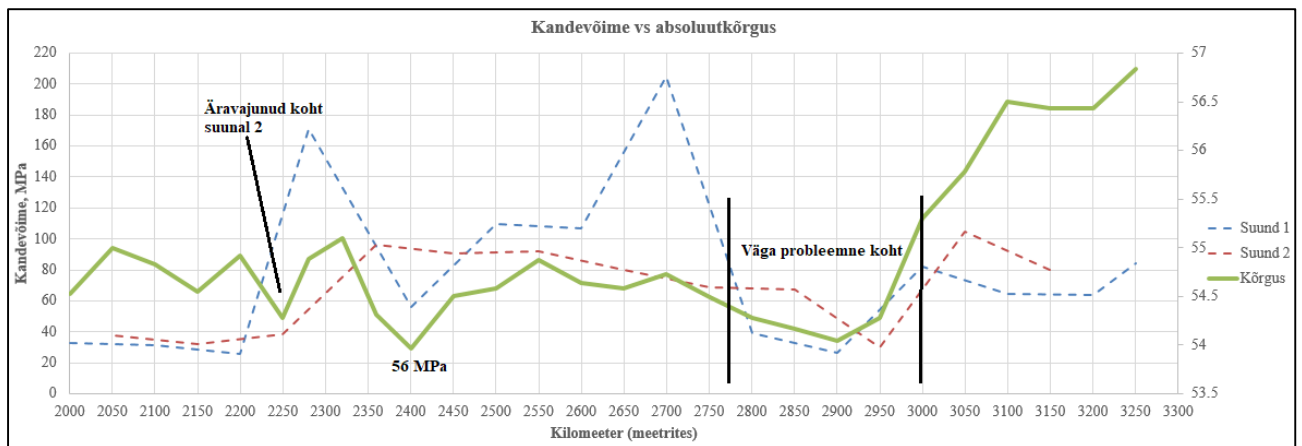


Joonis 7. BCI 1200 väärtused (soovituslik piir 60).

FWD mõõtmistest nähtub järgmist:

- Piirkonnas km 1.99...2.260 oli kandevõime väga madal. Kõik vajumikausi parameetrid on väga kõrged (kõiki saab iseloomustada kui „väga halb“), mis viitab sellele, et kogu teekatend on veega küllastunud, kasutatud materjalid on niiskustundlikud (tõenäoliselt kas savised või tolmsed liivad) ning teekatendi all asub kas muld, turvastunud muld või turvas.
- Teine piirkond, mis silma paistab, on km 2.700...3.000. Seal on eriti suure väärtusena eelkõige BDI ja BCI, mis viitab, et teekatte all on tõenäoliselt savi ja aluspinnasena turvas.
- Muud piirkonnad on ühtlasemad, kuid enamasti on ka seal vajumikausi parameetrid kõrged, mis viitab üleniiskunud pinnasele, niiskustundlike materjalide olemasolule ja õhukestele kihipaksustele.

FWD mõõteseadme küljes oleva GPS-seadme abil registreeriti lisaks mõõtepunktide asukohtadele ka nende kõrgused, mille abil on võimalik välja joonistada suhteline tee pikiprofiil, mis võimaldab leida lisapõhjuseid sellele, miks mõnedes punktides on kandevõime madal võimaldades pakkuda välja seega kõige optimaalsem teekatendi lahendus. Tulemused on esitatud joonisel 8, millest nähtub, et km 2.400 madal kandevõime (vaid 56 MPa on võrreldes muude sama piirkonna kohtadega märgatavalt madalam) ja probleemne piirkond km 2.750...3.000 on mõlemad lohus, mistõttu koguneb nendesse paikadesse rohkem vett. Sama järeldub ka maaradarimõõdistusega samalaadset võetud fotolt 8, kust nähtub, et kogu maapind langeb mõlemalt poolt kokku km 2.750...3.000 piirkonda kogudes sinna seega hulgaliselt vett.



Joonis 8. Tee pikiprofiili ja kandevõime omavaheline seos.

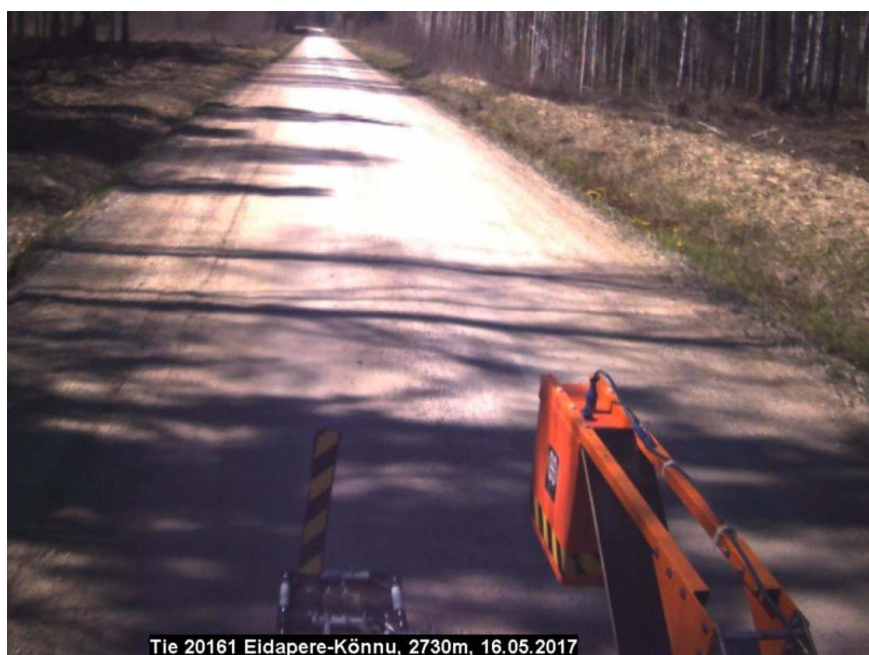


Foto 8. Maaradarimõõdistusega koos tehtud foto km 2.730 kohalt, millest nähtub maapinna langemine probleemsesse piirkonda km 2.750...3.000.

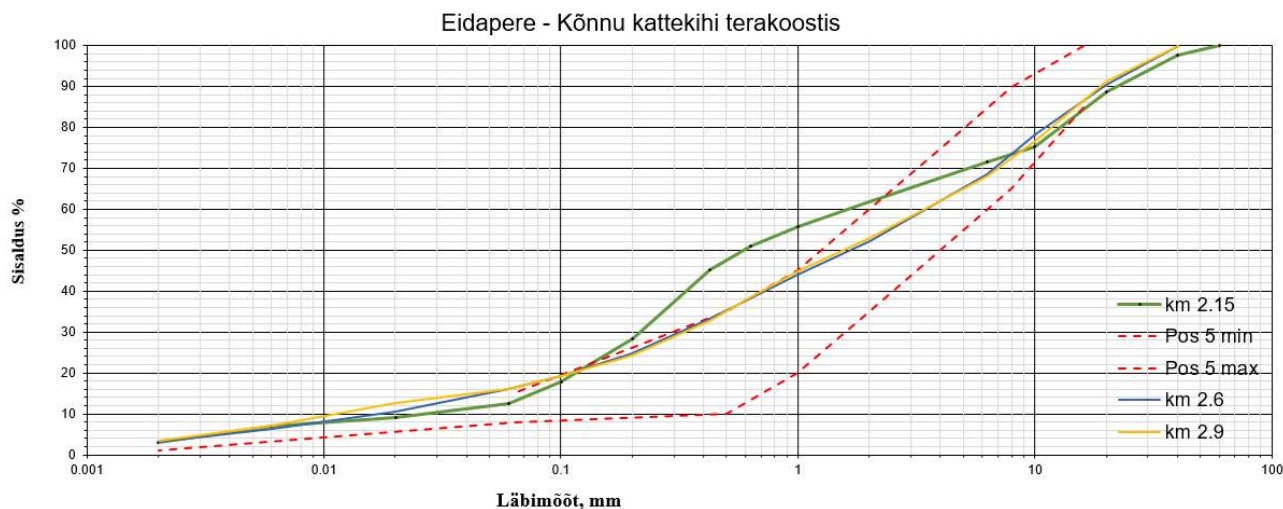
## 6. Geoloogia ja maaradar

Tulenevalt FWD mõõdistustest ja objekti vaatlusest valiti välja kohad, kust võtta puuraugud kihipaksuste ja materjaliomaduste määramiseks. Puuraugud võeti kolmest kohast:

- Km 2.15, kus kandevõime oli 32 MPa ja kõik vajumikausi parameetrid väga halvad;
- Km 2.60, kus kandevõime oli 107 MPa, mida saab kasutada kui referentskohta, mis iseloomustab paremas seisukorras teelõiku;
- Km 2.90, kus kandevõime oli 27 MPa ja kõik vajumikausi parameetrid väga halvad. See punkt iseloomustab vaadeldava tee kõige halvemat kohta.

Proovivõtuga keskenduti eelkõige kattekihi terakoostise määramisele, kuna reeglina sisaldab just see enim savi ja peenosiseid olles seega kriitiliseks kihiks, kui selle peale hakatakse rajama uusi katendikihte. Kui teekatendi alla jäi turvast, määrati selle paksus ja niiskusesisaldus hindamaks seda, kas sellest tulenevalt on oodata riski teekatendi toimimisele.

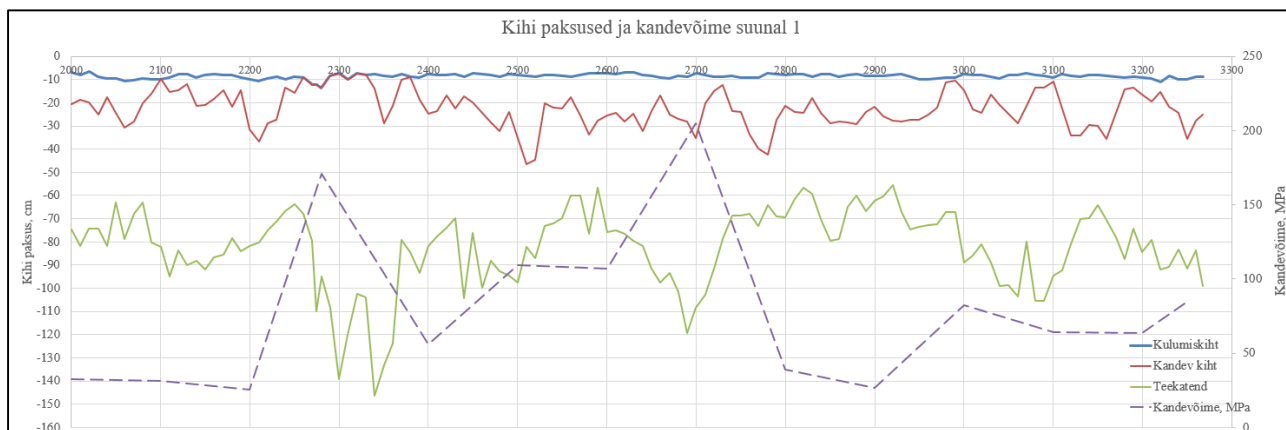
Nimetatud kilomeetritelt võetud kattekihtide proovide terastikulised koostised on esitatud joonisel 9 võrdlusena pos 5 sõelkõverapiiridega. Proovid võeti kattepinnast sügavuselt vahemikus 0...15 cm. Tulemustest nähtub, et materjalid on liivased (eriti km 2.15) ja km 2.6 ning 2.9 sisaldavad rohkem peenosiseid, kui pos 5 ette näeb.



Joonis 9. Kattekihi terakoostised võrrelduna pos 5 sõelkõverapiiridega.

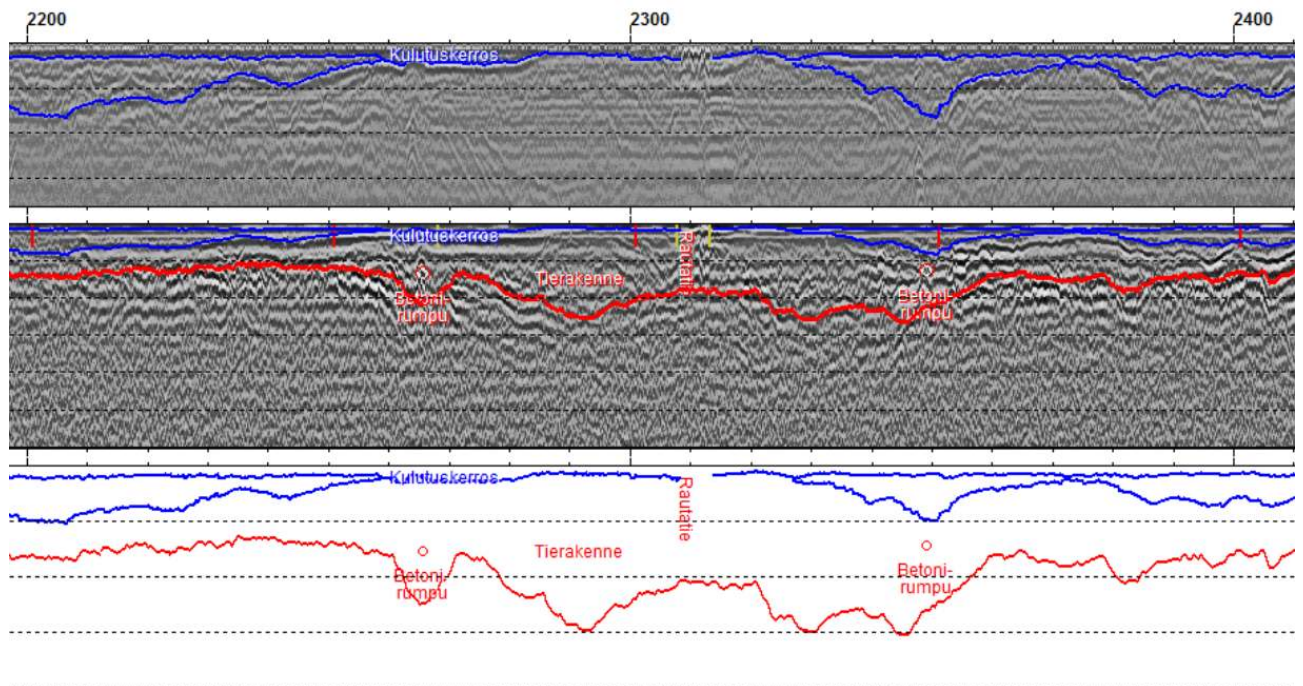
Maaradari andmete põhjal hinnati teekatte (kulumiskihi) keskmiseks paksuseks 8,5 cm, mille all on kruusakiht keskmise paksusega 23 cm, mille all täitematerjal. Kogu teekatendi keskmiseks paksuseks hinnati maaradari profiilide põhjal 83 cm, kuid selle sees võib olla juba mingil määral ka orgaanilist materjali. Maaradari profiil koos kandevõimega suunal 1 on esitatud joonisel 10, millest nähtub teatav seos kandevõime ja teekonstruktsiooni paksuse osas. Näiteks km 2.700 saadi kandevõimeks 207 MPa ja seal on ka märkimisväärne teekonstruktsiooni paksus (1.2 m).

Joonisel 11 on näidatud betoontruupide paiknemine km 2.265 ja 2,345 ning joonisel 12 (plastik)truup km 2.695.

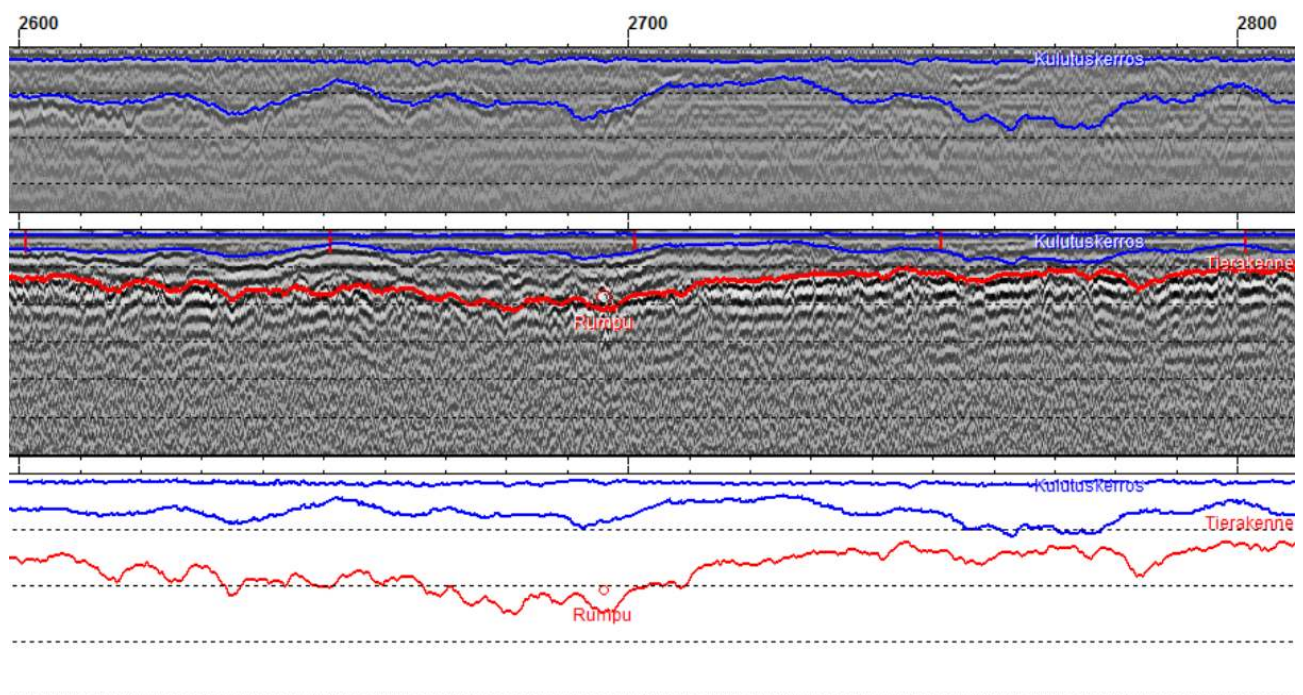


Joonis 10. Maaradari andmete põhjal saadud kulumiskihi, kandva kihi ja teekonstruktsiooni kogupaksused sentimeetrites koos kandevõimega.





Joonis 11. Betoonruupide paiknemine km 2.265 ja 2,345.



Joonis 12. Plasttruup km 2.695.

Geoloogia andmete põhjal on teekonstruktsiooni all kas turvas või turvastunud pinnas:

- Km 2.15 sügavuselt 0.5 m võetud proovi veesisaldus oli 128.7% ja kuumutuskadu 63.6 %. EVSi järgi on tegemist turbaga. Sama puuraugu sügavuselt 0.6 m võetud proovil olid näitajad vastavalt 124.1% ja 39.0%, mis EVSi järgi on turvastunud pinnas. Turba ja turvastunud pinnase kogupaksus on 25 cm.

- Km 2.60 sügavuselt 0.6 m võetud proovi veesisaldus oli 195.2% ja kuumutuskadu 57.0 %. Sama puuraugu sügavuselt 0.8 m võetud proovil olid näitajad vastavalt 107.3% ja 30.7%. EVSi järgi on mõlemad materjalid turvastunud pinnased. Turvastunud pinnase kogupaksus on 35 cm.
- Km 2.90 sügavuselt 0.5 m võetud proovi veesisaldus oli 124.6% ja kuumutuskadu 52.4 %, mis EVSi järgi on turvastunud pinnas. Sama puuraugu sügavuselt 0.65 m võetud proovil olid näitajad vastavalt 211.2% ja 76%, mis EVSi järgi on turvas. Turba ja turvastunud pinnase kogupaksus on 60 cm.

Veesisalduse järgi võib hinnata turvast konsolideerunuks; turba kihipaksused on väikesed ja seega ei mõjuta selle olemasolu teekonstruktsiooni stabiilsust ning tee parandamisest lisanduvad vajumid jäävad marginaalseteks. Kuna turvas või turvastunud muld on suure orgaanilise aine sisaldusega materjal, hoiab see endas sees suurel määral niiskust, mis seeläbi, nagu näitasid kandevõimemõõtmised, halvendab ka teekatendi toimivust ja kandevõimet.

Objekti geoloogilised ristlõiked on esitatud joonistel 13, 14 ja 15 vastavalt km 2.15, 2.60 ja 2.90.

| Kaevandi<br>tähtis<br>ja nr. | PA-20161-2.15       | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 19.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | -                                                            | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 19.06.2017 |
|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| X=6512695                    |                     |                          |                     |                              | Y=552424                |                                      |                                                              |                                |            |
|                              | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                                            |                                |            |
| 1                            |                     | 0.35                     | -0.35               | 0.35                         | ①                       | 4146                                 | Teekate: rohke kruusaga savikas keskliiv.                    |                                |            |
|                              |                     | 0.50                     | -0.50               | 0.15                         | ③                       | 4149                                 | Muld: mullane liiv, kruusaterad, keskthie.                   |                                |            |
|                              |                     | 0.75                     | -0.75               | 0.25                         | ④                       | 4150                                 | Turvas                                                       |                                |            |
|                              |                     |                          |                     |                              |                         |                                      | Moreen: Kruusaga liivane savimöll, poolkõva, hall kuni beež. |                                |            |
|                              |                     | 1.90                     | -1.90               | 1.15+                        | ⑨                       |                                      |                                                              |                                |            |

Joonis 13. Puuraugu läbilõige km 2.15

| Kaevandi<br>tähtis<br>ja nr. | PA-20161-2.60       | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 19.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | -                                                    | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 19.06.2017 |
|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| X=6512652                    |                     |                          |                     |                              | Y=551976                |                                      |                                                      |                                |            |
|                              | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                                    |                                |            |
| 1                            |                     | 0.20                     | -0.20               | 0.20                         | ①                       | 4147                                 | Teekate: rohke liivaga savine kruus.                 |                                |            |
|                              |                     | 0.55                     | -0.55               | 0.35                         | ②                       |                                      | Täide: vähese orgaanika sisaldusega kruusliiv, tihe. |                                |            |
|                              |                     | 0.90                     | -0.90               | 0.35                         | ④                       | 4151<br>4152                         | Turvas                                               |                                |            |
|                              |                     |                          |                     |                              |                         |                                      | Moreen: Kruusaga liivane savimöll, poolkõva.         |                                |            |
|                              |                     | 1.90                     | -1.90               | 1.00+                        | ⑨                       |                                      |                                                      |                                |            |

Joonis 14. Puuraugu läbilõige km 2.60.

|                              |                     |                          |                     |                              |                         |                                      |                                                                         |                                |            |
|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| Kaevandi<br>tähtis<br>ja nr. | PA-20161-2.90       | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 19.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | -                                                                       | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 19.06.2017 |
| X=6512623                    |                     |                          |                     |                              | Y=551678                |                                      |                                                                         |                                |            |
|                              | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                                                       |                                |            |
| 1                            |                     | 0.40                     | -0.40               | 0.40                         | ①                       | 4148                                 | Teekate: rohke liivaga savine kruus.                                    |                                |            |
|                              |                     |                          |                     | 0.60                         | ④                       | 4153<br>4154                         | Turvas                                                                  |                                |            |
|                              |                     | 1.00                     | -1.00               |                              | ⑤                       |                                      | Peenliiv: tihe, veeküllastunud, hall.                                   |                                |            |
|                              |                     | 1.65                     | -1.65               | 0.65                         | ⑤                       |                                      |                                                                         |                                |            |
|                              |                     | 1.90                     | -1.90               | 0.25+                        | ⑨                       |                                      | Moreen: Kruusaga liivane savimõll, tihe (puurimisel maapind vibreerib). |                                |            |

Joonis 15. Puuraugu läbilõige km 2.90.

Info puuraukudest võimaldab anda täiendava selgituse teelõigu olukorrale ja madalale kandevõimele. Km 2.15 piirkonnast mõõdeti keskmiseks kandevõimeks vaid 33 MPa ja jooniselt 13 nähtub, et kogu teekonstruktsioon koosneb vaid rohke kruusaga savikast keskliivast ja kandvat kihti ei ole. Geoloogia puurauk erineb maaradari andmetest, kuid arvestada tuleb, et maaradar võeti suunalt 1, puurauk suunalt 2.

Km 2.60 piirkonnast saadi kõrgemad kandevõimeväärtused ning seal on ka teekatendi paksused suuremad, kulumiskihi all on kasutatud kruusliiva. Kuna kulumiskihi paksus on suur (20 cm), siis see on põhjuseks, miks teekattes tekivad niisketel aastaegadel roopad.

Km 2.90 teekatendi paksus on väike ning asetseb turbal, samuti, nagu nähtus jooniselt 8, langeb tee selles piirkonnas allapoole, mistõttu on kogu teealune pidevalt üleniiskunud ja maapind õõtsub koormuse all.

## 7. Tee jagamine homogeenseteks lõikudeks

Hoolimata käsitletava lõigu suhtelisest lühidusest, saab tee jagada erinevatesse sektsioonidesse (joonis 19) olenevalt esinevatest tingimustest – nii tagatakse kogu tee terviklik ja ühtne toimimine kasutusaja vältel. Käsitletava tee homogeenseteks lõikudeks, koos seda iseloomustava infoga, on:

Lõik 1 – km 1.99...2.260. Keskmise kandevõime 33 MPa, teekattes on sees palju auke; tee olemasolevast maapinnast vaid vähe kõrgemal, tee äärtes on vee äravoolu takistavad vallid. Piirkond on liigniiske, vete äravool tee maa-alalt ei ole tagatud. Suunal 2 vahemikus km 2.180...2.250, tee ääres on teekonstruktsiooni materjal liivane, mistõttu see ei kanna liikluskooormust.

Olemasolev teekate on liiga kitsas ja vajab laiendamist. Kuna paremal pool olev kraav on teest veidi kaugemal, õnnestub laiendamine teha teepeenra arvelt. Kuna olemasolevalt teekattelt mõõdeti väga madalad kandevõimed, saab sama katendit laiendada ka teepeenrale.

Katendarvutuslikult võib lõiku 1 kujutada tabelis 2 oleva arvutusega, mille elastsusmoodul on küll kõrgem, kui mõõdetud, kuid mõõtmise puhul tuleb arvestada üleniiskunud teekatte mõjudega mõõdetud vajumile. Arvutuses on kruuspinnase omadusi muudetud nii, et kasutatud on jämeda saviliiva tugevusomadusi, kuid tõstetud on materjali seotistegurit. Kasutatud parameetrid annavad sarnase arvutustulemuse, kui mõõdetud. Samuti on näiteks RMK metsateede katendite projekteerimisjuhises toodud välja, et külmakerkelise kruuspinnase moodul jääb vahemikku 50...80 MPa, mis sobitub eelnevalt kirjeldatud eeldusega.



Tabel 2

## Lõigu 1 olukord katendiarvutuslikult

| ARVUTUSE KÄIK                                |                                                                   |             |                                                       |                                                     |                                                      |                                         |                                              |                          |         |                        |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------|---------|------------------------|
|                                              | Kihi nimetus                                                      | Kihi paksus | Kihi elast-<br>susmoodul<br>$E_{ekv}$<br>arvutamiseks | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>nihkele | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>paindele | Arvutatud<br>tõmbe-<br>pinged $R_{max}$ | Lubata-<br>vad<br>tõmbe-<br>pinged $R_{lub}$ | Sise-<br>hõõrde-<br>nurk | Nidusus | Kihtide<br>seotistegur |
| Kihi nr.                                     |                                                                   | cm          | MPa                                                   | MPa                                                 | MPa                                                  | MPa                                     | MPa                                          | Kraad                    | C       | K3                     |
| 1*                                           | Üleniiskunud kruus                                                | 35.0        | 65                                                    |                                                     |                                                      |                                         |                                              | 40.0                     | 0.005   | 6.0                    |
| ALUS                                         | D - tolmne saviliiv, raske tolmne saviliiv, tolmne kerge liivsavi |             | 28.9                                                  |                                                     |                                                      |                                         |                                              | 11.8                     | 0.009   | 1.5                    |
| * Kasutaja poolt lisatud / muudetud material |                                                                   |             |                                                       |                                                     |                                                      |                                         |                                              |                          |         |                        |

\* Kasutaja poolt lisatud / muudetud materjal

| ARVUTUSE TULEMUSED |                                                       |                   |                          |                  |                  |         |                                      |                                    |                                      |
|--------------------|-------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------------|---------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Kihi nr.           | Kihi nimetus                                          | Kihi paksus<br>cm | Tugevuse näitaja         |                  |                  |         | Üldine<br>elastsus-<br>moodul<br>Mpa | Vajalik<br>elastsus-<br>moodul MPa | Arvutuslik<br>niiskus W1<br>või Warv |
|                    |                                                       |                   | Kriteerium               | Nihkepinged MPa  |                  | Varu %  |                                      |                                    |                                      |
|                    |                                                       |                   |                          | t <sub>arv</sub> | t <sub>lub</sub> |         |                                      |                                    |                                      |
|                    |                                                       |                   | Üldine elastsusmoodul    |                  |                  | -47.0%  | 46.81                                | 130.00                             |                                      |
| 1*                 | Üleniiskunud kruus                                    | 35,0              |                          |                  |                  |         | 46.81                                |                                    |                                      |
|                    | D - tolmne saviliiv, raske tolmne saviliiv, tolmne ke |                   | Nihkepinged aluspinnasel | 0.0633           | 0.0173           | -266.3% |                                      |                                    | 0.831                                |
|                    | Katendi kogupaksus                                    | 35.0              |                          |                  |                  |         | Parandustegur Δ                      |                                    | 0.000                                |

Lõik 2 – km 2.260...2.350 tõuseb tee muldesse raudteeülesõidu kohal.

Lõik 3 – km 2.350...2.750 – keskmine kandevõime 90 MPa. Teekattes on palju auke, tee ääres on vee äravoolu takistavad äärevallid. Km 2.400 on tee veidi lohus, mistõttu oli seal kandevõime madalam, kui lõigul üldiselt.

Katendiarvutuslikult on lõigu 3 olukord kujutatud tabelis 3, mis on kooskõlas nii kandevõimemõõtmise kui geoloogiaga.

Tabel 3

## Lõigu 3 olukord katendiarvutuslikult

| ARVUTUSE KÄIK |                                                                   |             |                                                       |                                                     |                                                      |                                                |                                                     |                          |         |                        |
|---------------|-------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|---------|------------------------|
|               | Kihi nimetus                                                      | Kihi paksus | Kihi elast-<br>susmoodul<br>$E_{ekv}$<br>arvutamiseks | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>nihkele | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>paindele | Arvutatud<br>tõmbe-<br>pinged $R_{\text{max}}$ | Lubata-<br>vad<br>tõmbe-<br>pinged $R_{\text{lub}}$ | Sise-<br>hõõrde-<br>nurk | Nidusus | Kihtide<br>seotistegur |
| Kihi nr.      |                                                                   | cm          | MPa                                                   | MPa                                                 | MPa                                                  | MPa                                            | MPa                                                 | Kraad                    | C       | K3                     |
| 1             | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus)              | 20.0        | 180                                                   |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 45.0                     | 0.030   | 9.5                    |
| 2*            | Niiske kruus (90)                                                 | 35.0        | 90                                                    |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 40.0                     | 0.005   | 6.0                    |
| ALUS          | D - tolmne saviliiv, raske tolmne saviliiv, tolmne kerge liivsavi |             | 28.9                                                  |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 11.8                     | 0.009   | 1.5                    |

\* Kasutaja poolt lisatud / muudetud materjal

\* Kasutaja poolt lisatud / muudetud materjal

| ARVUTUSE TULEMUSED |                                                       |                   |                          |                  |                  |        |                                   |                                 |                                      |
|--------------------|-------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------------|--------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| Kihi nr.           | Kihi nimetus                                          | Kihi paksus<br>cm | Tugevuse näitaja         |                  |                  |        | Üldine elastsus-<br>moodul<br>Mpa | Vajalik elastsus-<br>moodul MPa | Arvutuslik<br>niiskus W1<br>või Warv |
|                    |                                                       |                   | Kriteerium               | Nihkepinged MPa  |                  | Varu % |                                   |                                 |                                      |
|                    |                                                       |                   |                          | t <sub>arv</sub> | t <sub>lub</sub> |        |                                   |                                 |                                      |
|                    |                                                       |                   | Üldine elastsusmoodul    |                  |                  | 1.0%   | 89.24                             | 130.00                          |                                      |
| 1                  | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus)  | 20.0              |                          |                  |                  |        | 89.24                             |                                 |                                      |
| 2*                 | Niiske kruus (90)                                     | 35.0              | Nihkepinged              | 0.0423           | 0.0384           | -10.1% | 56.02                             |                                 |                                      |
|                    | D - tolmne saviliiv, raske tolmne saviliiv, tolmne ke |                   | Nihkepinged aluspinnasel | 0.0273           | 0.0173           | -57.8% |                                   |                                 | 0.831                                |
|                    | Katendi kogupaksus                                    | 55.0              |                          |                  |                  |        | Parandustegur Δ                   |                                 | 0.000                                |

Kuna tee laius on väiksem, kui minimaalne vajalik (tolmuvaba ehk pinnatud katte laius peab olema vähemalt 6 m, vajab tee laiendamist.

Lõik 4 – km 2.750...3.000 – väga pehme piirkond, kus maapind õõtsus ainult inimese jala all, teekattes oli palju roopaid ja pragusid. Võib lähtuda, et kandevõime piirkonnas on kõige madalam mõõdetud väärtus ehk 27 MPa.

Katendiarvutuses tuleb olemasolevat teed käsitleda kui looduslikku pinnast.

Kuna tee laius on väiksem, kui minimaalne vajalik (tolmuvaba ehk pinnatud katte laius peab olema vähemalt 6 m, vajab tee laiendamist.

Lõik 5 – km 3.000...3.280 – keskmine kandevõime 80 MPa, kuid kasutada võib sama lahendust, kui lõigus 3. Samuti vajab tee laiendamist.

## **8. Konstruktiivsed lahendused**

Käsitletava tee peamine parandusmetoodika peaks olema kuivenduse parandamine läbi kraavide puhastamise, servavallide eemaldamise ja teekatendi tõstmise.

Konstruksioonide väljatöötamisel on arvestatud sellega, et kasutatavad materjalid oleksid objektist mõistlikul kaugusel. Objektile lähedal olevad karjäärid:

- ca 10 km raadiuses on kaks kruusakarjäär – Ahekõnnu II kruusakarjäär (Trev-2) ja Rinnaku kruusakarjäär (Vändra MP OÜ);
- Kuni 40 km kaugusel asuvad Analema dokolivikarjäär (kust saab vajamineva ridakillustiku, kui kruusakarjäärides ei pakuta sobilikku kruuskillustikku), Laudaru kruusakarjäär (OÜ Jürmets), Lintsi kruusakarjäär (Homeline OÜ) ja Kõltsi kruusakarjäär (Maanteeamet).

Lõik 1, km 1.99...2.260:

1. eemaldada tee peenralt kasvupinnas (foto 9);
2. olemasolev tee tuleb profileerida 4% kalde alla ja tihendada, tagada olukord, et vesi saaks vabalt voolata tee keskelt kraavidesse (ehk profileerimine peab ulatuma teepeenrasse, et saaks rajada vajaliku laiusega katendi). Lõikamissügavus peab ulatuma minimaalselt aukude põhjani või min 5 cm sügavuseni;
3. kuna vana teekatte all paikneb muld ja turvas, tuleb kasutada geotekstiili ja -võrku. Paigaldada II profiili eraldav geotekstiil, mille peale geovõrk NAUE Secugrid 30/30 Q1 või analoog (näiteks Tensar TX160, Enkagrid MAX 30, Huesker Basetrack Grid PP 30) kompenseerimaks arvutuses näidatud puudujääki nihkepingetes. Samuti on suunal 2 teeäärne liivane ja äravajunud piirkond km 2.180...2.250, geovõrk koos peale tuleva kruusaga võimaldab selle parandada;
4. teelõigu katendiarvutus on esitatud tabelis 4, mille alusel tuleb konstruktsiooni tugevdamiseks ja teekatte pinna tõstmiseks kasutada 25 cm kruuspinnast;
5. kattekihina kasutada 10 cm optimaalset kruusasegu (pos 5 või 6), mille asemel võib kasutada 8 cm freespuru. Anda teele 4% kalle, mis pinnata 2.5xE.

Arvestada tuleb sellega, et lõik 1 saaks ühtlaselt viidud kokku lõiguga 2.

Tabel 4

## Katendiarvutus lõigule 1

| ARVUTUSE KÄIK                                |                                                                |                   |                                                              |                                                     |                                                      |                                                |                                                     |                                    |                                      |                              |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
|                                              | Kihi nimetus                                                   | Kihi paksus       | Kihi elast-<br>susmoodul<br>$E_{\text{ekv}}$<br>arvutamiseks | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>nihkele | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>paindele | Arvutatud<br>tõmbe-<br>pinged $R_{\text{max}}$ | Lubata-<br>vad<br>tõmbe-<br>pinged $R_{\text{lub}}$ | Sise-<br>hõõrde-<br>nurk           | Nidusus                              | Kihtide<br>seotistegur<br>K3 |
| Kihi nr.                                     |                                                                | cm                | MPa                                                          | MPa                                                 | MPa                                                  | MPa                                            | MPa                                                 | Kraad                              | C                                    |                              |
| 1                                            | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus)           | 10.0              | 180                                                          |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 45.0                               | 0.030                                | 9.5                          |
| 2                                            | Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]                                      | 25.0              | 150                                                          |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 43.0                               | 0.010                                | 8.0                          |
| 3*                                           | Üleniiskunud kruus (65)                                        | 35.0              | 65                                                           |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 40.0                               | 0.005                                | 6.0                          |
| ALUS                                         | D - tolme saviliiv, raske tolme saviliiv, tolme kerge liivsavi |                   | 28.9                                                         |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 11.8                               | 0.009                                | 1.5                          |
| * Kasutaja poolt lisatud / muudetud materjal |                                                                |                   |                                                              |                                                     |                                                      |                                                |                                                     |                                    |                                      |                              |
| ARVUTUSE TULEMUSED                           |                                                                |                   |                                                              |                                                     |                                                      |                                                |                                                     |                                    |                                      |                              |
| Kihi nr.                                     | Kihi nimetus                                                   | Kihi paksus<br>cm | Tugevuse näitaja                                             |                                                     |                                                      |                                                | Üldine<br>elastsus-<br>moodul<br>Mpa                | Vajalik<br>elastsus-<br>moodul MPa | Arvutuslik<br>niiskus W1<br>või Warv |                              |
|                                              |                                                                |                   | Kriteerium                                                   | Nihkepinged MPa                                     |                                                      | Varu %                                         |                                                     |                                    |                                      |                              |
|                                              |                                                                |                   |                                                              | $t_{\text{arv}}$                                    | $t_{\text{lub}}$                                     |                                                |                                                     |                                    |                                      |                              |
|                                              |                                                                |                   | Üldine elastsusmoodul                                        |                                                     |                                                      | 8.2%                                           | 95.64                                               | 130.00                             |                                      |                              |
| 1                                            | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus)           | 10.0              |                                                              |                                                     |                                                      |                                                | 95.64                                               |                                    |                                      |                              |
| 2                                            | Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]                                      | 25.0              | Nihkepinged                                                  | 0.0458                                              | 0.1024                                               | 55.3%                                          | 81.33                                               |                                    |                                      |                              |
| 3*                                           | Üleniiskunud kruus (65)                                        | 35.0              | Nihkepinged                                                  | 0.0208                                              | 0.0384                                               | 45.8%                                          | 46.81                                               |                                    |                                      |                              |
|                                              | D - tolme saviliiv, raske tolme saviliiv, tolme ke             |                   | Nihkepinged aluspinnasel                                     | 0.0186                                              | 0.0173                                               | -7.8%                                          |                                                     |                                    | 0.831                                |                              |
|                                              | Katendi kogupaksus                                             | 70.0              |                                                              |                                                     |                                                      |                                                | Parandustegur Δ                                     |                                    | 0.000                                |                              |



Foto 9. Lõigus 1 on tee ääres laiad peenrad, mis takistavad vee äravoolu kraavi.

Lõik 2, raudtee muldkeha ja raudteeülesõit, km 2.260...2.350:

- olemasolev tee tuleb profileerida 4% kalde alla, tagada olukord, et vesi saaks vabalt voolata tee keskelt kraavidesse. Lõikamissügavus peab olema minimaalselt aukude põhjani või vähemalt 5 cm sügavuseni;
- jätta profileeritud pind tihendamata ja paigaldada peale min 5 cm optimaalset kruusasegu (pos 5). Kasutades optimaalse segu asemel freespuru, tuleb pind tihendada ja kihipaksus peab olema 8 cm.
- pinnata teekate 2.5xE.

Lõik 3, km 2.350...2.750:

- km 2.400 piirkonnas (raudtee muldkehalt maha sõites) on kerge lohk ning tee kandevõime seetõttu madal. Võrreldes km 2.500 on km 2.400 ca 30 cm madalamal. Vahemikku km 2.350...2.450 paigaldada 15...20 cm kruuspinnast;



2. katendiarvutuse kohaselt (tabel 5) peab vajaliku tulemuse saavutamiseks suurendama optimaalse segu kihipaksust 5 cm võrra ja paigaldama peale 8 cm freespuru. Kuna olemasolev teekate sisaldab liiga palju peenosiseid, tuleb kattekihi terakoostist muuta – lõigust võetud proov sisaldas peenosiseid 16.0%, kuid vajalik on vahemik 8...15.0%. Vähendamaks peenosiste hulka segus ja suurendamaks kihi deformatsioonikindlust (kevadise vaatluse ajal oli teekattes näha roopaid), tuleks muuta kulumiskihi terastikulist koostist minimaalselt 10 cm sügavuselt lisades olemasolevale kruusale 50% ulatuses ridakillustikku fr 4/32. Läbi selle muudetakse kattekihi terastikuline koostis vastavaks pos 6 nõuetele vähendades peenosisesisaldust alla 10% peale (joonis 16). Anda tee 4% kahepoolne kalle;
- 2.1.sisuliselt tähendab eelnev seda, et olemasolevale tee vedada peale 10 cm killustikku ja segada see läbi min 10 cm sügavuselt olemasoleva kruusaga.
3. paigaldada kas 8 cm freespuru või 10 cm optimaalset kruusasegu (pos 5 või 6);
4. tee pinnata 2.5xE.

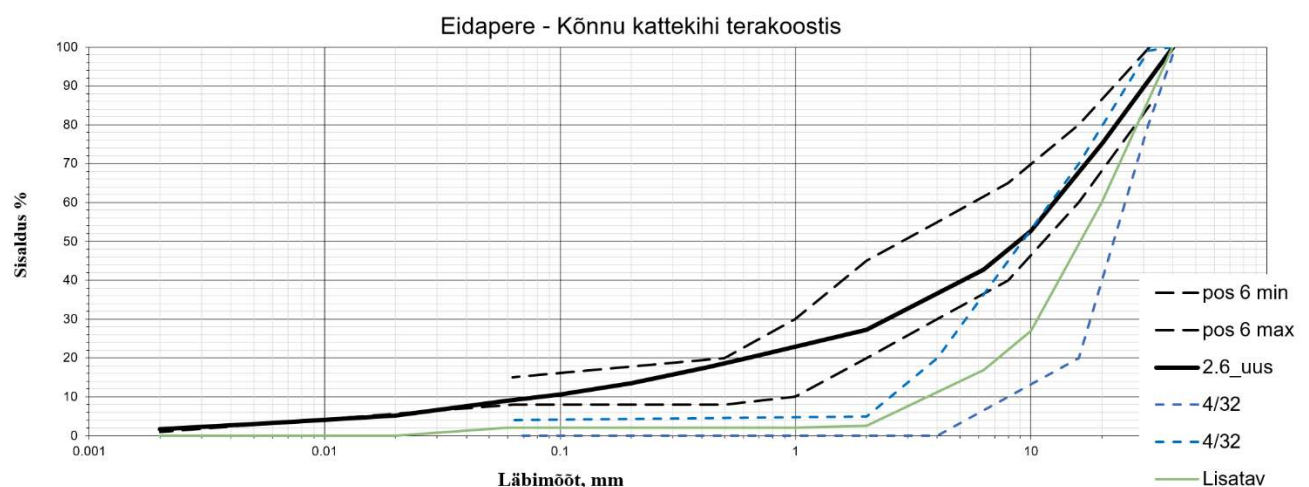
Tabel 5

### Katendiarvutus lõigule 3

| ARVUTUSE KÄIK |                                                                   |                   |                                                             |                                                            |                                                             |                                                |                                                  |                          |              |                              |
|---------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------|--------------|------------------------------|
| Kihi nr.      | Kihi nimetus                                                      | Kihi paksus<br>cm | Kihi elast-<br>susmoodul<br>$E_{kv}$<br>arvutamiseks<br>MPa | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>nihkele<br>MPa | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>paindele<br>MPa | Arvutatud<br>tõmbe-<br>pinged $R_{max}$<br>MPa | Lubata-<br>vad tõmbe-<br>pinged $R_{lub}$<br>MPa | Sise-<br>hõõrde-<br>nurk | Nidusus<br>C | Kihtide<br>seotistegur<br>K3 |
| 1             | Pinnatud freespurukate                                            | 8.0               | 400                                                         |                                                            |                                                             |                                                |                                                  |                          |              |                              |
| 2             | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus)              | 25.0              | 180                                                         |                                                            |                                                             |                                                |                                                  | 45.0                     | 0.030        | 9.5                          |
| 3*            | Niiske kruus (90)                                                 | 35.0              | 90                                                          |                                                            |                                                             |                                                |                                                  | 40.0                     | 0.005        | 6.0                          |
| ALUS          | D - tolmne saviliiv, raske tolmne saviliiv, tolmne kerge liivsavi |                   | 28.9                                                        |                                                            |                                                             |                                                |                                                  | 11.8                     | 0.009        | 1.5                          |

\* Kasutaja poolt lisatud / muudetud materjal

| ARVUTUSE TULEMUSED |                                                       |                   |                          |                  |                  |        |                                      |                                    |                                      |
|--------------------|-------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------------|--------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Kihi nr.           | Kihi nimetus                                          | Kihi paksus<br>cm | Tugevuse näitaja         |                  |                  |        | Üldine<br>elastsus-<br>moodul<br>Mpa | Vajalik<br>elastsus-<br>moodul MPa | Arvutuslik<br>niiskus W1<br>või Warv |
|                    |                                                       |                   | Kriteerium               | Nihkepinged MPa  |                  | Varu % |                                      |                                    |                                      |
|                    |                                                       |                   |                          | t <sub>arv</sub> | t <sub>lub</sub> |        |                                      |                                    |                                      |
|                    |                                                       |                   | Üldine elastsusmoodul    |                  |                  | 37.0%  | 121.08                               | 130.00                             |                                      |
| 1                  | Pinnatud freespurukate                                | 8.0               |                          |                  |                  |        | 121.08                               |                                    |                                      |
| 2                  | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus)  | 25.0              | Nihkepinged              | 0.0423           | 0.3649           | 88.4%  | 97.42                                |                                    |                                      |
| 3*                 | Niiske kruus (90)                                     | 35.0              | Nihkepinged              | 0.0209           | 0.0384           | 45.5%  | 56.02                                |                                    |                                      |
|                    | D - tolmne saviliiv, raske tolmne saviliiv, tolmne ke |                   | Nihkepinged aluspinnasel | 0.0159           | 0.0173           | 8.2%   |                                      |                                    | 0.831                                |
|                    | Katendi kogupaksus                                    | 68.0              |                          |                  |                  |        | Parandustegur Δ                      |                                    | 0.000                                |



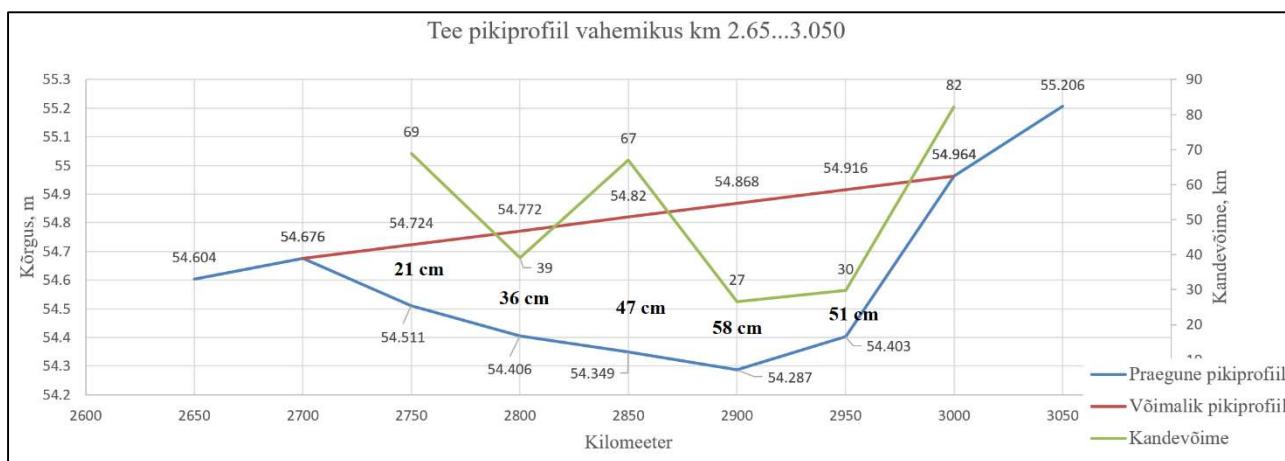
Joonis 16. Lisades olemasolevale kattekruusale 50% mahus ridakillustikku fr. 4/32, muudetakse kattekihi terastikulist koostis sobilikumaks pindamise aluseks.

#### Lõik 4, km 2.750...3.000:

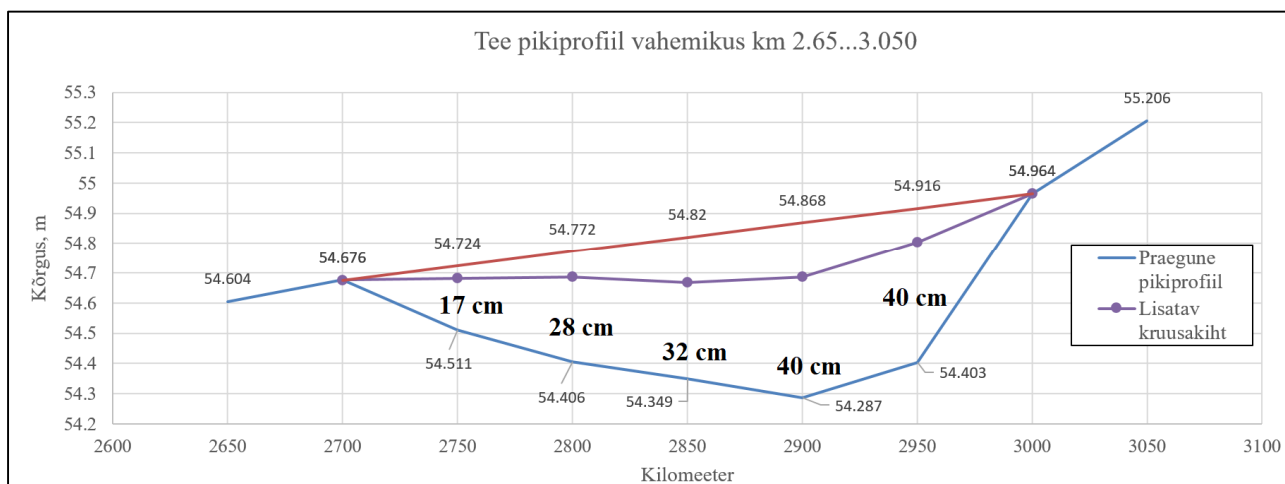
1. olemasolev tee tuleb profileerida 4% kalde alla ja tihendada, tagada olukord, et vesi saaks vabalt voolata tee keskelt kraavidesse. Lõikamissügavus peab ulatuma minimaalselt aukude põhjani või vähemalt 5 cm sügavuseni;

Joonisel 17 on esitatud olemasoleva teekatte pikiprofiil, uus võimalik pikiprofiil, kui on omavahel ühendatud punktid km 2.700 ja km 3.000 ning nende kõrguslik erinevus ja mõõdetud kandevõimed. Katendiarvutus kõige ebasoodsamas kohas on esitatud tabelis 6 ja lisatavad kruusakihi paksused sõltudes pikiprofiilist ja kandevõimest joonisel 18.

2. vahemikus km 2.750...2.980 tuleb paigaldada geovõrk NAUE Secugrid 30/30 Q1 või analoog (näiteks Tensar TX160, Enkagrid MAX 30, Huesker Basetrack Grid PP 30) kompenseerimaks puudujääke nihketugevuses, mille peale joonise 18 kruusapaksused.
3. kattekihina kasutada 10 cm optimaalset kruusasegu, anda teele 4% kalle, mis pinnata 2.5xE.



Joonis 17. Olemasolev pikiprofiil, uus võimalik pikiprofiil ning nende kõrguslik erinevus ja mõõdetud kandevõimed.



Joonis 18. Vajaminevad lisatavad kruuspinnase kihipaksused vahemikus km 2.700...3.000. Kruusa alla tuleb paigaldada geotekstiil koos geovõrguga ja peale 10 cm pos 5 või 6 kulumiskihti, mille võib asendada ka 8 cm freespuruga.

Tabel 6

## Lõigu 4 katendiarvutus

| ARVUTUSE KÄIK |                                                                   |             |                                                              |                                                     |                                                      |                                                |                                                     |                          |         |                              |
|---------------|-------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|---------|------------------------------|
|               | Kihi nimetus                                                      | Kihi paksus | Kihi elast-<br>susmoodul<br>$E_{\text{ekv}}$<br>arvutamiseks | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>nihkele | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>paindele | Arvutatud<br>tõmbe-<br>pinged $R_{\text{max}}$ | Lubata-<br>vad<br>tõmbe-<br>pinged $R_{\text{lub}}$ | Sise-<br>hõõrde-<br>nurk | Nidusus | Kihtide<br>seotistegur<br>K3 |
| Kihi nr.      |                                                                   | cm          | MPa                                                          | MPa                                                 | MPa                                                  | MPa                                            | MPa                                                 | Kraad                    | C       |                              |
| 1             | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus)              | 10.0        | 180                                                          |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 45.0                     | 0.030   | 9.5                          |
| 2             | Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]                                         | 40.0        | 150                                                          |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 43.0                     | 0.010   | 8.0                          |
| ALUS          | D - tolmne saviliiv, raske tolmne saviliiv, tolmne kerge liivsavi |             | 28.9                                                         |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 11.8                     | 0.009   | 1.5                          |

| ARVUTUSE TULEMUSED |                                                       |                   |                          |                  |                  |        |                                      |                                    |                                      |
|--------------------|-------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------------|--------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Kihi nr.           | Kihi nimetus                                          | Kihi paksus<br>cm | Tugevuse näitaja         |                  |                  |        | Üldine<br>elastsus-<br>moodul<br>Mpa | Vajalik<br>elastsus-<br>moodul MPa | Arvutuslik<br>niiskus W1<br>või Warv |
|                    |                                                       |                   | Kriteerium               | Nihkepinged MPa  |                  | Varu % |                                      |                                    |                                      |
|                    |                                                       |                   |                          | $t_{\text{arv}}$ | $t_{\text{lub}}$ |        |                                      |                                    |                                      |
|                    |                                                       |                   | Üldine elastsusmoodul    |                  |                  | 3.1%   | 91.18                                | 130.00                             |                                      |
| 1                  | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus)  | 10.0              |                          |                  |                  |        | 91.18                                |                                    |                                      |
| 2                  | Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]                             | 40.0              | Nihkepinged              | 0.0456           | 0.1024           | 55.5%  | 76.49                                |                                    |                                      |
|                    | D - tolmne saviliiv, raske tolmne saviliiv, tolmne ke |                   | Nihkepinged aluspinnasel | 0.0277           | 0.0173           | -60.5% |                                      |                                    | 0.831                                |
|                    | Katendi kogupaksus                                    | 50.0              |                          |                  |                  |        | Parandustegur Δ                      |                                    | 0.000                                |

Lõik 5, km 3.000...3.280:

1. sarnaselt lõigule 3 muuta kattekihi terakoostist min 10 cm sügavuselt lisades olemasolevale kruusale 50% ulatuses ridakillustikku fr 4/32 (vedada peale 10 cm paksune ridakillustikukiht ja segada see min 10 cm ulatuses läbi vana teekattega). Anda teele 4% kahepoolne kalle;
2. paigaldada kas 8 cm freespuru või 10 cm optimaalset kruusasegu (pos 5 või 6);
3. tee pinnata 2.5xE.

km 3.020 asub vasakul pool teed suur kivi (foto 10), mille olemasoluga teetööde tegemisel arvestada. Kivi eemaldamise või allesjätmise otsustab tellija.



Foto 10. km 3.020 asub suuna 2 tee ääres suur kivi.





Joonis 19. Lõikude 1...5 orienteeruvad asukohad (Google maps).

## 9. Nõuded ja muud

Tööd tuleb sooritada lähtudes Tee ehitamise kvaliteedi nõuetest, kus on muuhulgas kirjeldatud aluse ehitamiseks kasutatava kruuspinnase vajalikud omadused:

„Sidumata segudest aluste ehitamiseks teedel, mille keskmine liiklussagedus on alla 200 auto ööpäevas, võib kasutada mineraalmaterjale, millel on täidetud järgnevad nõuded:

1. tera läbimõõt  $D$  on vähemalt 16 mm;
2. vastavalt standardile EVS-EN 13285 on soovitatav terakoostise kategooria valida kas  $G_A$ ,  $G_B$ ,  $G_C$ ,  $G_O$ ,  $G_P$  või  $G_E$ , samas peenosiste sisaldus peab vastama vähemalt kategooriale  $UF_7$ ;
3. jämetäitematerjali purustatud pindadega terade sisaldus peab vastama vähemalt kategooriale  $C 50$  ja purunemiskindluse maksimaalväärtuse kategooria peab olema vähemalt  $LA_{40}$ .“

Lisaks tuleb killustiku kasutamisel lähtuda Maanteeameti Killustikust katendikihtide ehitamise juhiseist, freespuru paigaldamisel Kergkatete ehitamise juhiseist, pindamisel Maanteeameti Pindamisjuhiseist ja geosünteedide kasutamisel nende paigaldusjuhendist.

Kruusatee remondi ja pindamisega tolmuva kate ehitamise vahele peaks jääma tehnoloogiline paus, et parandatud teest saaks välja auruda üleliigne niiskus. Kogemused on näidanud, et kui seda ei järgita, kipub pindamine laiguti lagunema. Kui kruusatee remont tehakse sügisel, peaks pindamise tegema alles järgmise aasta suvel. Soovitus ei kehti juhul, kui pindamine tehakse kruusakihi asemel freespuru peale.

Konstruktiivsete lahenduste juures võib optimaalse segu asendada freespuruga. Sellisel juhul minimaalne kihipaksus peab olema 8 cm.

### Mahasõidud

Mahasõit koos truubiga tuleb rajada km 2.250 vasakule poole ja km 2.950 vasakule poole.

Km 2.690 (parem pool) mahasõidult tuleb koorida kasvupinnas ja paigaldada kruuspinnas.

## Truubid

Truubid km 2.265, 2,345 ja km 2.695 tuleb puhastada, lisaks truup km 2.950 mahasõidu all.

## Kraavide puhastamine ja kaevamine

Tee ääres on üldiselt olemas madalad kraavid, kuid need tuleb puhastada. Teetööde tehnilises kirjelduses öeldakse, et oleva kraavi põhi ja nõlvad tuleb puhastada kaevates kuni 0,5 m sügavuselt, sealjuures jälgides, et oleks tagatud minimaalne nõutav kraavi pikikalle ja minimaalne lubatav muldkeha nõlvus.

## **10. Tee laiendamine**

Olemasoleva tee tolmuvaba katte laius saab olla kuni 5.0 m ja eelnevate lahendustega ei nähtud ette tee laiendamist. Laiemaks tegemine nõuab alates km 2.260 tee muldkeha laiendamist, lõigus 1 saab seda teha teepeenra arvelt.

Muldkeha laiendamine nõuab projekti koostamist [Maanteeameti MULDKAHA JA DREENKIHI PROJEKTEERIMISE, EHITAMISE JA REMONDI JUHIS, p. 8.1: „/.../ Antud juhise järgi muldkeha ja drenkihi remondil on projekti tegemine kohustuslik (st muldkeha ja drenkihi laiendamist, remonti ja rekonstrueerimist ei või teha teetööde tehnilise kirjeldusega ja selleks on vajalik ehitusluba.)/.../“], mida käesoleva projekti raames kogutud andmete põhjal teha ei saa.

- Käesoleva aruande autor leiab, et Eidapere – Kõnnu tee laiendamine ei ole mõistlik, kuna käsitletavale teelõigule eelnev teelõik (km 0...1.99) on pinnatud laiusega vahemikus 5.0...5.5 m, mistõttu on viimase lõigu laiendamine ebaproportsionaalne. Teeregistris sisalduvad andmed, mille järgi on pinnatud tee laius 6.0 ja rohkem meetrit, ei ole korrektsed!

Soovides tingimata km 1.99...3.28 siiski laiendada, on saab lähtuda järgnevast:

Lõik 1 – eemaldada teepeenralt kasvupinnas (tegevus oli varasemalt juba ette nähtud) ja rajada ettenähtud katend vajalikus laiuses.

Lõik 2 – raudteeülesõit (foto 11), kus tee tõuseb muldesse. GPSi andmetele tuginedes on raudtee pealispind ca 1 m kõrgemal, kui teekate enne muldesse tõusu. Raudteeülesõidu laius on ca 5 m ja paikneb tee suhtes veidi vasakul. Tee laiendamisel tuleb seda teha paremalt poolt.

Laiendamiseks tuleb mõlemalt poolt raudtee muldkeha oleva tee muldkeha paremalt poolt eemaldada ehituseks sobimatu pinnas. Lähedaoleva geoloogia ja maaradari andmetele põhinedes on kihi paksus kuni 1.0 m. Laiendamine tuleb teha olemasoleva tee ja raudtee külge astmeliselt. Kui laiendatakse teed, tuleb laiendada ka raudteeülesõitu. Koos laiendamisega tuleb õgvendada ka olemasolevad kraavid ja pikendada betoontruubid või vahetada need tervenisti välja.

Lõigud 3...5 – geoloogia alusel on ehituseks sobimatu pinnase (turvas ja/või turvastunud muld) paksus kuni 1 m, mille all kruusane liivane savimõll, kohati peenliiv. Laiendamise saab teha vaid olemasoleva kraavi asemel, mis eeldab pärast uue kraavi kaevamist. Samuti vajab teega külgnev mets raadamist, et oleks võimalik kaevata uus kraav. Laienduse ühendamise olemasoleva teega tuleb lahendada astmeliselt.

Kõik mahasõidud tuleb peale tee laiendamist ja uue kraavi kaevamist taastada.

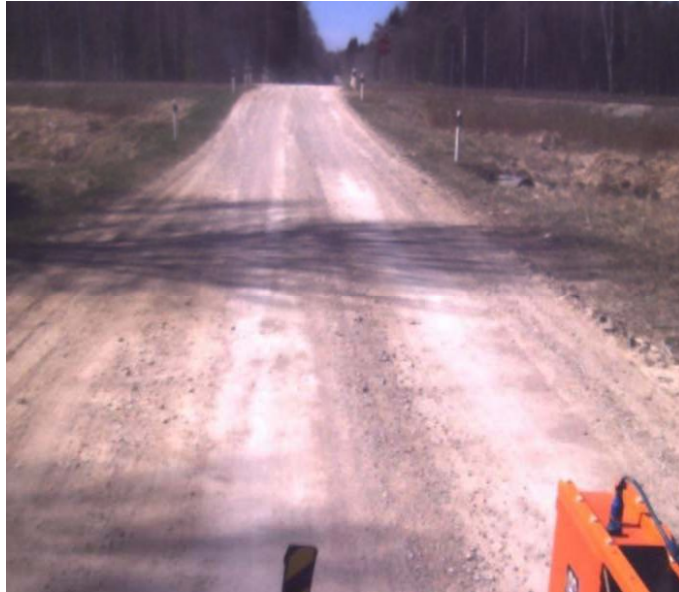


Foto 11. Raudteeõlesõit on olemasoleva tee suhtes nihkunud veidi vasakule.

| Spets nr. | Töö nimetus                                                                                            | Ühik | maht    | 1990-2260 | 2260-2350 | 2350-2750 | 2750-3000 | 3000-3280 |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|           | <b>Ettevalmistustööd</b>                                                                               |      |         |           |           |           |           |           |
| 20301     | Liiklusmärkide eemaldamine (koos postide ja vundamendiga) ja hilisem tagasipaigaldus                   | tk   | 6       | 1         |           |           |           | 5         |
| 20305     | Tähispostide eemaldamine ja hilisem tagasipaigaldus                                                    | tk   | 5       | 1         |           | 4         |           |           |
|           | <b>Mullatööd</b>                                                                                       |      |         |           |           |           |           |           |
|           | <b><i>Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine KOKKU</i></b>                                            |      | 63      |           |           |           |           |           |
| 30103     | Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine (teepeenarde kultuurkihi koorimine)                            | m³   | 54      | 54        |           |           |           |           |
| 30103     | Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine (mahasõitudel kultuurkihi eemaldamine)                         | m³   | 9       | 4.0       |           | 1.0       | 4.0       |           |
| 30603     | Oleva mulde pealispinna planeerimine ja tihendamine                                                    | m²   | 6 789   | 1 485     | 468       | 2 080     | 1 300     | 1 456     |
| 30301     | Truupide puhastamine sh sisse-väljavoolude kultuurkihi eemaldamine                                     | m    | 49      |           | 14        | 22        | 13        |           |
| 30201     | Kraavide puhastamine                                                                                   | m    | 2 400   | 540       |           | 800       | 500       | 560       |
| 30701     | Geotekstiil, eraldav (II profiil)                                                                      | m²   | 2 860   | 1 485     |           |           | 1 375     |           |
| 30703     | Geovõrk                                                                                                | m²   | 3 120   | 1 620     |           |           | 1 500     |           |
|           | <b><i>Muldkeha ehitamine KOKKU</i></b>                                                                 |      | 11      |           |           |           |           |           |
| 30402     | Muldkeha ehitamine juurdevetavast pinnasest (mahasõidud)                                               | m³   | 11      | 5.0       |           | 1.0       | 5.0       |           |
|           | <b>Katendid</b>                                                                                        |      |         |           |           |           |           |           |
| 40501     | Killustikaluse rajamine laiusega 5.2 m, h = 10 cm                                                      | m²   | 3 016.0 |           |           | 1 560.0   |           | 1 456     |
| 40507     | Kruusaluse rajamine 5.5 m, h = 25 cm                                                                   | m²   | 1 485.0 | 1 485     |           |           |           |           |
| 40507     | Kruusaluse rajamine laiusega 5.5 m, h = 20 cm                                                          | m²   | 550.0   |           |           | 550.0     |           |           |
| 40507     | Kruusaluse rajamine laiusega 5.5 m, keskmine h = 26 cm                                                 | m²   | 1 650.0 |           |           |           | 1 650.0   |           |
| 40511     | Optimaalse segu paigaldus laiusega 5.2 m, h = 10 cm                                                    | m²   | 6 240.0 | 1 404     |           | 2 080     | 1 300     | 1 456     |
| 40511     | Optimaalse segu paigaldus laiusega 5.2 m, h = 5 cm                                                     | m²   | 468.0   |           | 468       |           |           |           |
| 44005     | Pindamine 2.5xE (eelpuistega 2x pindamine) laiusega 5 m                                                | m²   | 6 450.0 | 1 350     | 450       | 2 000     | 1 250     | 1 400     |
| 40507     | Kruusaluse rajamine mahasõidule h = 30 cm                                                              | m²   | 75.0    |           |           |           | 75        |           |
| 44501     | Mahasõitude ehitamine/Purustatud kruusast sirbikujulise profiiliga kate. MS tüüp I, keskmine h = 10 cm | m²   | 75.0    |           |           |           | 75        |           |
|           | <b>Truubid</b>                                                                                         |      |         |           |           |           |           |           |
| 51001     | Plastiktruup, läbimõõt 300 mm.                                                                         | m    | 18.0    | 9         |           |           | 9         |           |



# KULULOEND

Kõik maksumused EUR

| Art nr                                      | Töö kirjeldus                                                                                                             | Mõõtühik  | Maht | Ühiku hind | Maksumus         |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|------------|------------------|
| 1                                           | 2                                                                                                                         | 3         | 4    | 5          | 6                |
| Nr 1: ÜLDISED                               |                                                                                                                           |           |      |            |                  |
| 10201                                       | Proovivõtt ja katsetamine                                                                                                 | kogusumma | 1    | 500.00     | 500.00           |
| 10202                                       | Load. sh kommunikatsiooni valdajate kooskõlastused                                                                        | kogusumma | 1    | 100.00     | 100.00           |
| 10203                                       | Infotahvlid                                                                                                               | kogusumma | 1    | 100.00     | 100.00           |
| 10204                                       | Tööpiirkonna korrashoid                                                                                                   | kogusumma | 1    | 100.00     | 100.00           |
| 10206                                       | Tööohutus                                                                                                                 | kogusumma | 1    | 50.00      | 50.00            |
| 10207                                       | Keskkonnanõuded                                                                                                           | kogusumma | 1    | 50.00      | 50.00            |
| 10211                                       | Tööde mõõdistamine ja märkimistööd                                                                                        | kogusumma | 1    | 100.00     | 100.00           |
| Kokku ÜLDISED                               |                                                                                                                           |           |      |            | <b>1000.00</b>   |
| Nr 2: EHITUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE LÕIGUL |                                                                                                                           |           |      |            |                  |
| 20301                                       | Liiklusemärgi eemaldamine (koos postidega, vundamentidega jne.) ja hilisem tagasipaigaldus (kui jäävad ehitustöödel ette) | tk        | 6    | 20.00      | 120.00           |
| 20305                                       | Tähispostide eemaldamine ja hilisem tagasipaigaldus (kui jäävad ehitustöödel ette)                                        | tk        | 5    | 15         | 75.00            |
| Kokku EHITUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE LÕIGUL |                                                                                                                           |           |      |            | <b>195.00</b>    |
| Nr 3: MULLATÖÖD                             |                                                                                                                           |           |      |            |                  |
| 30103                                       | Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine                                                                                   | m³        | 63   |            |                  |
| 30603                                       | Oleva mulde pealispinna planeerimine ja tihendamine                                                                       | m²        | 6789 | 0.50       | 3394.50          |
| 30301                                       | Truupide puhastamine sh sisse-väljavoolude kultuurikihi eemaldamine                                                       | m         | 49   | 23.51      | 1154.34          |
| 30201                                       | Kraavide puhastamine                                                                                                      | m         | 2400 | 4.27       | 10248.00         |
| 30701                                       | Geotekstiil, eraldav (II profiil)                                                                                         | m²        | 2860 | 0.82       | 2345.20          |
| 30703                                       | Geovõrk                                                                                                                   | m²        | 3120 | 2.50       | 7800.00          |
| 30402                                       | Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest (tee profiil ja mahasõidud)                                                  | m³        | 11   | 31.08      | 341.88           |
| Kokku MULLATÖÖD                             |                                                                                                                           |           |      |            | <b>25283.92</b>  |
| Nr 4: KATEND                                |                                                                                                                           |           |      |            |                  |
| 40501                                       | Killustikaluse rajamine laiusega 5.2 m (killustiku segamine olemasoleva kruuskattega), h = 10 cm                          | m²        | 3016 | 4.00       | 12064.00         |
| 40507                                       | Kruusaluse rajamine 5.5 m, h = 25 cm                                                                                      | m²        | 1485 | 3.71       | 5509.35          |
| 40507                                       | Kruusaluse rajamine laiusega 5.5 m, h = 20 cm                                                                             | m²        | 550  | 2.97       | 1633.50          |
| 40507                                       | Kruusaluse rajamine laiusega 5.5 m, keskmine h = 26 cm                                                                    | m²        | 1650 | 3.86       | 6369.00          |
| 40511                                       | Optimaalse segu paigaldus laiusega 5.1 m, h = 10 cm                                                                       | m²        | 6240 | 2.90       | 18096.00         |
| 40511                                       | Optimaalse segu paigaldus laiusega 5.1 m, h = 5 cm                                                                        | m²        | 468  | 1.50       | 702.00           |
| 44005                                       | Pindamine 2.5xE (eelpuistega 2x pindamine) laiusega 5 m                                                                   | m²        | 6450 | 2.20       | 14190.00         |
| 40507                                       | Kruusaluse rajamine mahasõidule h = 30 cm                                                                                 | m²        | 75   | 7.12       | 534.00           |
| 44501                                       | Mahasõitude ehitamine/Purustatud kruusast sirbikujulise profiiliga kate. MS tüüp I, keskmine h = 10 cm                    | m²        | 75   | 6          | 450.00           |
| Kokku KATEND                                |                                                                                                                           |           |      |            | <b>59547.85</b>  |
| Nr 5: DRENAAŽ JA TRUUBID                    |                                                                                                                           |           |      |            |                  |
| 51001                                       | Plastiktruup, läbimõõt 300 mm                                                                                             | m         | 18   | 71.52      | 1287.36          |
| Kokku DRENAAŽ JA TRUUBID                    |                                                                                                                           |           |      |            | <b>1287.36</b>   |
|                                             |                                                                                                                           |           |      |            |                  |
| KOKKU ptk-d                                 |                                                                                                                           |           |      |            | <b>87314.13</b>  |
| ETTENÄGEMATA TÖÖD 5%                        |                                                                                                                           |           |      |            | 4365.71          |
| KOKKU KOOS ETTENÄGEMATA TÖÖDEGA             |                                                                                                                           |           |      |            | 91679.84         |
| KÄIBEMAKS 20%                               |                                                                                                                           |           |      |            | 18335.97         |
| KOKKU KÄIBEMAKSUGA                          |                                                                                                                           |           |      |            | <b>110015.81</b> |

Märkused:

## Tee nr. 20186 Sipa - Varbola km 0.04 – 14.588 (14.548 km)

Tee seisukorra hindamiseks ja sobiliku remondimeetme valikuks koguti järgnevat infot:

- varakevadine visuaalne vaatus;
- info kogumine andmebaasidest (Maa-ameti mullakaart, Teeregister);
- kandevõimemõõtmised FWD-seadmega kevadel;
- maaradari ülesõit koos tee ülespildistamisega hiliskevadel (kui teekate on kuiv ja maapind tahenenud);
- geoloogiliste puuraukude puurimine kohtadesse, mis on valitud vastavalt objekti visuaalsele vaatlusele ja FWD tulemuste analüüsile.

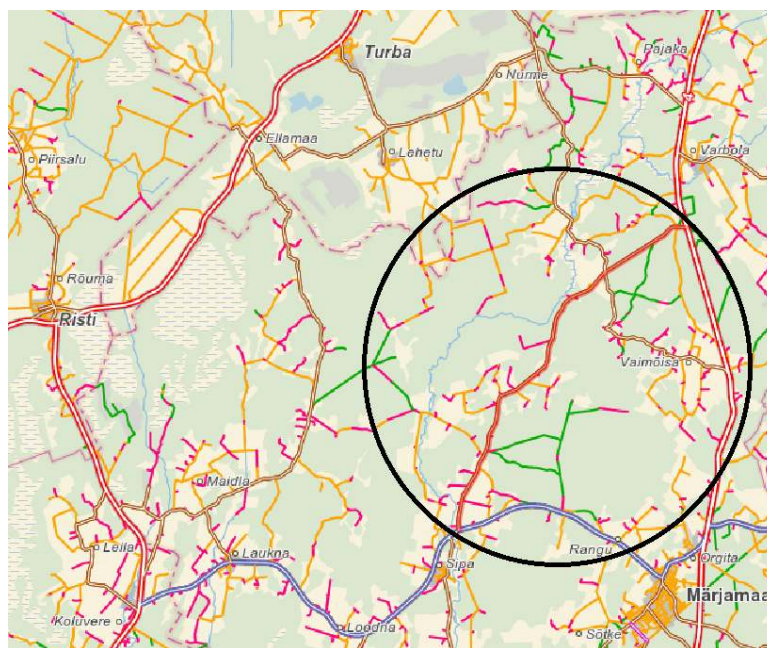
### 1. Objekti asukoht ja esialgne info Maa-ameti mullakaardilt

Objekti asukoht on näidatud joonisel 1. Mullakaardi põhjal, kuna tee on suhteliselt pikk, näib muldade paiknemine vaheldusrikkana. Üldistades saab esitada kokkuvõtte, et km 0...7.5 paikneb tee rähkmuldade levikualal, sealt edasi km 7.5...10.0 leostunud ja leetjatel gleimuldade levikualal ning seejärel uuesti kuni tee lõpuni km 10.0...14.5 rähkmuldadel.

Rähkimuldade levik viitab pigem kuivale piirkonnale, samuti võib paekiht olla suhteliselt maapinna lähedal.

Leostunud ja leetjaid gleimuldade iseloomustatakse kui alaliselt (keskmiselt) liigniisked mullad, kus liigniiskus on tingitud pidevalt mullaprofiili ulatuvast põhjaveest, rasketel muldadel lisandub ka ülavesi.

Seega mullakaardilt järeldub, et piirkonnas km 7.5...10.0 on tee liigniiskes ümbruskonnas (paikkond 3), kus esineb tõenäoliselt probleeme kandevõime ja külmakergetega, ülejäänud tee on kas paikkonnas 1 või 2 ning see oleneb peamiselt muldkeha ja/või maapinna profiili kõrgusest.



Joonis 1. Tee nr. 20186 Sipa - Varbola km 0.04 – 14.588 asukoht (Teeregister)

## 2. Tee üldiseloomustus Teeregistri põhjal

### Katendikihid:

Tee ehitamisel on aluskihtiks kasutatud looduslikku kruusliiva ja ehitamise aastaks on toodud 1972.

Km 7.5...8.57; 8.68...9.82 ja 9.93...10.5 on tehtud loodusliku kruusa lisamisega profiiliparandust, kuid kihipaksusi pole välja toodud. Km 8.57...8.68 ja 9.82...9.93 on paigaldatud aastal 2016 asfaltbetoonkate (5 cm AC 12 surf + 6 cm AC16 base), mille all on 25 cm fraktsioneeritud paekivikillustikust alus, tegemist on sildadele peale- ja mahasõitudega.

- Sillad asetsevad km 8.625 (Ruhma sild) ja 9.882 (Väike sild), mõlemad on renoveeritud aastal 2016.

### Teekatted:

- km 0.040...7.500 on aastal 2008 paigaldatud 5 cm optimaalse terastikuga kulumiskiit;
- km 7.500...8.573 on aastal 2009 paigaldatud 5 cm optimaalse terastikuga kulumiskiit;
- km 8.573...8.683 on aastal 2016 paigaldatud asfaltbetoonkate;
- km 8.683...9.826 on aastal 2009 paigaldatud 5 cm optimaalse terastikuga kulumiskiit;
- km 9.826...9.936 on aastal 2016 paigaldatud asfaltbetoonkate;
- km 9.936...10.500 on aastal 2009 paigaldatud 5 cm optimaalse terastikuga kulumiskiit;
- km 10.500...14.588 on aastal 2008 paigaldatud 5 cm optimaalse terastikuga kulumiskiit;

### Teekatete laiused on enamasti vahemikus 6...7 m, kuid järgmistes lõikudes on kitsam:

- km 6.500...7.100 on katte laius 5.8 m;
- km 7.100...7.200 on katte laius 5.5 m;
- km 7.2...7.700 on katte laius 5.2 m.

Liiklussagedus 2016: 84 AKÖL (sõiduautod ja pakiautod 97%, veoautod ja autobussid 2%, autorongid 1%, arvuliselt vastavalt 81, 2 ja 1 a/ööp). Tee tolmuva katte alla viimisel liiklussagedus tõenäoliselt suureneb, kuid mitte märkimisväärselt, kuna tee on kasutusel pigem teeäärsete elanike tarbeks. Tee ääres ei ole tööstusi, kuid palju on põllumajandusmaid.

Siirdekateni minimaalne eluiga on 7 aastat. Isegi kui liiklussagedus suureneb seitsmendaks aastaks kahekordselt, saadakse 168 AKÖL, ja kui liikluse koosseis jääb samaks, on veoautode ja autobusside arvutuslik hulk seitsmendaks aastaks 4 ning autorongide oma 2. Nende keskmine siirdetegur on vastavalt 2.67 ja 3.76, tee rajateguriks tuleks arvestada 0.55 ning seega tuleb koormussageduseks  $Q = (4 \cdot 2.67 + 2 \cdot 3.76) \cdot 0.55 = 10.0 \text{ V}_1/\text{ööp}$ .  $E_{\text{vaj}}$  on seega 126 MPa, mis on väiksem, kui siirdekatenile nõutav  $E_{\text{min}} = 130 \text{ MPa}$ . **Seega kasutatakse katendiarvutuses arvutusliku kandevoimena  $E_{\text{vaj}} = 130 \text{ MPa}$ .**

### Muldkeha väljaehitamise tase Teeregistri alusel:

- km 0.040...5.000 on 4 (madala muldkehaga kruusatee);
- km 5.000...8.000 on 3 (ilma muldkehata maapinna tasemel asuv kruusatee);
- km 8.000...10.500 on 4 (vahepeal on sillad ning nende koosseisus asfalteeritud lõigud);
- km 10.500...11.250 on 3;

- km 11.250...14.588 on 1 (mis ei ole ilmselt korrektne, tegelikult peaks olema 2 ehk ilma muldkehata kruusatee).

#### Truubid (tabel 1):

- kui puhastamine ei anna tulemust, oleks välja vaja vahetada truup asukohas km 5.033;
- tellija otsustada on, kas vajab vahetust ka truup asukohas km 0.999.

Tabel 1

#### Objektil olevad truubid ja nende asukohad

| Asukoht, m | Ehitusaasta | Truubikeha pikkus ilma tiibmüür | Päiste olemasolu | Ava läbimõõt | Seisukorra hinne                      | Truubi ehitamise materjal | Märkused                               |
|------------|-------------|---------------------------------|------------------|--------------|---------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------|
| 19         | 1972        | 19,2                            | päised on        | 0,75         | väga hea                              | raudbetoon                |                                        |
| 999        | 1972        | 11,4                            | päised on        | 0,75         | esineb üksikuid pisipuudusi (hea)     | raudbetoon                | Päised kergelt murenenud               |
| 1098       | 2014        | 12,0                            | päised on        | 0,5          | väga hea                              | plast                     | Kivikindlustus, 2 tähisposti           |
| 1475       | 2014        | 13,0                            | päised on        | 0,5          | väga hea                              | plast                     | Kivikindlustus, 2 tähisposti           |
| 5033       | 1972        | 12,0                            | päised on        | 1,0          | kuni 1/3 läbimõõdust umbes (rahuldav) | raudbetoon                | Vas.päis ristunud, 50% puudub äravool. |
| 7940       | 2009        | 10,0                            | päiseid ei ole   | 0,4          | väga hea                              | plast                     | 2 täh.posti                            |
| 8302       | 2009        | 10,0                            | päiseid ei ole   | 0,4          | väga hea                              | plast                     | 2 täh.posti                            |
| 9630       | 2009        | 10,0                            | päiseid ei ole   | 0,4          | väga hea                              | plast                     | 2 täh.posti                            |
| 10416      | 2014        | 12,0                            | päiseid ei ole   | 0,5          | väga hea                              | plast                     | Kivikindlustus, 2 tähisposti           |
| 14666      | 1999        | 12,0                            | päiseid ei ole   | 0,5          | väga hea                              | raudbetoon                | Kivikindlustus                         |

#### Mahasõidud (tabel 2):

- mahasõite on objektis 53 tk ja üks ristumine riigiteega (tee nr 20163);
- tabelis 2 on rohelisega märgitud mahasõitude näol tegemist ristumisega suuremate kohalike teedega.

Tabel 2

#### Objektis olevad mahasõidud ja nende asukohad

| Kaugus, m | Parem/vasak pool | Lügitus     | Laius | Mahasõidutee kate | Katte ulatus mahas. suunal  | Truubi olemasolu mahas.teel | Mahasõidutee kasutusotstarve | Kommentaari      |
|-----------|------------------|-------------|-------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------|
| 148       | vasakul          | eratee      | 3,0   | kruus             | katteta noka pikkus 6 ja >m | truup on                    | tegevuskoht                  |                  |
| 903       | vasakul          | eratee      | 3,0   | kruus             | katteta noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | elukohta sissesõit           |                  |
| 994       | vasakul          | eratee      | 2,0   | kruus             | katteta noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | elukohta sissesõit           |                  |
| 1073      | paremal          | kohalik tee | 4,0   | kruus             | katteta noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | piiramata otstarbega         |                  |
| 1303      | vasakul          | eratee      | 3,0   | kruus             | katteta noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | elukohta sissesõit           |                  |
| 1611      | vasakul          | eratee      | 3,0   | kruus             | katteta noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | elukohta sissesõit           |                  |
| 2157      | vasakul          | kohalik tee | 3,0   | kruus             | katteta noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | piiramata otstarbega         |                  |
| 2176      | paremal          | eratee      | 3,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup puudub                | põllu- ja metsamajandus      |                  |
| 2436      | paremal          | kohalik tee | 3,0   | kruus             | katteta noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | piiramata otstarbega         |                  |
| 2810      | vasakul          | kohalik tee | 3,0   | kruus             | katteta noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | piiramata otstarbega         |                  |
| 2845      | paremal          | eratee      | 2,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup puudub                | elukohta sissesõit           |                  |
| 3067      | paremal          | eratee      | 3,0   | kruus             | katteta noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | põllu- ja metsamajandus      |                  |
| 3609      | paremal          | kohalik tee | 3,0   | kruus             | katteta noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | piiramata otstarbega         | Tähispostid 2 tk |
| 3735      | vasakul          | eratee      | 2,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup puudub                | põllu- ja metsamajandus      |                  |
| 3883      | vasakul          | eratee      | 2,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup puudub                | põllu- ja metsamajandus      |                  |
| 4358      | vasakul          | eratee      | 3,0   | katteta           | nokk puudub                 | Andmed puuduvad             | põllu- ja metsamajandus      |                  |
| 4800      | paremal          | eratee      | 3,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup puudub                | põllu- ja metsamajandus      |                  |
| 4825      | vasakul          | kohalik tee | 3,0   | kruus             | katteta noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | piiramata otstarbega         |                  |
| 4902      | paremal          | eratee      | 4,0   | kruus             | katteta noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | elukohta sissesõit           |                  |
| 5134      | vasakul          | kohalik tee | 4,0   | kruus             | katteta noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | piiramata otstarbega         |                  |
| 5242      | vasakul          | eratee      | 3,0   | kruus             | katteta noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | elukohta sissesõit           |                  |
| 5292      | vasakul          | eratee      | 3,0   | kruus             | katteta noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | elukohta sissesõit           |                  |
| 5671      | paremal          | kohalik tee | 3,0   | kruus             | katteta noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | piiramata otstarbega         |                  |
| 5673      | vasakul          | eratee      | 2,0   | kruus             | katteta noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | elukohta sissesõit           |                  |
| 6242      | paremal          | kohalik tee | 3,0   | kruus             | katteta noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | piiramata otstarbega         |                  |
| 6604      | vasakul          | eratee      | 2,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup puudub                | elukohta sissesõit           |                  |
| 6605      | paremal          | eratee      | 2,0   | kruus             | katteta noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | elukohta sissesõit           |                  |



| Kaugus, m | Parem/vasak pool | Liigitus    | Laius | Mahasõidutee kate | Katte ulatus mahas. suunal  | Truubi olemasolu mahas.teel | Mahasõidutee kasutusotstarve | Kommentaar        |
|-----------|------------------|-------------|-------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------|
| 7106      | paremal          | eratee      | 3,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup puudub                | elukohta sissesõit           |                   |
| 7215      | paremal          | eratee      | 3,0   | kruus             | kattega noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | elukohta sissesõit           |                   |
| 7962      | vasakul          | eratee      | 5,0   | kruus             | kattega noka pikkus 6 ja >m | truup on                    | elukohta sissesõit           | pl.tr. 0,4 L=12,5 |
| 7970      | paremal          | eratee      | 3,0   | kruus             | noka pikkus 1...5m          | truup on                    | põllu- ja metsamajandus      | pl.tr. 0,3 L=6    |
| 8339      | vasakul          | eratee      | 2,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup puudub                | põllu- ja metsamajandus      |                   |
| 8610      | paremal          | eratee      | 3,0   | kruus             | kattega noka pikkus 6 ja >m | truup on                    | põllu- ja metsamajandus      | pl.tr. 0,4 L=12 m |
| 8847      | vasakul          | eratee      | 3,0   | kruus             | kattega noka pikkus 6 ja >m | truup on                    | põllu- ja metsamajandus      | pl.tr. 0,4 L=9 m  |
| 9503      | paremal          | eratee      | 3,0   | kruus             | kattega noka pikkus 6 ja >m | truup on                    | elukohta sissesõit           | pl.tr. 0,4 L=9 m  |
| 9713      | vasakul          | eratee      | 2,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup puudub                | elukohta sissesõit           |                   |
| 9844      | paremal          | kohalik tee | 5,0   | kruus             | kattega noka pikkus 6 ja >m | truup on                    | piiramata otstarbega         | pl.tr. 0,4 L=12 m |
| 10007     | vasakul          | eratee      | 2,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup puudub                | elukohta sissesõit           |                   |
| 10157     | vasakul          | eratee      | 2,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup puudub                | elukohta sissesõit           |                   |
| 10252     | vasakul          | eratee      | 2,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup puudub                | elukohta sissesõit           | kasutuseta        |
| 10276     | paremal          | eratee      | 3,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup puudub                | elukohta sissesõit           |                   |
| 10348     | vasakul          | eratee      | 2,0   | kruus             | kattega noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | elukohta sissesõit           |                   |
| 10698     | vasakul          | eratee      | 3,0   | kruus             | kattega noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | elukohta sissesõit           |                   |
| 12445     | vasakul          | eratee      | 2,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup puudub                | põllu- ja metsamajandus      |                   |
| 12932     | paremal          | eratee      | 3,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup puudub                | põllu- ja metsamajandus      |                   |
| 13272     | paremal          | eratee      | 3,0   | kruus             | kattega noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | põllu- ja metsamajandus      |                   |
| 14017     | paremal          | eratee      | 3,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup puudub                | põllu- ja metsamajandus      |                   |
| 14315     | vasakul          | kohalik tee | 5,0   | kruus             | kattega noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | piiramata otstarbega         |                   |
| 14375     | vasakul          | kohalik tee | 4,0   | kruus             | kattega noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | piiramata otstarbega         |                   |
| 14382     | vasakul          | kohalik tee | 4,0   | katteta           | kattega noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | piiramata otstarbega         |                   |
| 14385     | paremal          | kohalik tee | 4,0   | katteta           | kattega noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | piiramata otstarbega         |                   |
| 14410     | vasakul          | eratee      | 2,0   | kruus             | kattega noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | elukohta sissesõit           |                   |
| 14460     | paremal          | eratee      | 2,0   | kruus             | kattega noka pikkus 6 ja >m | truup puudub                | tegevuskoht                  | mobiilimast       |

### 3. Tee visuaalse vaatluse info

Tee kevadine ülevaatus tehti 24.03.17, mil metsavahelistel lõikudel oli tee osaliselt veel külmunud, kuid lagedal sulanud. Peamised tuvastatud probleemid olid seotud pealmise kihiga – teekattes oli palju auke (fotod 1, 3...6), kattekruus oli väga „ligane“ ning esines kohti, kuhu oleks võinud tavalise sõiduautoga kinni jääda (foto 4), esines ka ulatuslikke roopaid (foto 3). Vaatlusega nähtus, et vee äravoolamine teekattelt on takistatud (kas kraavide puudumise, ebapiisava põikkalde, liiga madala tee ja/või tee ääres olevate vallide tõttu), mis on peamiseks kattedefektide tekke põhjuseks.



Foto 1 asukohas km 6.7 näitab, et teekate on märg, tee asub kohati maapinnast madalamal, mistõttu veel ei ole võimalik ära voolata tekitades probleeme kandevõime, roobaste ja aukudega.



Foto 2 asukoht km 9.0. Kohad, mis olid piisava kaldega ja mille ääres olid kraavid ning vee äravool nendesse ei olnud takistatud, olid paremas seisus.



Fotod 3 ja 4 asukoht km 10.1. Tee on olemasoleva maapinnaga tasa, kraave pole, tee kalle on ebapiisav, teekattes on näha sügavaid roopaid. Tee ääres on vettinud lahtine kruusakiht, millesse sõiduautoga sisse sõites võib tekkida liiklusohhtlikke olukordi.



Foto 5 asukoht km 11.0. Teekattes on rohkelt auke. Vee äravool teekattelt on takistatud, kuigi tee äärtes on madalad kraavid





Foto 6 asukoht km 12.5. Veel ei ole võimalust pääseda teekattelt ära, tee on olemasoleva maapinnaga tasa ja tee ääres on vallid; kraave ei ole

Hiliskevadel (mai keskel) oli tee olukord suhteliselt hea, kuna hiljuti oli toimunud kevadine hõõveldus. Metsavahelistel lõikudel (kus päike ei kuivata teekatte pinda) ja piirkondades, kus oli tehtud soolaga tolmutõrjet, esines mõningaid auke, lagedad lõigud tolmasid ning oli palju lahtist kruusa.

Vaatlusega külmakerkelisi kohti ei tuvastatud, kuid märgati kohti, kus teekatend oli pehmenenud ja liikluse mõjust läbi vajunud. Kui üldiselt olid taolised kohad kitsad roopad (foto 7), mis on tulenenud kattekihist, siis km 7.63 asus koht, mis oli vajunud läbi kogu teekonstruktsiooni osas (foto 8). Antud kohas oli kandevõime vaid 23 MPa ning väga madal kandevõime jätkus kuni km 8.4 (lõigu keskmine ca 30 MPa).



Fotod 7 ja 8. Tavapärane oli olukord, kus teekattes olid roopad, mis lähtusid kattekihi pehmenemisest (näiteks km 9.5), kuid km 7.63 oli koht, kus läbi oli vajunud kogu teekonstruktsioon.

#### 4. Kandevõime ja selle analüüs

Kandevõime mõõdeti objektil 11.04.17 KUAB kahemassilise FWD-seadmega, mis suudab mõõta läbipaindeid üle 5000  $\mu\text{m}$  ja mille koormusimpulss on tavapärasest FWD-seadmetest tänu

kahemassilisele süsteemile pikem, mistõttu on seade kruusateedel mõõtmisteks väga hästi sobilik. Mõõtmine sooritati malekorras iga 50 m tagant.

Mõõtmistulemuse põhjal arvutati kandevõime kasutades valemit 1. Seadme küljes oli kõrgtäpne GPS (+/- 5 cm), millega registreeriti nii punkti asukoht kui absoluutkõrgus seadme pealt (seega on teekatte pinna suhtes kõrgused suhtelised). Kuna teelõik on pikk, siis järgnevalt analüüsitakse arvutatud kandevõimet mõlemas sõidusuunas ca 5 km lõikude kaupa.

$$E_{eq} = \frac{0,25\pi * (1 - \nu^2) * F * S}{d_0}$$

Valem 1

kus

$E_{eq}$  – üldine E-moodul koormusplaadi keskmes, MPa;

$\nu$  – Poisson' tegur (kruusateedel tuleks arvestada 0,35);

F – kontaktsurve koormusplaadi all, kPa (300 mm koormusplaadi ja 50 kN koormuse kasutamisel saadakse 707 kPa);

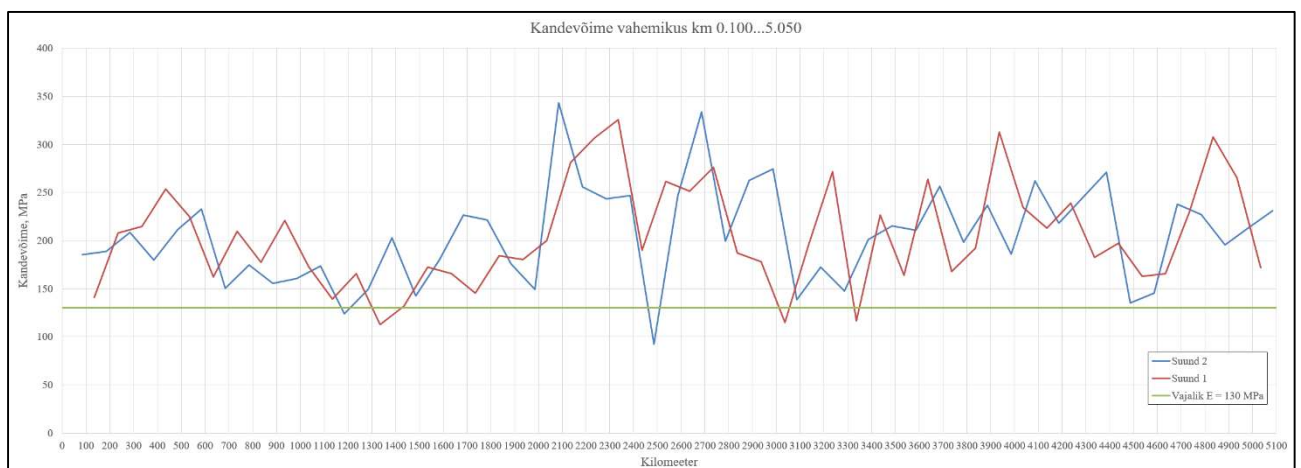
S – koormusplaadi diameeter, mm;

$d_0$  – vajum koormusplaadi keskmes,  $\mu\text{m}$ .

#### 4.1. Kilomeetrid 0...5.050

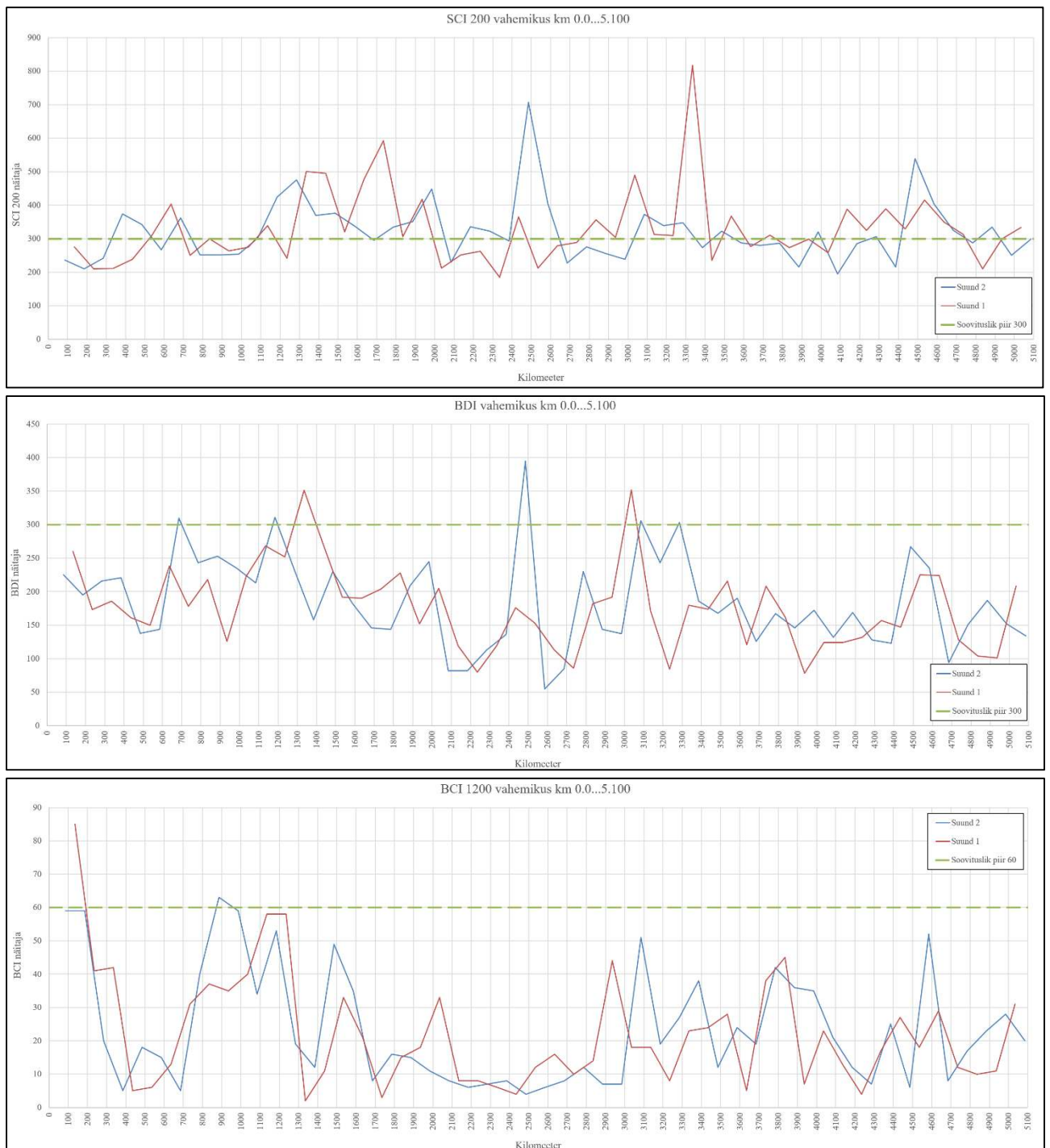
Kandevõime km 0...5.100 on esitatud joonisel 2. Vajalik kandevõime  $E_{vaj} = 130$  MPa on tagatud peaaegu kogu teelõigu pikkuses. Nõutust madalamad kandevõimed on saadud suunal 2 kilomeetritel 1.200 ja 2.500 ning suunal 1 kilomeetritel 1.350, 3.050, 3.350.

Suuna 2 madalamate kandevõimedega kohtadel ületavad piiri nii SCI kui BDI väärtused (joonis 3), sama seos on nähtav suuna 1 puhul, v.a mõõtmispunktis 3.350, kus BDI on korras. BCI väärtused on enamasti kõik allapoole piiri ja punktides, kus see on ületatud, kandevõimega probleeme pole.



Joonis 2. Kandevõime vahemikus km 0.1...5.100.



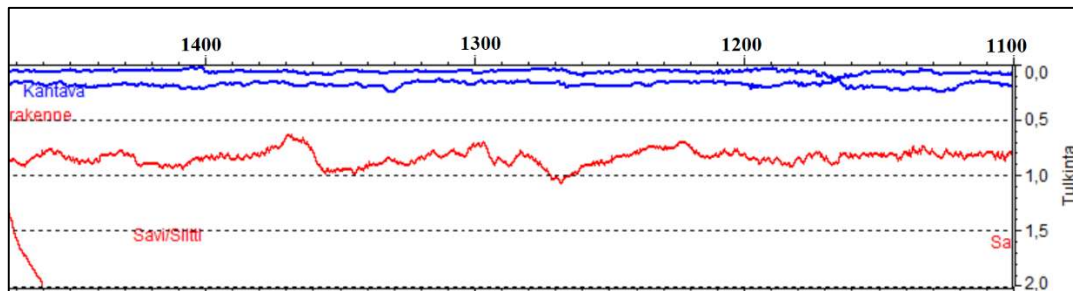


Joonis 3. SCI, BDI ja BCI parameetrid lõigul km 0...5.100

Punktist km 1.350 võeti geoloogia saades joonisel 1 kujutatud ristlõike. Teekatendi paksus on punktis 60 cm, mille all on õhuke mullakiht. Maaradariprofiil joonisel 5 näitab antud piirkonnas suhteliselt ühtlasi kihipaksusi. Punktid km 1.200 ja 1.350 on saadud fotol 9 kujutatud piirkonnast. Selgitus punktide madalale kandevõimele on maapinnaga tasa olev tee ning seega vee takistatud äravool teekattelt, mistõttu on vajalik kraavide rajamine. Kuna madala kandevõimega oli siit piirkonnast vaid kaks punkti, siis sellest järeldub, et mulla olemasolu (v.t joonis 4 geoloogia läbilõiget) on mõjutanud kandevõimet vähe ning seega mulla eemaldamine teekatendi alt ei ole vajalik.

|                             |                     |                          |                     |                              |                          |                                      |                                                                 |                                |            |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| Kaevandi<br>tähis<br>ja nr. | PA-20186-1.335      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 16.06.2017<br>GMI 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | -                                                               | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 16.06.2017 |
| X=6533140                   |                     |                          |                     |                              | Y=517805                 |                                      |                                                                 |                                |            |
|                             | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige    | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                                               |                                |            |
| 1                           |                     | 0.60                     | -0.60               | 0.60                         | ①                        | 4120                                 | Teekate: rohke kruusaga mälline keskliiv, 0,25-0,37m killustik. |                                |            |
|                             |                     | 0.90                     | -0.90               | 0.30                         | ③                        |                                      | Muld                                                            |                                |            |
|                             |                     | 1.20                     | -1.20               | 0.30                         | ⑧                        |                                      | Savimöll: keskthie.                                             |                                |            |
|                             |                     | 1.90                     | -1.90               | 0.70+                        | ⑦                        |                                      | Möllsavi: Liivane savi, kõva, hall.                             |                                |            |

Joonis 4. Geoloogiapunkt km 1.335 (suunal 1 ehk paremal sõidurajal).



Joonis 5. Maaradariprofiil km 1.100...1.400 (kilomeetreid jooksevad „vastupidi“, kuna tee mõõdeti üles tee lõpust algusesse ehk suunal 2, vasakul pool teed).

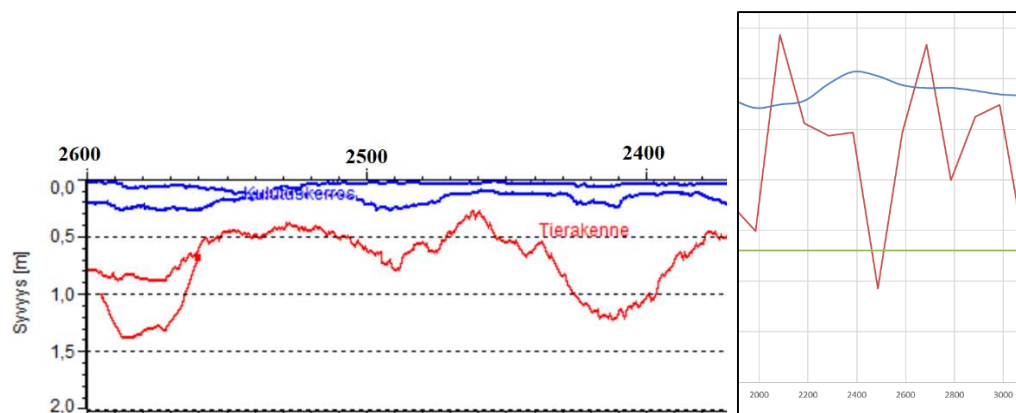


Foto 9. Madalad kandevõimed punktides km 1.200 ja 1.350 saadi sellest piirkonnast.

Madal kandevõime punktis km 2.500 oli tingitud sellest, et tee tõusis künka peale, kus teekatendi paksus on väga õhuke ning tee ääres on servavall, mis takistab vee äravoolu, mistõttu teekatend on niisketel aegadel üleniiskunud olukorras. Fotol 10 kujutatakse mõõtmiskohta (foto võtmise ajal tuli vastu auto, mistõttu segab pilti tolmutpily), joonisel 6 maaradari profiili mõõtmiskohast ning joonisel 7 sinise joonega pikiprofiili, millest nähtub, et madala kandevõimega punkt punkt on künka peal. Kuna muud mõõtmispunktid piirkonnas näitasid piisavaid kandevõimeid (ka seal, kus katendi paksus oli väike), siis järeldus madala kandevõime põhjuse osas km 2.500 on vee äravoolu takistava servavalli olemasolu, mis tuleb eemaldada.



Foto 10. Km 2.500 mõõtepunkti kõrval oli vee äravoolu takistav servavall.



Joonised 6 ja 7. Maaradariprofiil näitab km 2.500 piirkonnas õhukesi teekatendi kihipaksusi.

Joonisel 7 sinine joon on pikiprofiil, mis näitab mõõtmispunkti paiknemist künkal fotol 10 tähistatud kohal.

Madal kandevõime punktis km 3.050 oli tingitud sellest, et mõõtmispunktis pole tee ääres kraavi (nagu oli enne ja pärast mõõtepunkti). Maapind on metsast tee poole kaldus, mistõttu vesi valgub ümbritsevast keskkonnast teekatendisse (foto 11). Lahenduseks on kraavi kaevamine tee äärde. Antud kohast võeti ka geoloogiapunkt, mis on tüüpilisele kruusateele kohane (joonis 8), mille põhjal ei saa väita, et kandevõime oleks nõrk katendis kasutatud materjalide tõttu. Kandevõime tõstmiseks on vajalik kaevata tee äärde kraav.



Foto 11. Km 3.050 madal kandevõime on seostatav sellega, et metsast on maapind kaldus tee poole ning tee ääres pole kraavi.

|                             |                     |                          |                     |                              |                         |                                      |                                                |                                |            |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| Kaevandi<br>tähis<br>ja nr. | PA-20186-3.035      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 16.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | -                                              | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 16.06.2017 |
| X=6534836                   |                     |                          |                     |                              | Y=518639                |                                      |                                                |                                |            |
|                             | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                              |                                |            |
| 1                           |                     | 0.35                     | -0.35               | 0.35                         | ①                       | 4119                                 | Teekate: rohke kruusaga mõeline keskliiv.      |                                |            |
|                             |                     | 0.55                     | -0.55               | 0.20                         | ②                       |                                      | Täide: keskliiv.                               |                                |            |
|                             |                     | 0.80                     | -0.80               | 0.25                         | ③                       |                                      | Moreen: orgaanikaga kruusane liivane savimöll. |                                |            |
|                             |                     |                          |                     | 0.55                         | ④                       |                                      | Moreen: Kruusane liivane savimöll.             |                                |            |
|                             |                     | 1.35<br>1.50             | -1.35<br>-1.50      | 0.15+                        | ⑤                       |                                      | Moreen: Mõeline kruus (jämpurdmoreen), kõva.   |                                |            |

Joonis 8. Geoloogiline läbilõige punktis km 3.050 (suund 1).

Madal kandevõime punktis km 3.350 oli tingitud sellest, et mõõtepunkti kõrval ei paiknenud kraavi (nagu oli enne ja pärast punkti, foto 12), vesi oli muutnud kattekruusa pehmeks (sellest tingituna ka ülikõrge SCI väärtus joonisel 3). Lahendus on kraavi kaevamine tee äärde.

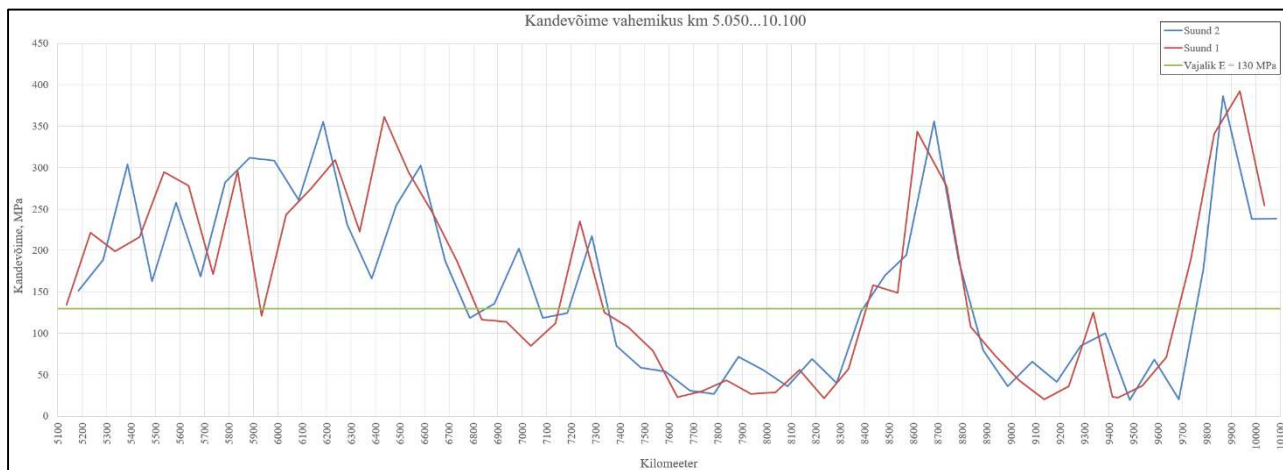


Foto 12. Km 3.350 piirkonnast, millest nähtub, et madalama kandevõimega kohas pole tagatud vee äravool teekattelt.

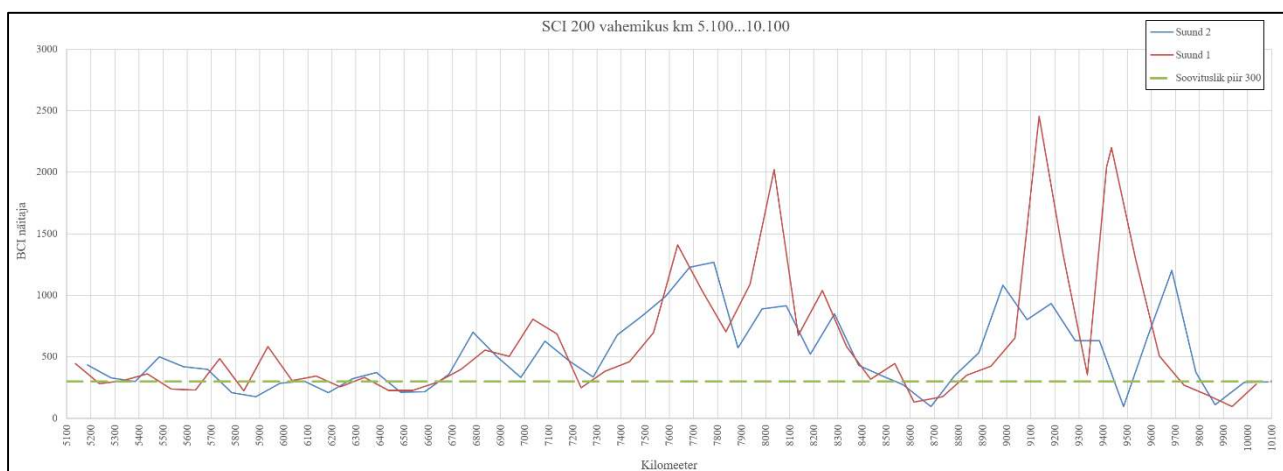


## 4.2. Kandevõime km 5.100...10.100

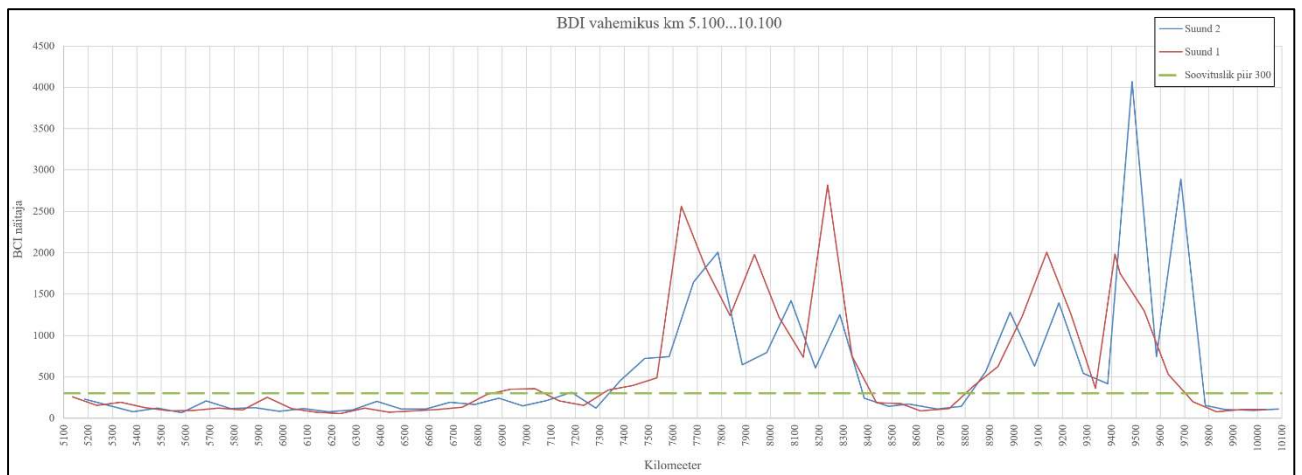
Kandevõime km 5.100...10.100 on esitatud joonisel 13, millest nähtub, et vahemikus km 6.750...9.800 on kandevõimed enamasti väga madalad. Joonistel 14, 15 ja 16 on esitatud SCI, BDI ja BCI näitajad. Järgnevalt analüüsitakse igat madala kandevõimega kohta eraldi.



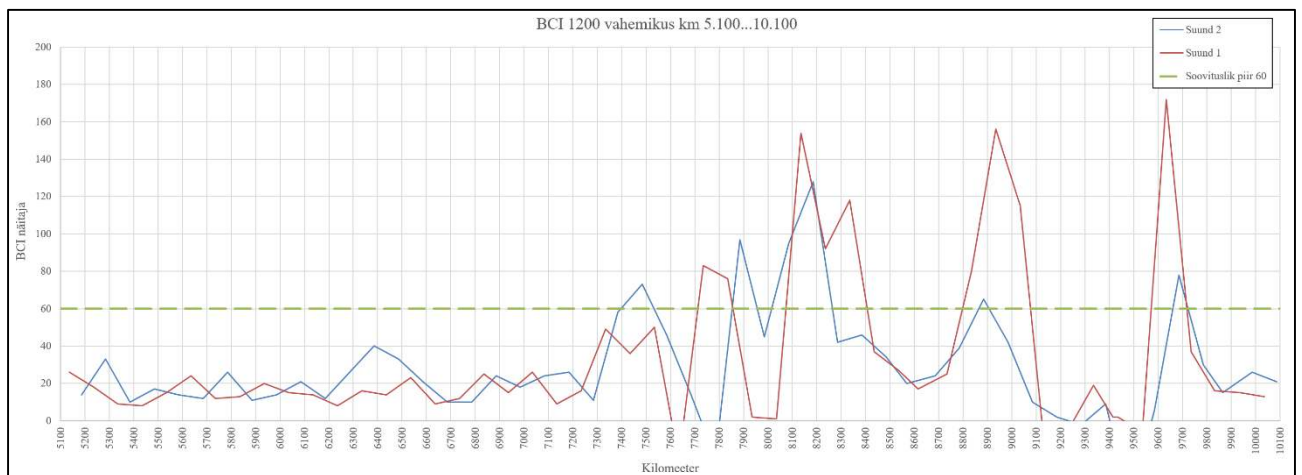
Joonis 13. Arvutatud kandevõime vahemikus km 5.100...10.100.



Joonis 14. SCI 200 näitajad vahemikus km 5.100...10.100 on kohati väga kõrged, mis viitab materjalide suurele niiskussisaldusele.



Joonis 15. BDI näitajad vahemikus km 5.100...10.100 on kohati väga kõrged. Teekatendis on tõenäoliselt veeküllastunud niiskustundlikud pinnased.



Joonis 16. BCI 1200 näitajad vahemikus km 5.100...10.100. Osades punktides on väärtus negatiivne, mis võib olla põhjustatud sellest, et teatud metsavahelistes lõikudes võis teekonstruktsioonis olla veel jääd.

Km 5.950 on üksik punkt, mis erineb kandevõime poolest ülejäänud punktidest. Antud kohas on SCI näitaja kõrge, kuid BDI ja BCI on korras. Fotolt 13 nähtub see, et antud punktis on kattekruus liivane, mis on ka madala kandevõime põhjuseks. Antud kohta on vaja lisada jämetäitematerjali ning muuta kattekiht homogeensemaks.



Foto 13. „Liivataskud“ teekattes ei kanna liikluskooormust ning taolistes kohtades on ka kandevõime madal.

Km 6.750...9.750 võib käsitleda kui ühte madala kandevõimega teelõiku. Alates km 7.400 toimub järsk kandevõime kukkumine, mis paraneb vahemikus km 8.450...8.800, kus on Ruhma sild. Kandevõime paraneb ka Väike silla piirkonnas.

Mullakaardi põhjal on tee km 7.5...10.0 tee liigniiskes ümbruskonnas. Piirkonnast võeti kolm puurauku: km 7.035 (joonis 18), 7.785 (joonis 19) ja 9.485 (joonis 20), mis näitavad väga õhukesi teekatendi kihipaksusi, mille all on kas muld või savi. Sama nähtub ka maaradariprofiilist ehk teekatendi kihipaksused on õhukesed (kruusakiht 20...30 cm). Sildade ümbruses kandevõime suureneb oluliselt ning samas maaradari profiil näitab ka suuremaid kihipaksusi (joonis 21).

Seega kandevõime tõstmiseks tuleks näiteks suurendada teekatendi tusedust kasutades geosünteediga armeerimist. Teeregistri info põhjal on varasemalt tehtud antud piirkonnas loodusliku kruusaga profiiliparandust ning kulumiskihi lisamist, kuid need ei ole andnud kandevõime suhtes piisavalt tulemust, kuna kihipaksused on olnud liiga väikesed. Kruusateena võib antud teelõik sõiduauto liiklusele vastu pidada suhteliselt hästi, kuid paigaldades selle peale tolmuva kate, vajatakse suuremat kandevõimet; vastasel juhul tekivad teekattesse sisse võrkpraod ja roopad.

Km 7.00 on kurvi peal kungas (foto 14), mis võib hakata tekitama liiklussageduse suurenemisel peale tee tolmuva kate alla viimist liiklusohtlikke olukordi ning mis seega oleks soovituslik likvideerida. Samuti on tee piirkonnas km 6.500...7.700 (joonis 17) Teeregistri alusel kitsas, mistõttu tuleks seda laiendada vähemalt 6 m peale:

- km 6.500...7.100 on kate laius 5.8 m;
- km 7.100...7.200 on kate laius 5.5 m;
- km 7.2...7.700 on kate laius 5.2 m.



Foto 14. ja joonis 17. Vahemiku km 6.5...7.7 on tee laius alla 6 m, mistõttu tuleks teed laiendada. Km 7.0 on kurvi peal kungas, mis võib tekitada liiklusohhtlikke olukordi ja mis seega tuleks eemaldada.

| Kaevandi tähis ja nr. | PA-20186-7.035 | Suudme abs. kõrgus | 0.00          | Puuritud (kuup.) Seade | 16.06.2017 GM 65 GTT | Pinnasevee sügavus/abs. kõrgus | -                                               | Veepind mõõdetud (kuup.) | 16.06.2017 |
|-----------------------|----------------|--------------------|---------------|------------------------|----------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------|------------|
| X=6537875             |                |                    |               |                        | Y=520755             |                                |                                                 |                          |            |
|                       | Geo. in-deks   | Süga-vus m         | Abs. korgus m | Pak-sus m              | Geoloogiline lõige   | Proovi (labori nr.)            | Pinnase kirjeldus                               |                          |            |
| 1                     |                | 0.23               | -0.23         | 0.23                   | ①                    | 4118                           | Teekate: rohke kruusaga mölline keskliiv.       |                          |            |
|                       |                |                    |               |                        |                      |                                | Muld: sisaldab kruusa, alates 0,65m kruusa 20%. |                          |            |
|                       |                | 1.35               | -1.35         | 1.12                   | ③                    |                                |                                                 |                          |            |
|                       |                | 1.50               | -1.50         | 0.15+                  | ⑨                    |                                | Moreen: Mölline kruus (jädepurdmoreen), kõva.   |                          |            |

Joonis 18. Geoloogiline lõige km 7.035 näitab õhukese kruusakihi paiknemist mullal. Kandevõime oli antud punktis 85 MPa.

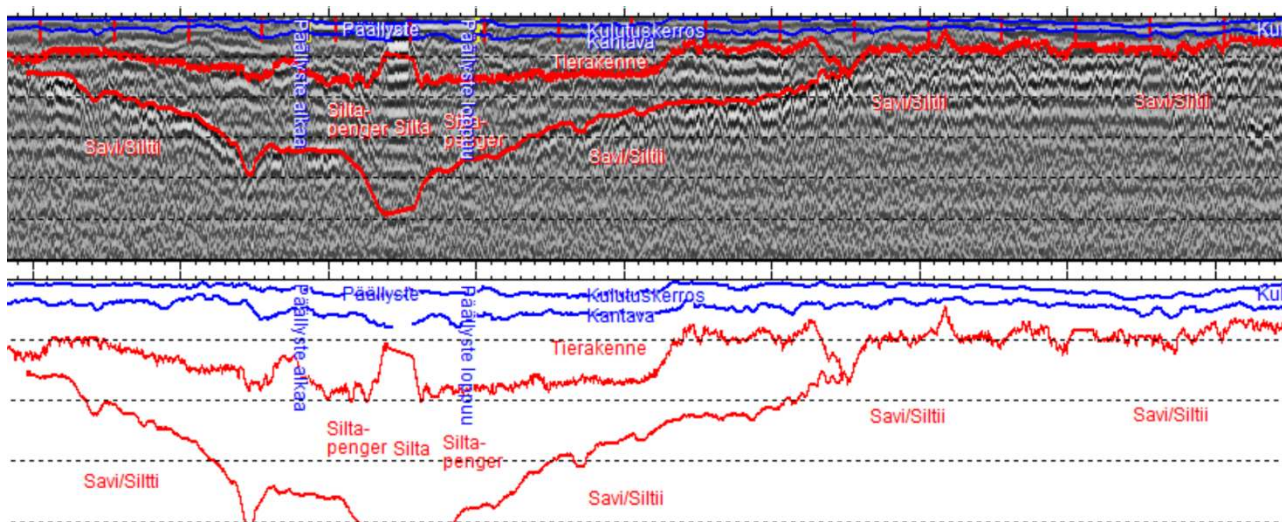
| Kaevandi tähis ja nr. | PA-20186-7.785 | Suudme abs. kõrgus | 0.00          | Puuritud (kuup.) Seade | 16.06.2017 GM 65 GTT | Pinnasevee sügavus/abs. kõrgus | -                                                               | Veepind mõõdetud (kuup.) | 16.06.2017 |
|-----------------------|----------------|--------------------|---------------|------------------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------|------------|
| X=6538605             |                |                    |               |                        | Y=520902             |                                |                                                                 |                          |            |
|                       | Geo. in-deks   | Süga-vus m         | Abs. korgus m | Pak-sus m              | Geoloogiline lõige   | Proovi (labori nr.)            | Pinnase kirjeldus                                               |                          |            |
| 1                     |                | 0.27               | -0.27         | 0.27                   | ①                    | 4117                           | Teekate: rohke kruusaga mölline keskliiv.                       |                          |            |
|                       |                | 0.40               | -0.40         | 0.13                   | ①                    |                                | Teekate: orgaanikaga rohke kruusaga mölline keskliiv.           |                          |            |
|                       |                | 0.70               | -0.70         | 0.30                   | ③                    |                                | Muld                                                            |                          |            |
|                       |                | 0.90               | -0.90         | 0.20                   | ⑧                    |                                | Savimöll: sitke.                                                |                          |            |
|                       |                | 1.50               | -1.50         | 0.60+                  | ⑨                    |                                | Moreen: Kruusane liivane savimöll, poolkõva, alates 1,35m kõva. |                          |            |

Joonis 19. Geoloogiline lõige km 7.785, mille alusel teekatendi paksus on 40 cm, millest kolmandik orgaanikasisaldusega. Kandevõime oli antud punktis 27 MPa.



|                             |                   |                          |                  |                              |                           |                                                                   |   |                                |            |
|-----------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------|------------|
| Kaevandi<br>tähis<br>ja nr. | PA-20186-9.485    | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00             | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 16.06.2017<br>GM 65 GTT   | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus                              | - | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 16.06.2017 |
| X=6540155                   |                   |                          |                  |                              | Y=521498                  |                                                                   |   |                                |            |
| Geo.<br>in-<br>deks         | Süga-<br>vus<br>m | Abs.<br>kõrgus<br>m      | Pak-<br>sus<br>m | Geoloogiline<br>lõige        | Proovi<br>(labori<br>nr.) | Pinnase kirjeldus                                                 |   |                                |            |
| 1                           | 0.30<br>0.50      | -0.30<br>-0.50           | 0.30<br>0.20     | ①<br>③                       | 4116                      | Teekate: rohke kruusaga mölline keskliiv.                         |   |                                |            |
|                             |                   |                          | 1.30+            | ⑨                            |                           | Muld: Moreen: Kruusane liivane savimöll, sitke, niiske kuni märg. |   |                                |            |
|                             | 1.80              | -1.80                    |                  |                              |                           |                                                                   |   |                                |            |

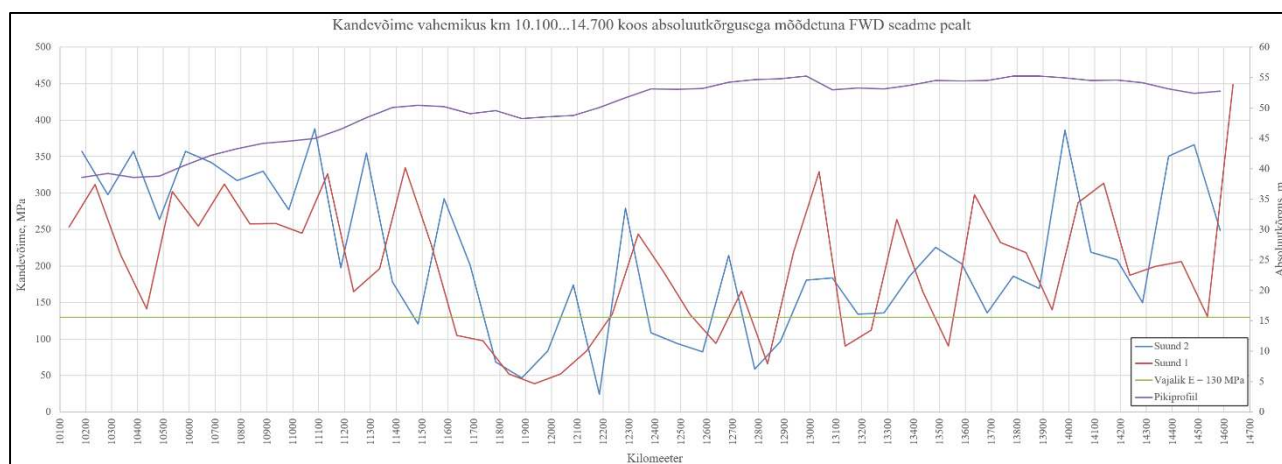
Joonis 20. Geoloogiline lõige km 9.485, mille alusel teekatendi paksus on 30 cm, mille all 30 cm mulda ja looduslik pinnas. Kandevõime oli antud punktis 19 MPa.



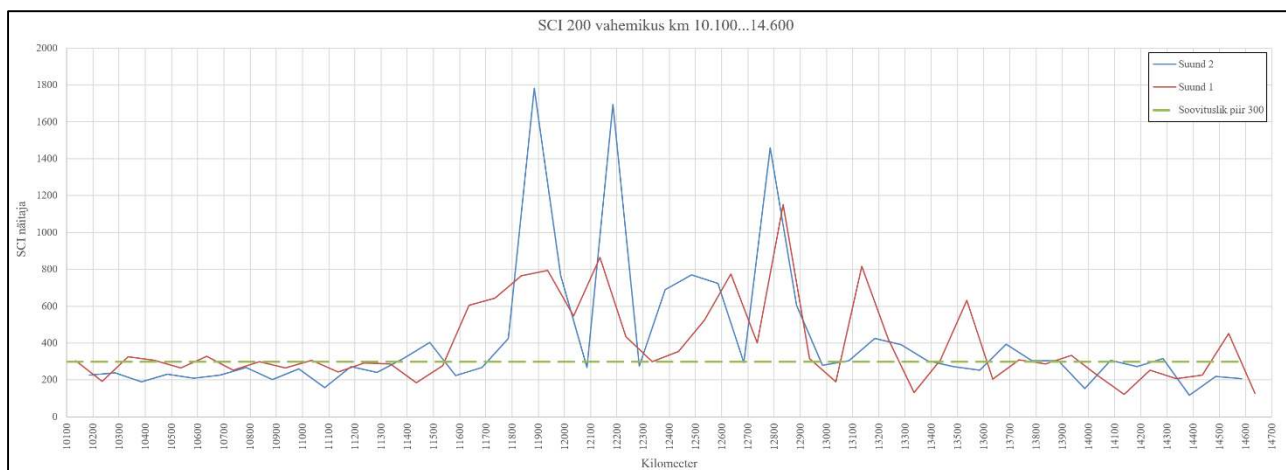
Joonis 21. Maaradariprofiili väljavõtte enne Ruhma silda näitab väga õhukesi teekatendi paksusi, mis suurenevad oluliselt sillale peale- ja mahaõiduks. Kandevõime silla ümbruses oli ca 200 MPa, kuid pärast silla pealesõidu muldkeha ca 50 MPa.

#### 4.3. Kandevõime km 10.100...14.600

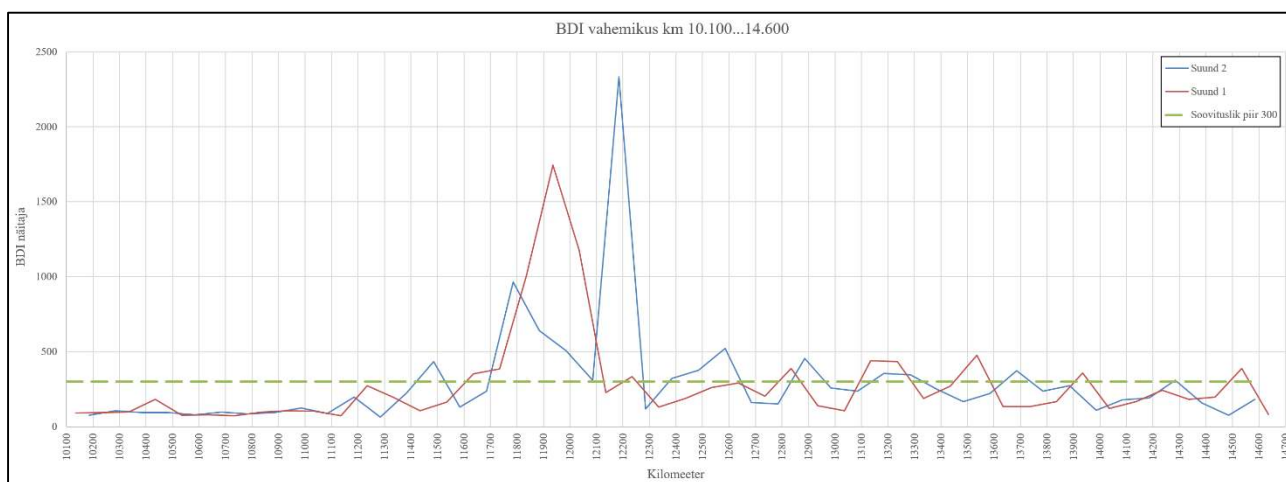
Kandevõime vahemikus km 10.100...14.600 on väga muutlik. Km 11.3 algab metsavaheline lõik ning sealt alates kandevõime hakkab vähenema (joonis 22).



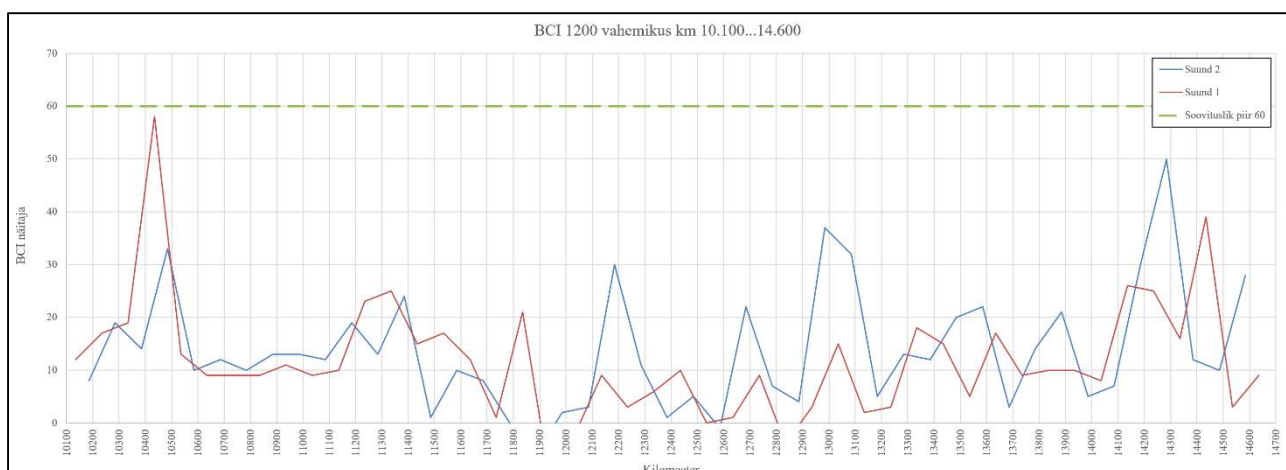
Joonis 22. Kandevõime on vahemikus km 10.100...14.600 väga muutlik. Lilla joonega on eraldi välja toodud tee pikiprofil.



Joonis 23. SCI 200 vahemikus km 10.100...14.600, millest nähtub selge seos kõrge SCI väärtuse ja madala kandevõime osas.



Joonis 24. BDI vahemikus km 10.100...14.600, millest paistab silma vahemik km 11.7...12.2 ja millest järeldub, et teekatend on üleniiskunud.



Joonis 25. BCI 1200 väärtused vahemikus km 10.100...14.600 on kõik allpool soovituslikku piirmäära.

Eriti madal kandevõime on vahemikus km 11.700...12.200, kus SCI ja BDI parameetrid on väga kõrged. Jooniselt 22 nähtub, et antud piirkonnas on pikiprofilis sees lohk. Mõõtmisaegselt on

piirkonnast võetud fotod 15 ja 16, millest nähtub langus ning liigniiske teekate ehk tegemist on kohaga, kuhu koguneb ümbritsevast keskkonnast vett. Km 12.185 võeti geoloogiapunkt (punkti kandevõime oli 24 MPa), mille lõige on esitatud joonisel 26 ja millest nähtub, et teekatendi paksus on vaid 30 cm.



Fotodelt 15 ja 16 vahemikust km 11.7...12.2 nähtub teekatele kogunev vesi, mistõttu kandevõime on väga madal.

| Kaevandi<br>tähis ja nr. | PA-20186-12.185     | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 16.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | -                                                       | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 16.06.2017 |
|--------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| X=6541704                |                     |                          |                     |                              | Y=523661                |                                      |                                                         |                                |            |
|                          | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                                       |                                |            |
| 1                        |                     | 0.30                     | -0.30               | 0.30                         | ①                       | 4115                                 | Teekate: rohke liivaga mällikas kruus.                  |                                |            |
|                          |                     | 0.45                     | -0.45               | 0.15                         | ③                       |                                      | Muld                                                    |                                |            |
|                          |                     | 0.80                     | -0.80               | 0.35                         | ⑨                       |                                      | Moreen: Kruusaga liivane savimöll, sitke kuni poolkõva. |                                |            |
|                          |                     |                          |                     | 0.70+                        | ⑨                       |                                      | Moreen: Mölline kruus (jämepeurdmoreen).                |                                |            |
|                          |                     | 1.50                     | -1.50               |                              |                         |                                      |                                                         |                                |            |

Joonis 26. Geoloogiline lõige punktist km 12.185. Kandevõime antud kohas oli 24 MPa.

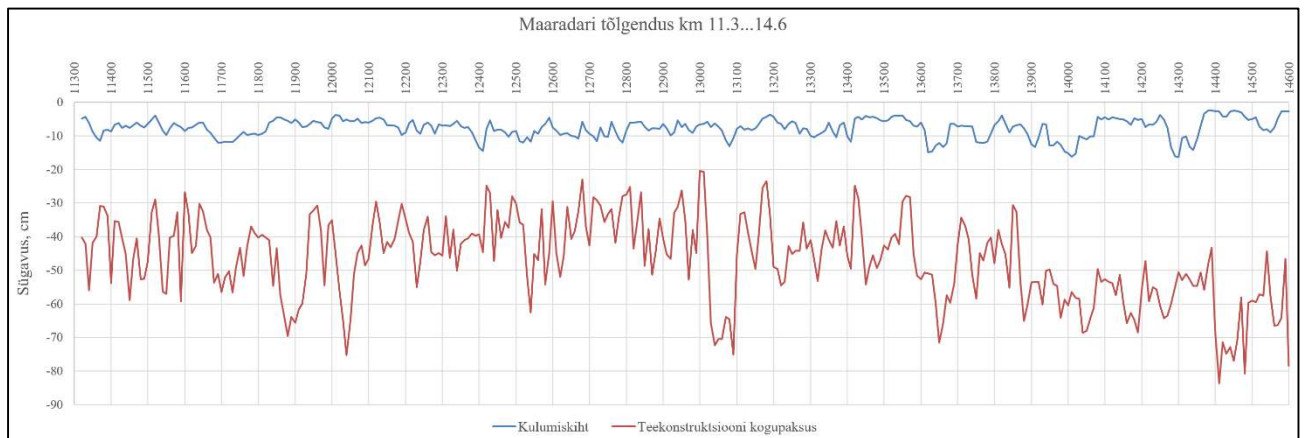
Teine geoloogiline lõige võeti punktist km 12.785, kus kandevõime oli 59 MPa, millest nähtub, et teekatendi paksus on 50 cm koosnedes niiskustundlikest materjalidest.

| Kaevandi<br>tähis ja nr. | PA-20186-12.785     | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 16.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | -                                              | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 16.06.2017 |
|--------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| X=6542024                |                     |                          |                     |                              | Y=524168                |                                      |                                                |                                |            |
|                          | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                              |                                |            |
| 1                        |                     | 0.18                     | -0.18               | 0.18                         | ①                       | 4114                                 | Teekate: rohke liivaga mällikas kruus.         |                                |            |
|                          |                     | 0.50                     | -0.50               | 0.32                         | ⑨                       |                                      | Moreen: Kruusane liivane savimöll.             |                                |            |
|                          |                     |                          |                     | 1.00+                        | ⑨                       |                                      | Moreen: Mölline kruus (jämepeurdmoreen), kõva. |                                |            |
|                          |                     | 1.50                     | -1.50               |                              |                         |                                      |                                                |                                |            |

Joonis 27. Geoloogiline lõige punktist km 12.785. Kandevõime antud kohas oli 59 MPa.



Vaadates km 11.3...14.6 maaradariprofiili tõlgendust (joonis 28) nähtub, et kulumiskihi keskmine paksus on 7.7 cm, mille all paikneb moreen, mida on loetud teekonstruktsiooni osaks ja mille keskmine paksus on 47 cm. Kandvat (kruusa)kihti km 11.3...14.6 kulumiskihi all ei ole. Võrdluseks, kogu ülejäänud teel oli see olemas.



Joonis 28. Maaradari tõlgendus vahemikus km 11.3...14.6 koos geoloogia lõigetega joonistel 26 ja 27 näitab, et kulumiskiht paikneb moreenil ning eraldi kandvat kihti sellest lõigus rajatud ei ole.

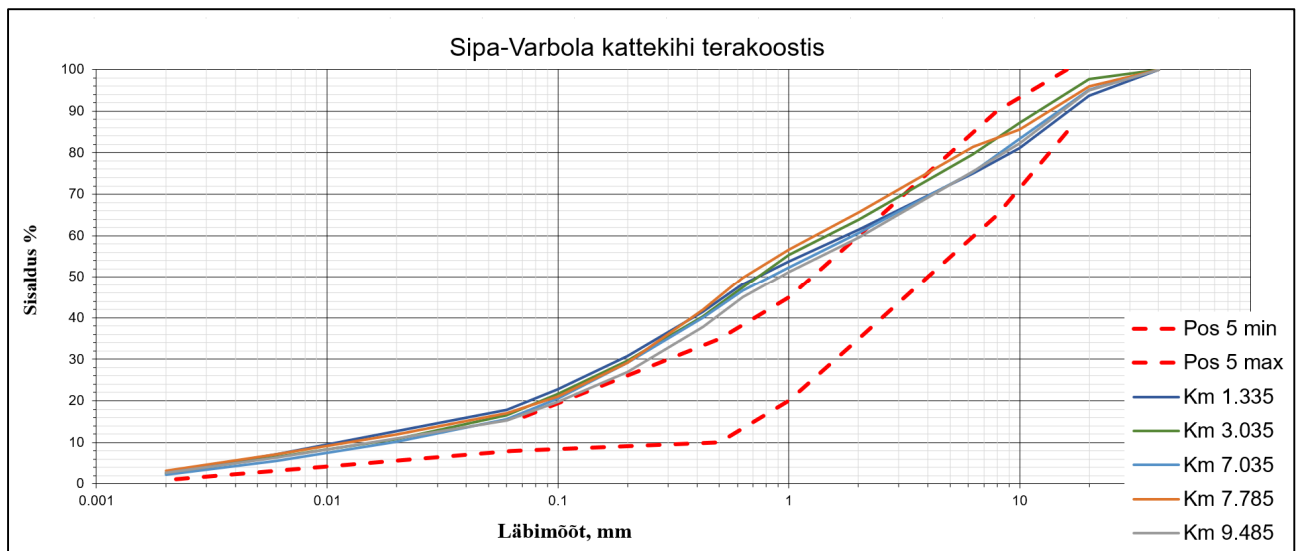
Arvestades väga õhukesi teekatendi kihipaksusi, on kandevõime siiski suhteliselt hea. Peamiseks kandevõime mõjutajaks on vesi, mis ei saa voolata teekatendilt ära, kuna tee on olemasoleva maapinnaga enamasti tasa ning tee ääres on servavallid. Olukorra parandamiseks on vajalik kaevata tee äärtesse kraavid ning tagada 4 % põikkalle. Mõningad kohad vajavad ka tõstmist.

## 5. Kulumiskihi terastikuline koostis ja mullakihi orgaanikasisaldus

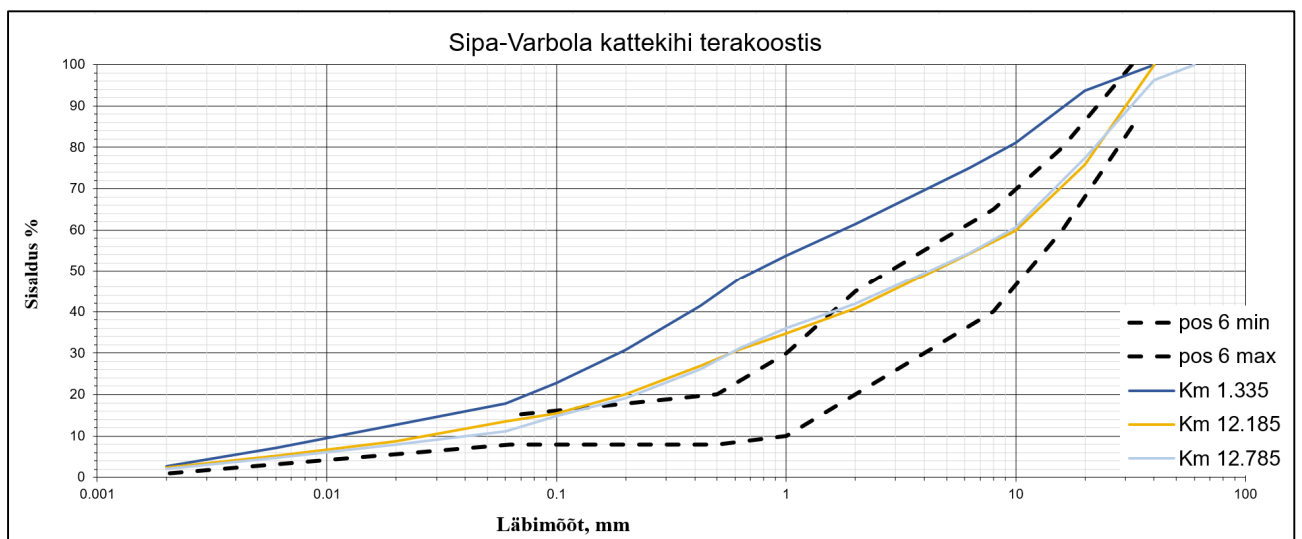
Järgnevalt analüüsitakse kõikidest geoloogiapunktidest võetud kattekihi proovide terastikulist koostist nägemaks, kas need vastavad esitatud nõuetele. Kõik katteproovid on võetud vahemikust 0..15 cm.

Joonisel 29 on esitatud kattekihi terakoostis km 1.135...9.485, kust nähtub, et terakoostised on sisuliselt identsed ning kõik väljuvad liivafraktsiooni piirkonnas pos 5 terakoostise piiridest, mistõttu materjalid on liikluskooormuse all alati deformeeruma. Samuti on maksimaalne terasuurus pos 5 jaoks liiga suur. Km 12.185 ja 12.785 terakoostised erinevad eelmistest oluliselt ja sobituvad pigem pos 6 terakoostise välja (joonis 30, võrdluseks on toodud ka km 1.335 sõelkõver).





Joonis 29. Kattekihtide terakoostised km 1.135...9.485.



Joonis 30. Kattekihtide terakoostised km 12.185 ja 12.785, võrdluseks on toodud ka km 1.335 sõelkõver.

Tabelis 3 on esitatud mullast võetud proovide orgaanilise aine sisaldus, mille alusel on need kõik keskmise orgaanikasisaldusega mõjutades kihi kandevõimet, kuid mitte sellisel määral, mis tingiks kihi eemaldamise. Enamasti on mullakihi paksus õhuke (20...30 cm), v.a km 7.035, kus oli mullakihi paksus 1.12 m, kuid kus oli orgaanika sisaldus 2.8% ja muld kuiv, mistõttu mõjutas see kandevõimet vähe.

Tabel 3

## Mullakihi orgaanikasisaldused

| Labori nr. | Pikett nr. | Süga-<br>vus<br>m | Pinnas<br>väälimäärang | u<br>% |                                            |  |  |  |  |  |  |  |
|------------|------------|-------------------|------------------------|--------|--------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| 4116A      | Km 9.485   | 0,6 - 0,9         | org. ainega pinnas     | 5.0    | keskmise org. aine sisaldusega EVS-i järgi |  |  |  |  |  |  |  |
| 4117A      | Km 7.785   | 0,6 - 0,9         | "                      | 3.2    | keskmise org. aine sisaldusega EVS-i järgi |  |  |  |  |  |  |  |
| 4118A      | Km 7.035   | 0,6 - 0,9         | "                      | 2.8    | keskmise org. aine sisaldusega EVS-i järgi |  |  |  |  |  |  |  |
| 4120A      | Km 1.335   | 0,6 - 0,9         | "                      | 4.7    | keskmise org. aine sisaldusega EVS-i järgi |  |  |  |  |  |  |  |

**6. Tee jagamine homogeenseteks lõikudeks koos iseloomustusega**

Lõik 1 – km 0.04...6.900. Kandevõime enamasti ületab vajalikku  $E_{vaj} = 130$  MPa. Kohtades, kus kandevõime jääb alla selle, on eranditult tegemist kohtadega, kus on takistatud vee äravool, mistõttu on vajalik kaevata kraavid sinna, kus need puuduvad ning puhastada olemasolevaid ja eemaldada vee äravoolu takistav servavall. Tee laius vastab V-klassi tee nõuetele. Kattekihi terakoostis on liiga liivane ega vasta pos 5 kehtestatud nõuetele, mistõttu materjal on aldis deformatsioonidele ja vajaks seega korrigeerimist. Maaradariprofiili kohaselt on (uue) kulumiskihi keskmine paksus lõigus 6 cm ning selle alla jääva kruusakihi keskmine paksus 14.4 cm. Tuginedes geoloogiaandmetele need kaks kihti omavahel terakoostise osas praktiliselt ei erine, mistõttu saab neid käsitleda ühe kihina.

Lõik 2 – km 6.900...7.500. Teelõigu sõidutee laius on Teeregistri alusel alla 6 m (Teeregistri alusel on kitsas lõik pikem, kuid reaalsuses vajab laiendamist ja õgvendamist lõigule 2 nimetatud kilomeetrite vahemik), mis on kitsam, kui kogu tee üldiselt ning ei vasta V-klassi tee nõuetele ja tuleb seega laiendada.

Teelõik on kurviline ning võimaluse korral tuleks laiendamine teha nii, et kurve saaks veidi ka õgvendada (fotod 17, 18 ja 19). Km 7.00 asub künka otsas halva nähtavusega potentsiaalselt liiklusohutlik kurv, mis tuleb ümber ehitada nii, et kungas kaevataks madalamaks tagades vajaliku nähtavuse (foto 20).



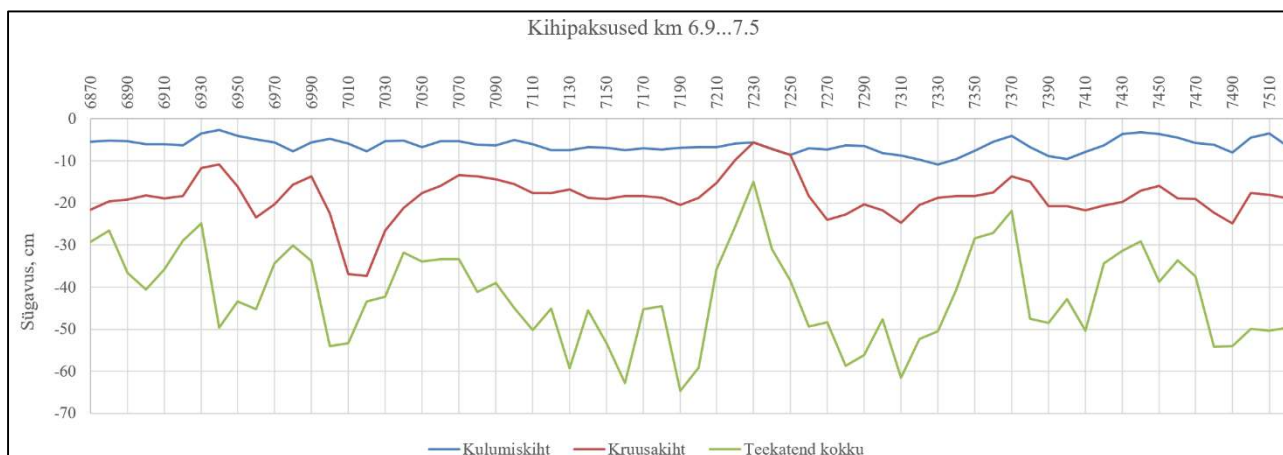
Fotod 17, 18 ja 19. Kui võimalik, siis tee laiendamine tuleks kurvides teha koos õgvendamisega.



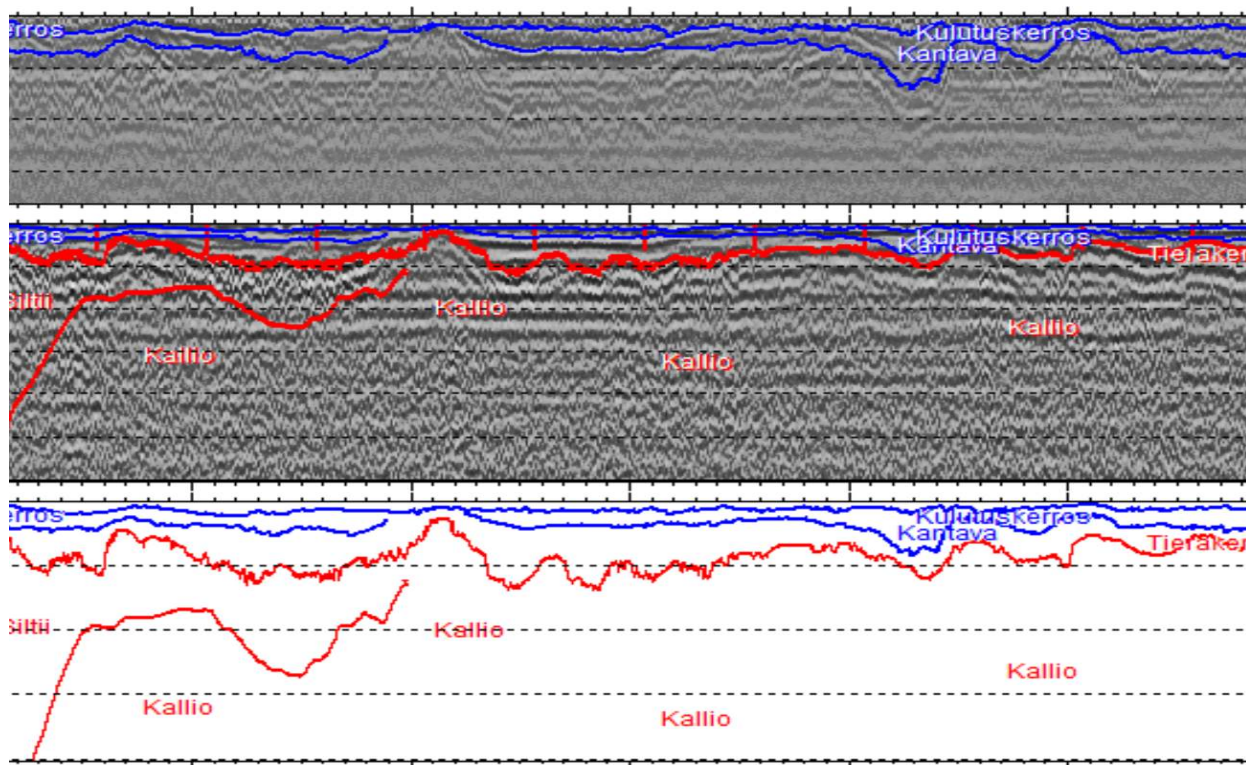
Foto 20. km 7.00 on küngas, mis võib tekitada liiklusohutlikke olukordi ja tuleb seega eemaldada koos kurvi õgvendamisega.

Maaradariprofiili kohaselt on (uue) kulumiskihi keskmine paksus lõigus 6.3 cm ja selle alla jääva kruusakihi paksus 12.3 cm (kokku ca 20 cm). Geoloogia kohaselt on teekatendi all olevaks pinnaseks muld (või orgaanikat sisaldav kruus) ja lõigu lõpus savimõll, mille alla jääb (kõva)moreen. Maaradariprofiil on joonisel 31, millel on toodud tõlgendus kulumis- ja kruusakihi paksuse osas, mis kattub geoloogiaga, kuid kust joonistub välja veel üks kiht, mida geoloogiline uuring eristanud ei olnud. Tõenäoliselt on see kas kunagi teisaldatud kiht või mõni muu kiht, mis annab maaradari pildile peegelduse (näiteks muutub mullakihi koostis vms). Maaradar koos FWD vajumikausi analüüsiga lubab oletada, et joonisel 31 näidatud teekatendi joone all on kuni km 7.450 kõva kiht, tõenäoliselt kõva moreen. Km 7.450 edasi on aluspinnaseks savimõll. Originaaltõlgendus maaradariprofiilist on esitatud joonisel 32.

Katendarvutuse jaoks valitakse FWD tagasiarvutuse põhjal arvutuslikuks pinnase kandevõimeks lõigule 2 60 MPa võttes aluseks punkti km 7.400.



Joonis 31. Kihipaksused km 6.9...7.5.



Joonis 32. Tõlgendus maaradariprofiililt, millelt näeb kulumiskihti, selle all olevat kruusakihti ja oletuslikku teekatendi joont, mille all on kõva kiht, mida tõlgendati kui kaljut, kuid tegelikkuses on tegu kõva moreeniga (horisontaalne katkendjoont tähistab 0.5 m joont, üleval olevad väikesed sakid tähistavad 10 m ja suuremad 100 m vahemikku. Näidatud lõik algab km 6.78 ja lõppeb 7.510).

Lõik 3 – km 7.500...9.936. Probleemse kandevõimega on kilomeetrid 7.500...8.400 ja 8.850...9.700. Asfalteeritud lõigud koos sildadega on vahemikus km 8.573...8.683 ja km 9.826...9.936. Seega on piisava kandevõimega kruusateed vahemikus km 8.400...8.573 (173 m), km 8.683...8.850 (167 m) ning km 9.700...9.826 (126 m) – nende puhul piisab, kui teha peale tolmuva kate, katend eraldi tugevdamist ei vaja. Seega võib lõigu 3 jagada alamlõikudeks:

- lõik 3.1 – km 7.500...8.400, mis vajab kandevõime tõstmist ehk konstruktsiooni tugevdamist;
- lõik 3.2 – km 8.400...8.573 on üleminekutsoon asfaltkatte ja tugevdatava konstruktsiooni vahel;
- lõik 3.3 – km 8.573...8.683 on asfalteeritud lõik koos sillaga, millega ei ole vaja midagi ette võtta;
- lõik 3.4 – km 8.683...8.850 on üleminekutsoon asfaltkatte ja tugevdatava konstruktsiooni vahel;
- lõik 3.5 – km 8.850...9.700, mis vajab kandevõime tõstmist ehk konstruktsiooni tugevdamist;
- lõik 3.6 – km 9.700...9.826 on üleminekutsoon asfaltkatte ja tugevdatava konstruktsiooni vahel;
- lõik 3.7 – km 9.826...9.936 on asfalteeritud lõik koos sillaga, millega ei ole vaja midagi ette võtta;

Lõik 4 – km 9.936...11.600. Vajalik kandevõime on tagatud, samuti jääb SCI parameeter enamasti alla soovitusliku piiri. Tee ääres on madalad kraavid, mis vajavad puhastamist ning tee ääres olev servavall eemaldamist. Konstruktsiooni tugevdada vaja ei ole ning peale saab teha tolmuva kate.



Lõik 5 – km 11.6...12.250. Tegemist on madalama kohaga, kuhu koguneb vesi ja kus kandevõime on nõrk (keskmiseks võib arvestada 40 MPa). SCI ja BDI väärtused on väga kõrged ehk probleem ulatub vähemalt 60 cm sügavuseni. Koht vajab tõstmist, läbi mille suureneb ka kandevõime.

Lõik 6 – km 12.250...14.558. Kandevõime on veidi alla vajaliku 130 MPa, kuid SCI parameeter on väga kõrge, mistõttu madal kandevõime väärtus tuleneb vettinud kattekruusast, kuna vesi ei pääse teekattelt ära. Seega tuleb eemaldada servavallid ja kaevata tee äärtesse kraavid

## **7. Konstruktiivsed lahendused**

### Lõik 1 – km 0.04...6.900

1. puhastada olemasolevad kraavid koos servavallide eemaldamisega ning kaevata kraavid sinna, kus neid pole;
2. profileerida tee nii, et lõikesügavus oleks min aukude põhjani või vähemalt 5 cm. Tagada põiklalle sirgetel 4% ja kurvides kuni 6% (vajadusel tuleb lisada profileeriv kiht);
3. lisada peale 5 cm optimaalset segu (pos. 5);
4. teha tolmuva kate pindamisega 2.5xE.

### Lõik 2 – km 6.900...7.500

1. eemaldada kasvupinnas teelaienduse alt, kuid mitte kaevata sügavamalt kui 30 cm. Küna põhi tihendada. Kungas km 7.00 kaevata madalamaks.
  - a. teekate peab jääma laiusena 6.0 m, seega muldkeha põhja laius peab olema ca 7 m. Teelõigu keskmine laius on 5.5 m, mis tähendab, et väljakaeve peab olema ca 1.5 m laiuselt;
  - b. kungas tuleks kaevata 100 m pikkuselt ja 7 m laiuselt ca 50 cm + konstruktsiooni paksus ehk 35 cm = 85 cm madalamaks.
2. lükata olemasolev tee ühtlaselt laiali nii, et vana tee pind on laienduste pinnaga tasa; laienduste osa tihendada;
3. paigaldada kogu tee laiuses II profiili geotekstiil, mille peale geovõrk NAUE Secugrid 30/30 Q1 või analoog (näiteks Tensar TX160, Enkagrid MAX 30, Huesker Basetrack Grid PP 30), mis kompenseerib katendi arvutuse (tabel 4) puuduliku nihkepinge;
4. ehitada välja tabelis 4 näidatud katend; teekatte põiklalle peab olema 4% (6%);
5. teha tolmuva kate pindamisega 2.5xE.

Tabel 4

## Lõigu 2 katendikonstruktsioon juhul, kuid teed laiendatakse

| ARVUTUSE KÄIK |                                                      |             |                                                              |                                                     |                                                      |                                                |                                                     |                          |         |                              |
|---------------|------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|---------|------------------------------|
|               | Kihi nimetus                                         | Kihi paksus | Kihi elast-<br>susmoodul<br>$E_{\text{ekv}}$<br>arvutamiseks | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>nihkele | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>paindele | Arvutatud<br>tõmbe-<br>pinged $R_{\text{max}}$ | Lubata-<br>vad<br>tõmbe-<br>pinged $R_{\text{lub}}$ | Sise-<br>hõõrde-<br>nurk | Nidusus | Kihtide<br>seotistegur<br>K3 |
| Kihi nr.      |                                                      | cm          | MPa                                                          | MPa                                                 | MPa                                                  | MPa                                            | MPa                                                 | Kraad                    | C       |                              |
| 1             | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus) | 10.0        | 180                                                          |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 45.0                     | 0.030   | 9.5                          |
| 2             | Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]                            | 25.0        | 150                                                          |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 43.0                     | 0.010   | 8.0                          |
| ALUS          | A - kerge saviliiv                                   |             | 50.8                                                         |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 35.5                     | 0.012   | 1.5                          |

| ARVUTUSE TULEMUSED |                                                      |                   |                          |                  |                  |        |                                      |                                    |                                      |  |
|--------------------|------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------------|--------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--|
| Kihi nr.           | Kihi nimetus                                         | Kihi paksus<br>cm | Tugevuse näitaja         |                  |                  |        | Üldine<br>elastsus-<br>moodul<br>Mpa | Vajalik<br>elastsus-<br>moodul MPa | Arvutuslik<br>niiskus W1<br>või Warv |  |
|                    |                                                      |                   | Kriteerium               | Nihkepinged MPa  |                  | Varu % |                                      |                                    |                                      |  |
|                    |                                                      |                   |                          | $t_{\text{arv}}$ | $t_{\text{lub}}$ |        |                                      |                                    |                                      |  |
|                    |                                                      |                   | Üldine elastsusmoodul    |                  |                  | 12.6%  | 99.52                                | 130.00                             |                                      |  |
| 1                  | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus) | 10.0              |                          |                  |                  |        | 99.52                                |                                    |                                      |  |
| 2                  | Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]                            | 25.0              | Nihkepinged              | 0.0459           | 0.1024           | 55.2%  | 85.48                                |                                    |                                      |  |
|                    | A - kerge saviliiv                                   |                   | Nihkepinged aluspinnasel | 0.0255           | 0.0230           | -10.8% |                                      |                                    | 0.677                                |  |
|                    | Katendi kogupaksus                                   | 35.0              |                          |                  |                  |        | Parandustegur $\Delta$               |                                    | 0.000                                |  |

Lõik 3 – km 7.500...9.936

Kuna lõik 3 on liigendatud mitmeteks lühemateks lõikudeks, antakse järgnevalt lahendused nende osas.

Lõigud 3.1 (km 7.500...8.400) ja 3.5 (km 8.850...9.700) vajavad kandevõime tõstmist ehk konstruktsiooni tugevdamist. Tee laius on 6...6.5 m ja kõrval on kraavid, mistõttu tee tõstmine kihtide lisamisega muudab võib muuta teekatte vajalikust kitsamaks. Seega on võimalikud mitu varianti:

- asendada olemasolev teekate (mille paksus on 30...40 cm, mille all on ca 30 cm mullakiht, mille all savimõll või moreen, mis on märjad) paremate omadustega materjalide vastu;
- laiendada teed kraavide arvelt;
- parandada olemasoleva kruusakihi omadusi läbi keemilise või mehaanilise stabiliseerimise ning suurendada konstruktsiooni paksust minimaalselt.

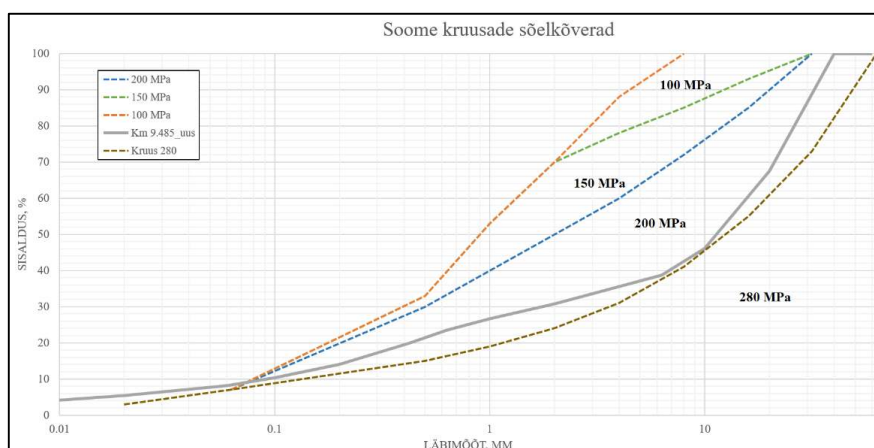
Tõenäoliselt on parimaks variandiks mehaaniline stabiliseerimine lisades olemasoleva teekatte hulka jämedateralist materjali ning tugevdada selle peale tulevat konstruktsiooni geosünteediga. Ideaalis tuleks armeeriv geosüntee asetada teekatte all oleva mullakihi peale, kuid see eeldab kihi (ajutist) eemaldamist, mis on väga tömahukas.

Siinkohal soovitatakse segada olemasoleva kruusa sisse 10 cm sügavuselt 50% osas killustikku fr 16/32 või fr 32/64 (eelistatum on viimane). Nii saavutatakse terastikuline koostis, kus peenosiste sisaldus jääb alla 10% ning suurendatakse maksimaalset teraläbimõõtu. Joonisel 34 on esitatud proovi km 9.485 kattekihi terastikulise koostise, kui sinna on 50% mahus lisatud killustikku fr 16/32, võrdlus Soome kruusade sõelkõveratega, mille abil saab tuletada tekkinud kihi elastsusmooduli. Märkida tuleb, et peenosised (0.063 ja 0.02 mm) ei vasta Soome nõuetele ning selle järgi on materjal külmaohtlik ega sobiks teekatendi aluskihiks (s.t asfaltbetooni alla). Antud juhul siiski ei ole otstarbekas taotleda materjalide peenosiste sisalduse vähendamist veelgi suuremal määral, kuna kiht jääb peale rajatava uue katendi alla.

Tekkinud uue sõelkõveraga materjali elastsusmoodul on Soome juhise kohaselt 200 MPa, mida saab kasutada katendarvutuse osana.

Kõige nõrgematest mõõdetud punktidest saadi kandevõimed kõigest 19, 20, 22, 23, 24 MPa, mis arvatavasti ei ole tingitud vaid teekonstruktsiooni kui terviku nõrgast kandevõimest, vaid ka kattekrusa üleniiskunud seisukorrast, mida kinnitavad ülikõrged SCI näitajad. Teisisõnu on FWD koormusplaadi all toimunud plastne deformatsioon, mis on mõõtmistulemusi mõnevõrra moonutanud.

Katendiarvutusega võetakse eelduseks, et olemasoleva tee kattekrusa terastikulise koostise muutmisega 10 cm sügavuselt ja teekatte pinna profileerimisega saavutatava kuivendusefektiga tõuseb tee kandevõime vähemalt 50 MPa-ni. Kasutades seejärel geovõrku ning tabelis 5 näidatud katendit, saavutatakse vajalik kandevõime (kuna KAP ei võimalda arvutada nõrgemaid ja tugevamaid kihte vaheldumisi, siis arvutuses on 10 cm optimaalne segu asendatud 6 cm freespuruga).



Joonis 34. Proovi km 9.485 kattekihi terastikuline koostis, kui sinna on 50% mahus lisatud killustikku fr 16/32 võrdlus Soome kruusade sõelkõveratega, mille abil saab tuletada tekkinud kihi elastsusmooduli.

Tabel 5

### Lõikude 3.1 ja 3.5 katendiarvutus

| ARVUTUSE KÄIK |                                                                |             |                                            |                                           |                                            |                                  |                                   |                  |         |                           |
|---------------|----------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------|---------|---------------------------|
|               | Kihi nimetus                                                   | Kihi paksus | Kihi elast-susmoodul $E_{kv}$ arvutamiseks | Kihi elast-susmoodul arvutamiseks nihkele | Kihi elast-susmoodul arvutamiseks paindele | Arvutatud tõmbe-pinged $R_{max}$ | Lubata-vad tõmbe-pinged $R_{lub}$ | Sise-hõõrde-nurk | Nidusus | Kihtide seotistegur $K_3$ |
| Kihi nr.      |                                                                | cm          | MPa                                        | MPa                                       | MPa                                        | MPa                              | MPa                               | Kraad            | C       |                           |
| 1             | Pinnatud freespurukate                                         | 6.0         | 400                                        |                                           |                                            |                                  |                                   |                  |         |                           |
| 2             | Reakillustik, mittestandardne killustikusegu                   | 25.0        | 200                                        |                                           |                                            |                                  |                                   | 45.0             | 0.040   | 9.0                       |
| 3             | Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]                                      | 20.0        | 150                                        |                                           |                                            |                                  |                                   | 43.0             | 0.010   | 8.0                       |
| ALUS          | D - tolme saviliiv, raske tolme saviliiv, tolme kerge liivsavi |             | 28.9                                       |                                           |                                            |                                  |                                   | 11.8             | 0.009   | 1.5                       |

| ARVUTUSE TULEMUSED |                                                    |                |                          |                 |           |        |                           |                            |                                |  |
|--------------------|----------------------------------------------------|----------------|--------------------------|-----------------|-----------|--------|---------------------------|----------------------------|--------------------------------|--|
| Kihi nr.           | Kihi nimetus                                       | Kihi paksus cm | Tugevuse näitaja         |                 |           |        | Üldine elastus-moodul Mpa | Vajalik elastus-moodul MPa | Arvutuslik niiskus W1 või Warv |  |
|                    |                                                    |                | Kriteerium               | Nihkepinged MPa |           | Varu % |                           |                            |                                |  |
|                    |                                                    |                |                          | $t_{arv}$       | $t_{lub}$ |        |                           |                            |                                |  |
|                    |                                                    |                | Üldine elastusmoodul     |                 |           | 30.9%  | 115.71                    | 130.00                     |                                |  |
| 1                  | Pinnatud freespurukate                             | 6.0            |                          |                 |           |        | 115.71                    |                            |                                |  |
| 2                  | Reakillustik, mittestandardne killustikusegu       | 25.0           |                          |                 |           |        | 100.11                    |                            |                                |  |
| 3                  | Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]                          | 20.0           | Nihkepinged              | 0.0203          | 0.1024    | 80.2%  | 54.37                     |                            |                                |  |
|                    | D - tolme saviliiv, raske tolme saviliiv, tolme ke |                | Nihkepinged aluspinnasel | 0.0226          | 0.0173    | -30.8% |                           |                            | 0.831                          |  |
|                    | Katendi kogupaksus                                 | 51.0           |                          |                 |           |        | Parandustegur Δ           |                            | 0.000                          |  |

Lõikude 3.1 ja 3.5 lahendus on seega:

1. segada olemasolev kattekruus läbi min 10 cm sügavuselt 50% killustikuga fr. 16/32 või 32/64 (vedada olemasolevale kattele peale 10 cm killustikku, mis segada min 10 cm sügavuselt läbi, mis võimaldab pinda homogeniseerida ja tekitada peale rajatava uue katendi jaoks ühtlase aluse); tagada 4% (6%) põikkalle);
2. paigaldada kogu tee laiuses II profiili geotekstiil, mille peale geovõrk NAUE Secugrid 30/30 Q1 või analoog (näiteks Tensar TX160, Enkagrid MAX 30, Huesker Basetrack Grid PP 30). Arvestatud on, et geovõrk kompenseerib arvutuse puudujäägid nihkepingetes;
3. paigaldada 25 cm ridakillustikku fr. 4/32, mille peale 10 cm optimaalset kruusasegu (pos 6) või freespuru;
4. teha tolmuva kate pindamisega 2.5xE.

Lõigud 3.2 (km 8.400...8.573), 3.4 (km 8.683...8.850) ja 3.6 (km 9.700...9.826) on üleminekutsoonid asfaltkatte ja tugevdatava konstruktsiooni vahel, mille olemasolev kulumiskiht tuleb valmistada ette pindamiseks (hõõveldada aukude sügavuselt ja lisada peale uus 5 cm paksune kulumiskiht optimaalsest kruusasegust), misjärel teha tolmuva kate pindamisega 2.5xE.

Lõik 4 – km 9.936...11.600

1. eemaldada teeäärseid servavallid, puhastada või kaevata sügavamaks olemasolevad kraavid;
2. profileerida tee 4% (6%) kalde alla ja tihendada, tagada olukord, et vesi saaks vabalt voolata tee keskelt kraavidesse. Hõõveldamissügavus peab ulatuma minimaalselt aukude põhjani või vähemalt 5 cm sügavuseni;
3. uuendada kulumiskiht vedades peale uus 5 cm paksune optimaalse kruusasegu kiht;
4. teha tolmuva kate pindamisega 2.5xE.

Lõik 5 – km 11.600...12.250

1. kuna teelõik on kohas, kuhu valgub sisse vesi, tuleb tõsta teed kõrgemale. Võttes aluseks olemasoleva tee kandevõime, saab koostada tabelis 6 oleva katendiarvutuse, millega muutub tee pikiprofiil joonisel 35 kujutatult;
2. hõõveldada olemasolev teekate nii, et lõikamissügavus oleks aukude põhjani või min 5 cm;
3. paigaldada II profiili eraldav geotekstiil;
4. ehitada välja tabelis 6 olev katend (min. 34 cm kruuspinna ja 10 cm optimaalset kruusasegu);
5. paigaldada tolmuva kate pindamisega 2.5xE.

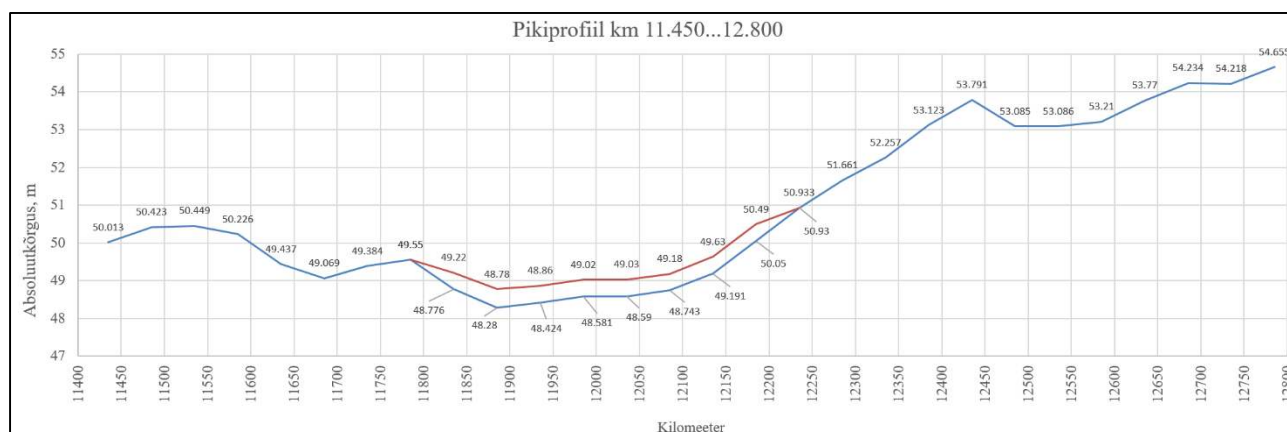


Tabel 6

## Lõigu 5 katendiarvutus

| ARVUTUSE KÄIK |                                                      |             |                                                              |                                                     |                                                     |                                                |                                                     |                          |         |                              |
|---------------|------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|---------|------------------------------|
|               | Kihi nimetus                                         | Kihi paksus | Kihi elast-<br>susmoodul<br>$E_{\text{ekv}}$<br>arvutamiseks | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>nihkele | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>painele | Arvutatud<br>tõmbe-<br>pinged $R_{\text{max}}$ | Lubata-<br>vad<br>tõmbe-<br>pinged $R_{\text{lub}}$ | Sise-<br>hõõrde-<br>nurk | Nidusus | Kihtide<br>seotistegur<br>K3 |
| Kihi nr.      |                                                      | cm          | MPa                                                          | MPa                                                 | MPa                                                 | MPa                                            | MPa                                                 | Kraad                    | C       |                              |
| 1             | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus) | 10.0        | 180                                                          |                                                     |                                                     |                                                |                                                     | 45.0                     | 0.030   | 9.5                          |
| 2             | Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]                            | 34.0        | 150                                                          |                                                     |                                                     |                                                |                                                     | 43.0                     | 0.010   | 8.0                          |
| ALUS          | A - kerge saviliiv                                   |             | 46.7                                                         |                                                     |                                                     |                                                |                                                     | 35.0                     | 0.011   | 1.5                          |

| ARVUTUSE TULEMUSED |                                                      |                   |                          |                  |                  |        |                                      |                                    |                                      |       |
|--------------------|------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------------|--------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------|
| Kihi nr.           | Kihi nimetus                                         | Kihi paksus<br>cm | Tugevuse näitaja         |                  |                  |        | Üldine<br>elastsus-<br>moodul<br>Mpa | Vajalik<br>elastsus-<br>moodul MPa | Arvutuslik<br>niiskus W1<br>või Warv |       |
|                    |                                                      |                   | Kriteerium               | Nihkepinged MPa  |                  | Varu % |                                      |                                    |                                      |       |
|                    |                                                      |                   |                          | $t_{\text{arv}}$ | $t_{\text{lub}}$ |        |                                      |                                    |                                      |       |
|                    |                                                      |                   | Üldine elastsusmoodul    |                  |                  |        | 18.8%                                | 105.05                             | 130.00                               |       |
| 1                  | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus) | 10.0              |                          |                  |                  |        |                                      | 105.05                             |                                      |       |
| 2                  | Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]                            | 34.0              | Nihkepinged              |                  |                  | 0.0461 | 0.1024                               | 55.0%                              | 91.17                                |       |
|                    | A - kerge saviliiv                                   |                   | Nihkepinged aluspinnasel |                  |                  | 0.0204 | 0.0211                               | 3.4%                               |                                      | 0.728 |
|                    | Katendi kogupaksus                                   | 44.0              |                          |                  |                  |        |                                      |                                    | Parandustegur Δ                      | 0.000 |



Joonis 35. Lõik 5 pikiprofiili muutus.

## Lõik 6 – km 12.250...14.588

1. kaevata tee äärde kraavid ja eemaldada servavall;
2. profileerida olemasolev teekate 4% kalde alla. Lõikamissügavus peab ulatuma minimaalselt aukude põhjani või vähemalt 5 cm sügavuseni;
3. lisada 10 cm kulumiskihti optimaalsest kruusasegust;
4. teha tolmuva kate pindamisega 2.5xE.

## 9. Nõuded ja muud märkused

Tööd tuleb sooritada lähtudes Tee ehitamise kvaliteedi nõuetest, kus on muuhulgas kirjeldatud aluse ehitamiseks kasutatava kruuspinnase vajalikud omadused:

„Sidumata segudest aluste ehitamiseks teedel, mille keskmine liiklussagedus on alla 200 auto ööpäevas, võib kasutada mineraalmaterjale, millel on täidetud järgnevad nõuded:

1. tera läbimõõt D on vähemalt 16 mm;
2. vastavalt standardile EVS-EN 13285 on soovitatav terakoostise kategooria valida kas  $G_A$ ,  $G_B$ ,  $G_C$ ,  $G_O$ ,  $G_P$  või  $G_E$ , samas peenosiste sisaldus peab vastama vähemalt kategooriale UF<sub>7</sub>;

3. jämetäitematerjali purustatud pindadega terade sisaldus peab vastama vähemalt kategooriale C 50 ja purunemiskindluse maksimaalväärtuse kategooria peab olema vähemalt LA<sub>40</sub>.“

Lisaks tuleb pindamisel lähtuda Maanteeameti Pindamisjuhise, killustiku kasutamisel Maanteeameti Killustikust katendikihtide ehitamise juhendist, geosünteedide puhul nende paigaldusjuhendist.

Kruusatee remondi ja pindamisega tolmuva katte ehitamise vahele peaks jääma tehnoloogiline paus, et parandatud teest saaks välja auruda üleliigne niiskus. Kogemused on näidanud, et kui seda ei järgita, kipub pindamine laiguti lagunema. Kui kruusatee remont tehakse sügisel, peaks pindamise tegema alles järgmise aasta suvel. Soovitus ei kehti juhul, kui pindamine tehakse kruusakihi asemel freespuru peale.

Konstruktiivsete lahenduste juures võib optimaalse segu asendada freespuruga. Sellisel juhul minimaalne kihipaksus peab olema 8 cm ja lähtuda tuleb Maanteeameti kergkatete ehitamise juhise.

### **Kraavide puhastamine, kaevamine, puude ja võsa eemaldamine**

Üldiselt on tee ääred puudest ja võsast vabad, mis ei sega masinatega hooldustöid. Enamuses teelõigus teeäärne kraav puudub ning selleks, et tagada piisavat kandevõimet, tuleks need kaevata. Tegevused:

- km 0.04...2.700 kaevata mõlemale poole kraav. Kohtades, kus seda kaevata ei saa, tuleb eemaldada servavall.
- km 2.700...2.800 kaevata vasakule poole kraav, eemaldada paremal pool võsa eemaldus ja kaevata kraav;
- km 2.850...3.100 kaevata paremale poole kraav ja nihutada vasakul pool metsapiiri teest eemale;
- km 3.100...3.300 kaevata mõlemale poole kraav;
- km 3.300...3.600 kaevata paremale poole kraav;
- km 3.650...3.950 võsa ja puud on teele väga lähedal ning metsapiiri tuleks nihutada teest eemale;
- km 4.200...4.400 võsa ja puud on teele väga lähedal ning metsapiiri tuleks nihutada teest eemale;
- km 5.100...5.200 võsa ja puud on teele väga lähedal ning metsapiiri tuleks nihutada teest eemale;
- km 5.200...6.900 kaevata mõlemale poole teed kraavid;
- km 6.900...7.500 teha ära teelõigu laiendus ja kaevata mõlemale poole kraavid;
- km 7.500...9.950 puhastada kraavid;
- km 10.000...10.350 kaevata paremale poole teed kraav, vasakul pool on elamud, mistõttu peaks nendega kooskõlastama, kui puhastada teeäärt võsast;
- km 10.350...13.200 kaevata mõlemale poole teed kraavid;
- km 13.200...14.500 on mets teele väga lähedal, mis tuleks nihutada kaugemale ja kaevata tee äärde kraavid.

Kraavide kaevamine nõuab geodeetilisi mõõtmisi, mida käesoleva tööga ei tehtud. Tuleb tagada see, et ei tekiks kohti, kuhu vesi jääb seisma.

### **Mahasõidud**

Kõik elumajade hoovidesse minevad mahasõidud tuleb viia tolmubava katte alla, samuti tabelis 1 rohelisega märgitud. Muud tuleb viia olemasoleva teega ühtlaselt kokku.

Seoses kraavide kaevamisega, tuleb rajada vähemalt järgnevad uued mahasõidud, mis tagavad ligipääsu põllumaadele:

- vasak pool km 0.36 (koos truubiga), 0.5, 2.6 (koos truubiga), 6.55, 6.9, 7.1, 7.4 (koos truubiga),
- parem pool 0.5, 1.3 (koos truubiga), 1.5 (koos truubiga), 1.74, 2.15 (koos truubiga), 2.6 (koos truubiga), 6.9, 7.4 (koos truubiga), 10.72

Lõpliku otsuse võsa ja puude, kraavide kaevamise ja uute mahasõitude rajamise osas langetab tellija.

| Spets nr. | Töö nimetus                                                                                               | Ühik | maht   | 40-1000 | 1000-2000 | 2000-3000 | 3000-4000 | 4000-5000 | 5000-6000 | 6000-6900 | 6900-7500 | 7500-8400 | 8400-8573 | sild 8573-8683 | 8683-8850 | 8850-9700 | 9700-9826 | sild 9826-9936 | 9936-11600 |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|-----------|-----------|-----------|----------------|------------|
|           | Ettevalmistustööd                                                                                         |      |        |         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |                |           |           |           |                |            |
| 20202     | Raadamine, juurimine ja teemaa-ala puhastamine (korrastada nii, et oleks võimalik hooldus mehhanismidega) | m²   | 3 700  |         |           | 100       | 800.0     | 400       | 200       |           |           |           |           |                |           |           |           |                |            |
| 20301     | Liiklusmärkide eemaldamine (koos postide ja vundamendiga) ja hilisem tagasipaigaldus                      | tk   | 21     | 1       |           | 2         | 1         |           | 4         |           |           | 4         |           |                |           |           |           |                |            |
| 20305     | Tähispostide eemaldamine ja hilisem tagasipaigaldus                                                       | tk   | 6      |         | 4         |           |           |           |           |           |           |           |           |                |           |           |           |                | 2          |
|           | Mullatööd                                                                                                 |      |        |         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |                |           |           |           |                |            |
|           | Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine KOKKU                                                             |      | 620    |         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |                |           |           |           |                |            |
| 30103     | Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine (õgvendamine)                                                     | m³   | 620    |         |           |           |           |           |           |           | 620       |           |           |                |           |           |           |                |            |
| 30603     | Oleva mulde pealispinna planeerimine ja tihendamine                                                       | m²   | 84 037 | 6 720   | 7 000     | 7 000     | 7 000     | 6 500     | 6 500     | 5 850     | 4 200     |           | 1 125     |                | 1 086     |           | 819       |                | 10 816     |
| 30301     | Truupide puhastamine sh sisse-väljavoolude kultuurkihi eemaldamine                                        | m    | 159    | 19      | 25        |           |           |           | 12        |           |           | 39        |           | 12             | 9         | 9         |           | 12             | 22         |
| 30201     | Kraavide puhastamine                                                                                      | m    | 3 500  |         |           |           |           |           |           |           |           | 1 800     |           |                |           | 1 700     |           |                |            |
| 30107     | Uute kraavide kaevamine (h = 0.5 m)                                                                       | m³   | 4 830  | 480     | 500       | 437.5     | 200.0     |           | 400.0     | 450.0     | 300.0     |           |           |                |           |           |           |                | 713        |
| 30701     | Geotekstiil, eraldav (II profiil)                                                                         | m²   | 20 830 |         |           |           |           |           |           |           | 4 380.0   | 6 120     |           |                |           | 5 780     |           |                |            |
| 30703     | Geovõrk                                                                                                   | m²   | 16 280 |         |           |           |           |           |           |           | 4 380.0   | 6 120     |           |                |           | 5 780     |           |                |            |
|           | Muldkeha ehitamine KOKKU                                                                                  |      | 475    |         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |                |           |           |           |                |            |
| 30402     | Muldkeha ehitamine juurdeveetavast kruuspinnasest või killustikust, olenevalt lõigust (profiilkiht)       | m³   | 315    |         | 68        |           | 45        |           | 45        |           |           | 68        |           |                |           | 45        |           |                |            |
| 30402     | Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest (mahasõidud).                                                | m³   | 160    | 30      | 30.0      | 30.0      |           |           | 10        | 20        | 30.0      |           |           |                |           |           |           |                | 10         |
|           | Katendid                                                                                                  |      |        |         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |                |           |           |           |                |            |
| 40507     | Kruusaluse rajamine laiusega 7 m, h = 25 cm                                                               | m²   | 4 200  |         |           |           |           |           |           |           | 4 200     |           |           |                |           |           |           |                |            |
| 40507     | Kruusaluse rajamine laiusega 6.5 m, h = 34 cm                                                             | m²   | 4 225  |         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |                |           |           |           |                |            |
| 40501     | Killustikaluse rajamine (segamine) laiusega 6.5 m, h = 10 cm                                              | m²   | 11 375 |         |           |           |           |           |           |           |           | 5 850     |           |                |           | 5 525     |           |                |            |
| 40501     | Killustikaluse rajamine laiusega 6.5 m, h = 25 cm                                                         | m²   | 11 375 |         |           |           |           |           |           |           |           | 5 850     |           |                |           | 5 525     |           |                |            |
| 40511     | Optimaalse segu paigaldus laiusega 6.3 m, h = 10 cm                                                       | m²   | 33 629 |         |           |           |           |           |           |           | 3 780     | 5 670     |           |                |           | 5 355     |           |                |            |
| 40511     | Optimaalse segu paigaldus laiusega 6.5 m, h = 5 cm                                                        | m²   | 58 435 | 6 240   | 6 500     | 6 500     | 6 500     | 6 500     | 6 500     | 5 850     |           |           | 1 125     |                | 1 086     |           | 819       |                | 10 816     |
| 44005     | Pindamine 2.5xE (eelpuistega 2x pindamine) laiusega 6 m                                                   | m²   | 85 968 | 5 760   | 6 000     | 6 000     | 6 000     | 6 000     | 6 000     | 5 400     | 3 600     | 5 400     | 1 038     |                | 1 002     | 5 100     | 756       |                | 9 984      |
| 44501     | Mahasõitude ehitamine/Purustatud kruusast sirbikujulise profiiliga kate. MS tüüp I, h = 10 cm             | m²   | 2 600  | 150     | 150       | 250       | 200       | 200       | 250       | 150       | 100       | 150       |           |                |           | 100       | 50        |                | 350        |
| 44005     | Mahasõitude pindamine 2.5xE                                                                               | m²   | 1 600  | 100     | 150       | 150       | 50        | 100       | 250       | 150       | 100       | 50        |           |                |           | 50        | 50        |                | 250        |
|           | Truubid                                                                                                   |      |        |         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |                |           |           |           |                |            |
| 51001     | Plastiktruup, 300 mm                                                                                      | m    | 72     | 9       | 18        | 27        |           |           |           |           | 18        |           |           |                |           |           |           |                |            |



| Spets nr. | Töö nimetus                                                                                               | Ühik | maht   | 11600-12250 | 12250-13000 | 13000-14000 | 14000-14588 |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|           | Ettevalmistustööd                                                                                         |      |        |             |             |             |             |
| 20202     | Raadamine, juurimine ja teemaa-ala puhastamine (korrastada nii, et oleks võimalik hooldus mehhanismidega) | m²   | 3 700  |             |             | 1 600       | 600         |
| 20301     | Liiklusmärkide eemaldamine (koos postide ja vundamendiga) ja hilisem tagasipaigaldus                      | tk   | 21     | 8           | 1           |             |             |
| 20305     | Tähispostide eemaldamine ja hilisem tagasipaigaldus                                                       | tk   | 6      |             |             |             |             |
|           | Mullatööd                                                                                                 |      |        |             |             |             |             |
|           | Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine KOKKU                                                             |      | 620    |             |             |             |             |
| 30103     | Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine (õgvendamine)                                                     | m³   | 620    |             |             |             |             |
| 30603     | Oleva mulde pealispinna planeerimine ja tihendamine                                                       | m²   | 84 037 | 4 225       | 4 875       | 6 500       | 3 822       |
| 30301     | Truupide puhastamine sh sisse-väljavoolude kultuurkihi eemaldamine                                        | m    | 159    |             |             |             |             |
| 30201     | Kraavide puhastamine                                                                                      | m    | 3 500  |             |             |             |             |
| 30107     | Uute kraavide kaevamine (h = 0.5 m)                                                                       | m³   | 4 830  | 325         | 375         | 500         | 150         |
| 30701     | Geotekstiil, eraldav (II profiil)                                                                         | m²   | 20 830 | 4 550       |             |             |             |
| 30703     | Geovõrk                                                                                                   | m²   | 16 280 |             |             |             |             |
|           | Muldkeha ehitamine KOKKU                                                                                  |      | 475    |             |             |             |             |
| 30402     | Muldkeha ehitamine juurdeveetavast kruuspinnasest või killustikust, olenevalt lõigust (profiilkiht)       | m³   | 315    |             |             |             | 45          |
| 30402     | Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest (mahasõidud).                                                | m³   | 160    |             |             |             |             |
|           | Katendid                                                                                                  |      |        |             |             |             |             |
| 40507     | Kruusaluse rajamine laiusega 7 m, h = 25 cm                                                               | m²   | 4 200  |             |             |             |             |
| 40507     | Kruusaluse rajamine laiusega 6.5 m, h = 34 cm                                                             | m²   | 4 225  | 4 225       |             |             |             |
| 40501     | Killustikaluse rajamine (segamine) laiusega 6.5 m, h = 10 cm                                              | m²   | 11 375 |             |             |             |             |
| 40501     | Killustikaluse rajamine laiusega 6.5 m, h = 25 cm                                                         | m²   | 11 375 |             |             |             |             |
| 40511     | Optimaalse segu paigaldus laiusega 6.3 m, h = 10 cm                                                       | m²   | 33 629 | 4 095       | 4 725       | 6 300       | 3 704       |
| 40511     | Optimaalse segu paigaldus laiusega 6.5 m, h = 5 cm                                                        | m²   | 58 435 |             |             |             |             |
| 44005     | Pindamine 2.5xE (eelpuistega 2x pindamine) laiusega 6 m                                                   | m²   | 85 968 | 3 900       | 4 500       | 6 000       | 3 528       |
| 44501     | Mahasõitude ehitamine/Purustatud kruusast sirbikujulise profiiliga kate. MS tüüp I, h = 10 cm             | m²   | 2 600  |             | 100         | 50          | 350         |
| 44005     | Mahasõitude pindamine 2.5xE                                                                               | m²   | 1 600  |             |             |             | 150         |
|           | Truubid                                                                                                   |      |        |             |             |             |             |
| 51001     | Plastiktruup, 300 mm                                                                                      | m    | 72     |             |             |             |             |

# KULULOEND

Kõik maksumused EUR

| Art nr | Töö kirjeldus | Möödühik | Maht | Ühiku hind | Maksumus |
|--------|---------------|----------|------|------------|----------|
| 1      | 2             | 3        | 4    | 5          | 6        |

## Nr 1: ÜLDISED

|       |                                                    |           |   |        |        |
|-------|----------------------------------------------------|-----------|---|--------|--------|
| 10201 | Proovivõtt ja katsetamine                          | kogusumma | 1 | 500.00 | 500.00 |
| 10202 | Load. sh kommunikatsiooni valdajate kooskõlastused | kogusumma | 1 | 100.00 | 100.00 |
| 10203 | Infotahvliid                                       | kogusumma | 1 | 100.00 | 100.00 |
| 10204 | Tööpiirkonna korrashoid                            | kogusumma | 1 | 100.00 | 100.00 |
| 10206 | Tööohutus                                          | kogusumma | 1 | 50.00  | 50.00  |
| 10207 | Keskkonnanõuded                                    | kogusumma | 1 | 50.00  | 50.00  |
| 10211 | Tööde mõõdistamine ja märkimistööd                 | kogusumma | 1 | 100.00 | 100.00 |

Kokku ÜLDISED

**1000.00**

## Nr 2: EHITUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE LÕIGUL

|       |                                                                                                                          |    |       |       |         |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|-------|---------|
| 20202 | Raadamine, juurimine ja teemaa-ala puhastamine (korrastada nii, et oleks võimalik hooldus mehhanismidega)                | m² | 3 700 | 0.59  | 2183.00 |
| 20301 | Liiklusmärgi eemaldamine (koos postidega, vundamentidega jne.) ja hilisem tagasipaigaldus (kui jäävad ehitustöödel ette) | tk | 21    | 20.00 | 420.00  |
| 20305 | Tähispostide eemaldamine ja hilisem tagasipaigaldus (kui jäävad ehitustöödel ette)                                       | tk | 6     | 15    | 90.00   |

Kokku EHITUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE LÕIGUL

**2693.00**

## Nr 3: MULLATÖÖD

|       |                                                                     |    |       |       |          |
|-------|---------------------------------------------------------------------|----|-------|-------|----------|
| 30103 | Sobimatu pinnase kaevamine                                          | m³ | 620   | 3.25  | 2015.00  |
| 30603 | Oleva mulde pealispinna planeerimine ja tihendamine                 | m² | 84037 | 0.50  | 42018.50 |
| 30301 | Truupide puhastamine sh sisse-väljavoolude kultuurikihi eemaldamine | m  | 159   | 23.51 | 3735.74  |
| 30201 | Kraavide puhastamine                                                | m  | 3500  | 4.27  | 14945.00 |
| 30107 | Uute kraavide kaevamine (h = 0.5 m)                                 | m³ | 4830  | 3.25  | 15697.50 |
| 30701 | Geotekstiil, eraldav (II profiil)                                   | m² | 20830 | 0.82  | 17080.60 |
| 30703 | Geovõrk                                                             | m² | 16280 | 2.50  | 40700.00 |
| 30402 | Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest (mahasõidud).          | m³ | 475   | 31.08 | 14763.00 |

Kokku MULLATÖÖD

**150955.34**

## Nr 4: KATEND

|       |                                                                                               |    |        |      |           |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------|------|-----------|
| 40507 | Kruusaluse rajamine laiusega 7 m, h = 25 cm                                                   | m² | 4 200  | 3.71 | 15582.00  |
| 40507 | Kruusaluse rajamine laiusega 6.5 m, h = 34 cm                                                 | m² | 4 225  | 5.05 | 21336.25  |
| 40501 | Killustikaluse rajamine (segamine) laiusega 6.5 m, h = 10 cm                                  | m² | 11 375 | 3.94 | 44817.50  |
| 40501 | Killustikaluse rajamine laiusega 6.5 m, h = 25 cm                                             | m² | 11 375 | 7.80 | 88725.00  |
| 40511 | Optimaalse segu paigaldus laiusega 6.3 m, h = 10 cm                                           | m² | 33 629 | 2.9  | 97525.26  |
| 40511 | Optimaalse segu paigaldus laiusega 6.5 m, h = 5 cm                                            | m² | 58 435 | 1.50 | 87652.50  |
| 44005 | Pindamine 2.5xE (celpuistega 2x pindamine) laiusega 6 m                                       | m² | 85 968 | 2.20 | 189129.60 |
| 44501 | Mahasõitude ehitamine/Purustatud kruusast sirbikujulise profiiliga kate. MS tüüp I, h = 10 cm | m² | 2 600  | 5.8  | 15080.00  |
| 44005 | Mahasõitude pindamine 2.5xE                                                                   | m² | 1 600  | 4.50 | 7200.00   |

Kokku KATEND

**567048.11**

## Nr 5: DRENAAŽ JA TRUUBID

|       |                      |   |    |       |         |
|-------|----------------------|---|----|-------|---------|
| 51001 | Plastiktruup, 300 mm | m | 72 | 71.52 | 5149.44 |
|-------|----------------------|---|----|-------|---------|

Kokku DRENAAŽ JA TRUUBID

**5149.44**

**KOKKU ptk-d 726845.89**

ETTENÄGEMATA TÖÖD 5%

**36342.29**

**KOKKU KOOS ETTENÄGEMATA TÖÖDEGA 763188.18**

KÄIBEMAKS 20%

**152637.64**

**KOKKU KÄIBEMAKSUGA 915825.82**

Märkused:

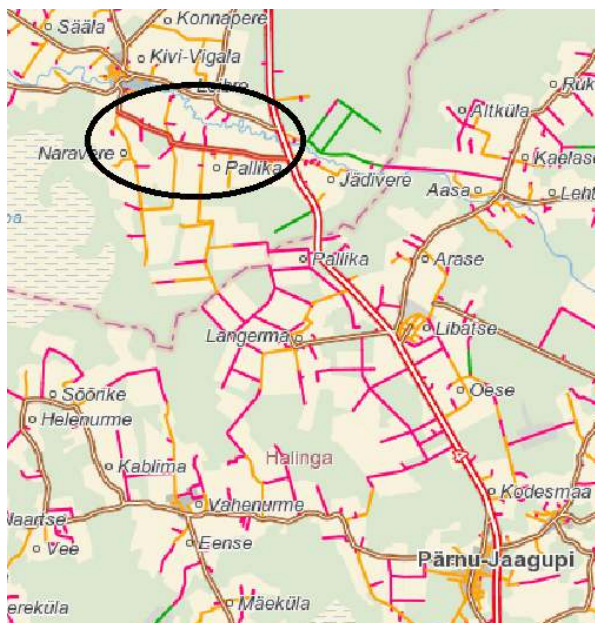
## Tee nr. 20177 Jädivere - Kivi-Vigala km 0,135 - 4,225

Tee seisukorra hindamiseks ja sobiliku remondimeetme valikuks koguti järgnevat infot:

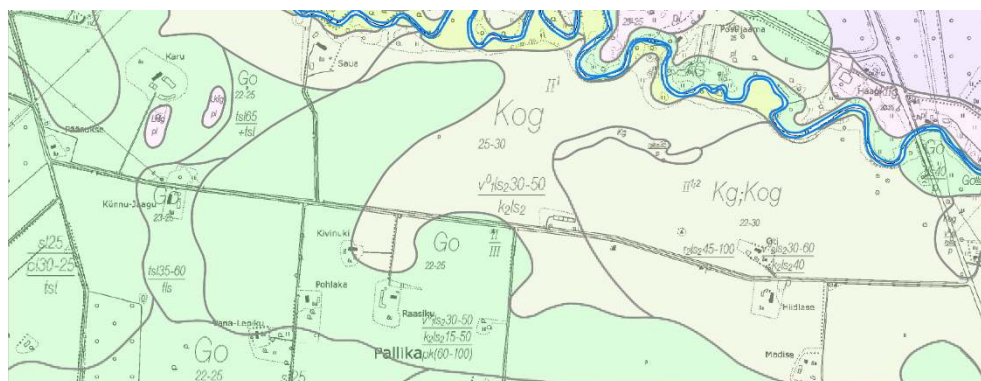
- varakevadine visuaalne vaatus;
- info kogumine andmebaasidest (Maa-ameti mullakaart, Teeregister);
- kandevõimemõõtmised FWD-seadmega kevadel;
- maaradari ülesõit koos tee ülesfilmimisega hiliskevadel (kui teekate on kuiv ja maapind tahenenud);
- geoloogiliste puuraukude puurimine kohtadesse, mis on valitud vastavalt objekti visuaalsele vaatlusele ja FWD tulemuste analüüsile.

### 1. Objekti asukoht

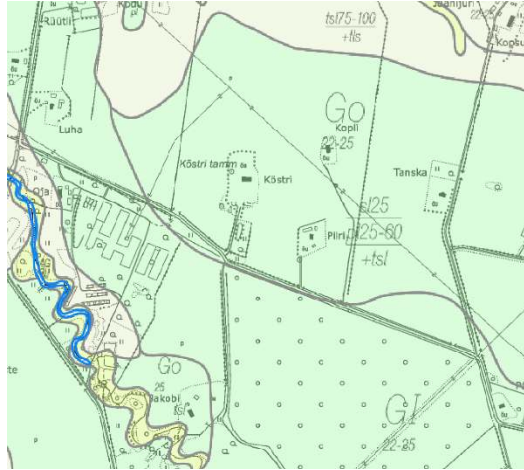
Objekti asukoht on näidatud joonisel 1. Joonistel 2 ja 3 on kujutatud objekt asetatuna mullakaardile, mis võimaldab anda sellele esmase ülevaate esineva aluspinnase ja niiskuspaikkonna osas.



Joonis 1. Tee nr. 20177 Jädivere - Kivi-Vigala km 0,135 - 4,225 asukoht (Teeregister)



Joonis 2. Tee nr. 20177 Jädivere - Kivi-Vigala km 0,135 – 3.00 asetatuna mullakaardile (Maa-amet).



Joonis 3. Tee nr. 20177 Jädivere - Kivi-Vigala km 3.0 – 4.2 asetatuna mullakaardile (Maa-amet).

Mullakaardi alusel asub tee km 0.135...2.0 gleistunud leostunud mulla levikualal. Tegemist on ajutiselt (nõrgalt) liigniiske mullaga. Ülejäänud tee osa leostunud gleimulla, vahemikus km 2.8...3.6 on vasakul pool teed leetjas gleimuld ning mõlemad on alaliselt (keskmiselt) liigniisked mullad, kus liigniiskus on tingitud pidevalt mullaprofiili ulatuvast põhjaveest.

Seega mullakaardi alusel on esimesed kaks kilomeetrit pigem kuiv, misjärel muutub paikkond liigniiskeks.

## 2. Tee üldiseloomustus Teeregistri põhjal

Teeregistri alusel ei ole teele määratud maantee klassi. Km 0.135...2.770 on kruusatee seisukorra tasemeks hinnatud aastal 2014 „5“ ja vahemik km 2.770...4.225 „4“.

Tee laius on vahemikus 5...5.4 m. Muldkeha laius on tegelikkuses veidi suurem, kuid mitte niivõrd, et teed saaks teha 6 m laiuseks, mis nõuab seega muldkeha laiendamist.

Liiklussagedus 2016 on vahemikus km 0...4.000 39 AKÖL (sõiduaudod ja pakiaudod 93%, veoaudod ja autobussid 2%, autorongid 5%, arvuliselt sõiduaudod 36, veoaudod 1 ja autorongid 2 a/ööp).

Liiklussagedus 2016 on vahemikus km 4.000...4.225 72 AKÖL (sõiduaudod ja pakiaudod 98%, veoaudod ja autobussid 0%, autorongid 2%, arvuliselt sõiduaudod 70, veoaudod 0 ja autorongid 2 a/ööp).

Lõigu km 0...4.000 koormussagedus on hetkel  $Q = (1 \cdot 2.67 + 2 \cdot 3.76) \cdot 0.6 = 6.0 \text{ V}_1/\text{ööp}$ , mis teeb  $E_{vaj} = 110.5 \text{ MPa}$ .

Lõigu km 4.000...4.225 koormussagedus on hetkel  $Q = (0 \cdot 2.67 + 2 \cdot 3.76) \cdot 0.6 = 4.5 \text{ V}_1/\text{ööp}$ , mis teeb  $E_{vaj} = 101.7 \text{ MPa}$ .

Isegi, kui tee liiklussagedus suureneb kahekordselt, ei saavutata sellist koormussagedust, mis tingiks suurema kandevõime, kui 130 MPa. Seega kasutatakse tee dimensionimisel arvutusliku kandevõimeks  **$E_{vaj} = 130 \text{ MPa}$** .

Katendikihtide osas Teeregistris info puudub. Aastal 2003 on teele paigaldatud kulumiskihiks optimaalse terastikuga purustatud kruusliiv. Käsitletavale lõigule järgnevale teelõigule on paigaldatud aastal 2005 6 cm MUK, mis on pinnatud viimati aastal 2016.



Mahasõidud on esitatud tabelis 1. Rohelisega märgitud mahasõidud on ristumised suuremate kohalike teedega.

Tabel 1

#### Jädivere – Kivi-Vigala km 0.135...4.225 mahasõidud

| Asukoht |         | Liigitus    | Laius | Mahasõidutee kate | Katte ulatus                | Truubi olemasolu | Mahasõidutee kasutusotstarve |
|---------|---------|-------------|-------|-------------------|-----------------------------|------------------|------------------------------|
| 426     | vasakul | kohalik tee | 3,0   | kruus             | kattega noka pikkus 6 ja >m | Andmed puuduvad  | tegevuskoht                  |
| 578     | paremal | eratee      | 3,0   | kruus             | noka pikkus 1...5m          | Andmed puuduvad  | elukohta sissesõit           |
| 583     | vasakul | eratee      | 3,0   | kruus             | noka pikkus 1...5m          | Andmed puuduvad  | elukohta sissesõit           |
| 1187    | paremal | eratee      | 4,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup on         | põllu- ja metsamajandus      |
| 1279    | paremal | eratee      | 3,0   | kruus             | noka pikkus 1...5m          | truup on         | tegevuskoht                  |
| 1374    | vasakul | eratee      | 3,0   | kruus             | kattega noka pikkus 6 ja >m | truup on         | elukohta sissesõit           |
| 1721    | vasakul | eratee      | 3,0   | kruus             | kattega noka pikkus 6 ja >m | truup on         | elukohta sissesõit           |
| 1963    | paremal | eratee      | 3,0   | kruus             | kattega noka pikkus 6 ja >m | truup on         | põllu- ja metsamajandus      |
| 1973    | paremal | eratee      | 4,0   | katteta           | nokk puudub                 | Andmed puuduvad  | põllu- ja metsamajandus      |
| 2001    | vasakul | eratee      | 3,0   | kruus             | kattega noka pikkus 6 ja >m | truup on         | elukohta sissesõit           |
| 2308    | paremal | eratee      | 4,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup on         | põllu- ja metsamajandus      |
| 2389    | vasakul | eratee      | 4,0   | kruus             | noka pikkus 1...5m          | truup on         | elukohta sissesõit           |
| 2557    | paremal | eratee      | 3,0   | kruus             | noka pikkus 1...5m          | truup on         | elukohta sissesõit           |
| 2630    | vasakul | eratee      | 4,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup on         | põllu- ja metsamajandus      |
| 2765    | vasakul | kohalik tee | 5,0   | kruus             | kattega noka pikkus 6 ja >m | Andmed puuduvad  | piiramata otstarbega         |
| 2939    | paremal | kohalik tee | 4,0   | kruus             | kattega noka pikkus 6 ja >m | truup on         | piiramata otstarbega         |
| 2940    | paremal | kohalik tee | 4,0   | kruus             | kattega noka pikkus 6 ja >m | Andmed puuduvad  | piiramata otstarbega         |
| 3006    | paremal | eratee      | 5,0   | kruus             | noka pikkus 1...5m          | truup on         | põllu- ja metsamajandus      |
| 3300    | paremal | eratee      | 4,0   | katteta           | nokk puudub                 | Andmed puuduvad  | põllu- ja metsamajandus      |
| 3415    | paremal | eratee      | 3,0   | kruus             | noka pikkus 1...5m          | truup on         | elukohta sissesõit           |
| 3615    | vasakul | kohalik tee | 4,0   | kruus             | kattega noka pikkus 6 ja >m | Andmed puuduvad  | piiramata otstarbega         |
| 3624    | paremal | kohalik tee | 3,0   | kruus             | kattega noka pikkus 6 ja >m | truup on         | elukohta sissesõit           |
| 3790    | paremal | eratee      | 3,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup on         | põllu- ja metsamajandus      |
| 3971    | vasakul | eratee      | 5,0   | kruus             | kattega noka pikkus 6 ja >m | truup on         | tegevuskoht                  |
| 4111    | vasakul | eratee      | 4,0   | kruus             | kattega noka pikkus 6 ja >m | Andmed puuduvad  | elukohta sissesõit           |
| 4217    | vasakul | kohalik tee | 6,0   | kruus             | kattega noka pikkus 6 ja >m | Andmed puuduvad  | piiramata otstarbega         |

Objektil asub 4 truupi, millest kõik on hiljuti vahetatud ja väga heas seisukorras (tabel 2).

Tabel 2

#### Truupide asukohad

| Asukoht | Ehitusaasta | Truubi pikkus | Päiste olemasolu | Ava läbimõõt | Seisukorra hinne | Truubi materjal | Märkused                     |
|---------|-------------|---------------|------------------|--------------|------------------|-----------------|------------------------------|
| 2706    | 2015        | 12,0          | päiseid ei ole   | 0,5          | väga hea         | plast           | Kivikindlustus, 2 tähisposti |
| 3610    | 2015        | 12,0          | päiseid ei ole   | 0,5          | väga hea         | plast           | Kivikindlustus, 2 tähisposti |
| 3800    | 2015        | 12,0          | päiseid ei ole   | 0,5          | väga hea         | plast           | Kivikindlustus, 2 tähisposti |
| 4210    | 2015        | 14,0          | päiseid ei ole   | 0,5          | väga hea         | plast           | Kivikindlustus, 2 tähisposti |

### 3. Tee visuaalse vaatluse info

Vaatlus toimus 2017 aprilli esimeses pooles. Tee esimesed ca 2 kilomeetrit olid kuivad, peale seda hakkas nii teekate kui ümbrus minema niiskemaks ning alates ca km 3.00 oli piirkond selgelt liigniiske (fotod 1...6).

Visuaalsel vaatusel oli peamisteks tee probleemideks kulumiskihi halb seisukord ning kõrgete servavallide olemasolu tee ääres, kattel on palju paekivikillustiku lahtisi osiseid (fotod 1 ja 2).

Visuaalsel vaatlusel tuvastati üks koht, kus on selgelt probleeme kandevõimega – kohe peale truupi km 3.82 oli tee keskel „üleskeenu“ koht (foto 7). Maaradariprofililt saab välja lugeda antud kohas jõnksu ülespoole, mis võib olla tingitud külmakerkest (joonis 4).



Fotod 1 ja 2. Teelõigu algus oli täiesti kuiv, mida kaugemale sõita, seda niiskemaks muutub. Fotod on võetud teelõigu algusest ja ca 1.5 kilomeetri kauguselt algusest.



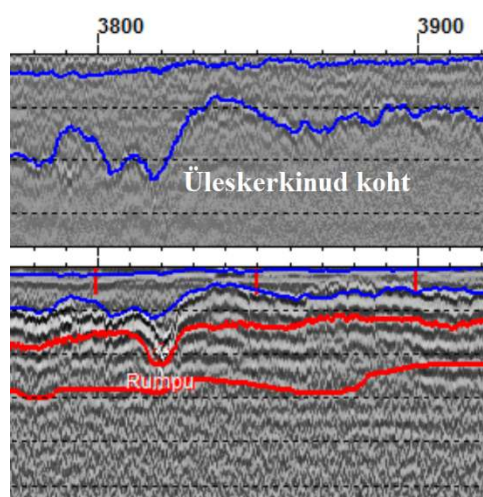
Fotod 3 ja 4. Mida kaugemale sõita, seda sügavamaks lähevad kraavid ja vesisemaks muutub nii keskkond kui teekate. Fotod on tehtud vastavalt ca km 2.5 ja 2.9 juurest.



Fotod 5 ja 6. on võetud km 3.6 ja teelõigu lõpust suunal 2, mis näitavad kraavides olevat kõrget veetaset.



Foto 7. asukohast km 3.82 suunal 2 näitab, et tee keskel on tõenäoliselt külmakerkest põhjustatud kahjustus. Maadaradiprofiil joonisel 4 näitab selles kohas aluskihis kühmu.



Joonis 4. Maaradari profiilil nähtub peale truupi km 3.82...3.85 üleskerkinud koht.

#### 4. Kandevõime

Kandevõime mõõdeti objektil 12.04.17 KUAB kahemassilise FWD-seadmega, mis suudab mõõta läbipaindeid üle 5000  $\mu\text{m}$  ja mille koormusimpulss on tavapärasest FWD-seadmetest tänu kahemassilisele süsteemile pikem, mistõttu on seade kruusateedel mõõtmisteks väga hästi sobilik. Mõõtmine sooritati malekorras iga 50 m tagant.

Mõõtmistulemuse põhjal arvutati kandevõime kasutades valemit 1. Seadme küljes oli kõrgtäpne GPS ( $\pm 5$  cm), millega registreeriti nii punkti asukoht kui absoluutkõrgus seadme pealt (seega on teekatte pinna suhtes kõrgused suhtelised). Arvutatud kandevõime mõlemas sõidusuunas on esitatud joonisel 5, millest nähtub, et enamikes punktides ei ole vajalikku kandevõimet  $E = 130$  MPa. Tee keskmine kandevõime on 88 MPa, kuid kõige madalamaks kandevõimeks saadi alla 30 MPa.

Joonistel 6, 7 ja 8 on esitatud SCI 300, BDI ja BCI 1200 parameetrid. Vaadates SCI 300 ja BCI 1200 näitajaid nähtub, et esimene on väga kõrge kuni ca km 2.500 ning peale seda alaneb soovitusliku piirmäära lähedale, kuid BCI 1200 käitub vastupidiselt. BDI näitaja on suhteliselt ühtlaselt tugevalt



üle soovitusliku piiri kogu teelõigu ulatuses. Samuti on kandevõime kogu teelõigu ulatuses ühtlaselt madal.

Vajumikausi parameetrid näitavad antud juhul, et kuni km 2.5 on madala kandevõime põhjus kattekruus, ülalt konstruktsiooni tungiv vesi ja tõenäoliselt ka ebapiisav teekonstruktsioon (õhukesed kihipaksused, ebapiisavate tugevusomadustega materjalid). Km 2.5 edasi on madala kandevõime põhjuseks pigem alt üles tungiv vesi, teisisõnu see, et tee asub liigniiskes keskkonnas ning ka niiskustundlike materjalide olemasolu teekatendis.

$$E_{eq} = \frac{0,25\pi * (1 - \nu^2) * F * S}{d_0}$$

Valem 1

kus

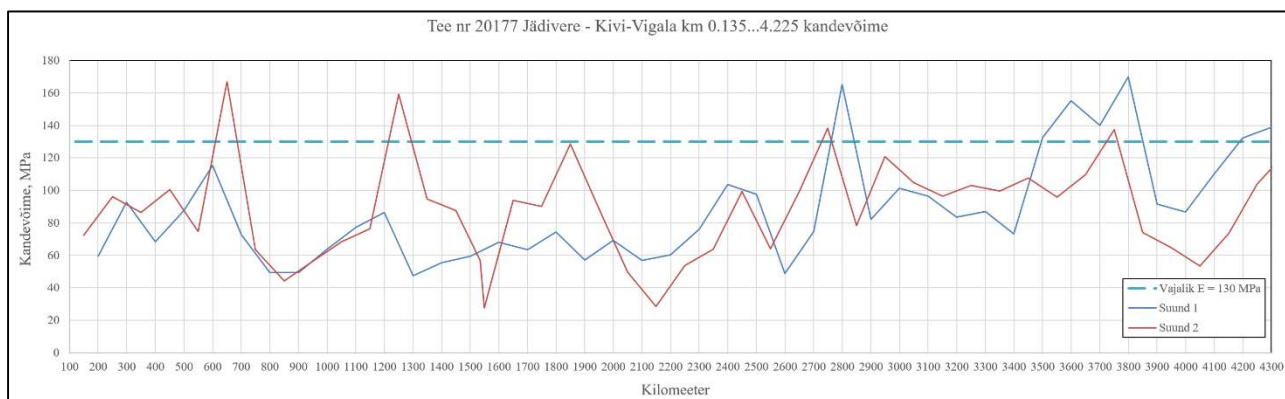
$E_{eq}$  – üldine E-moodul koormusplaadi keskmes, MPa;

$\nu$  – Poisson' tegur (kruusateedel tuleks arvestada 0,35);

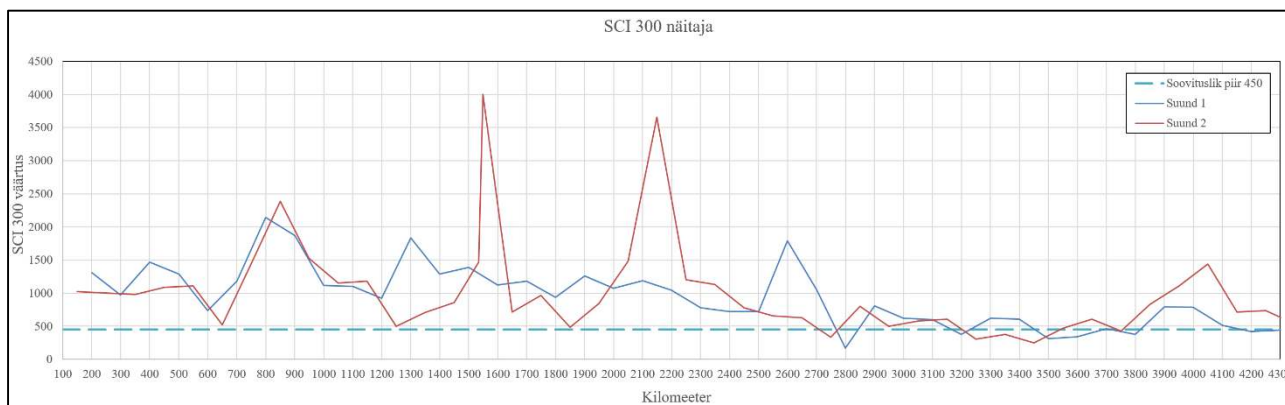
F – kontaktsurve koormusplaadi all, kPa (300 mm koormusplaadi ja 50 kN koormuse kasutamisel saadakse 707 kPa);

S – koormusplaadi diameeter, mm;

$d_0$  – vajum koormusplaadi keskmes,  $\mu\text{m}$ .

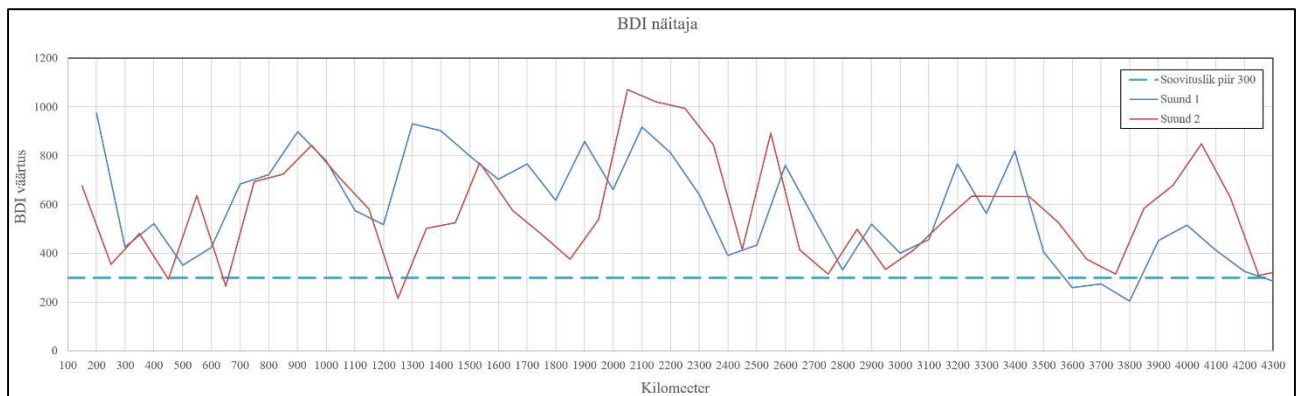


Joonis 5. Teelõigu kandevõime mõlemas sõidusuunas

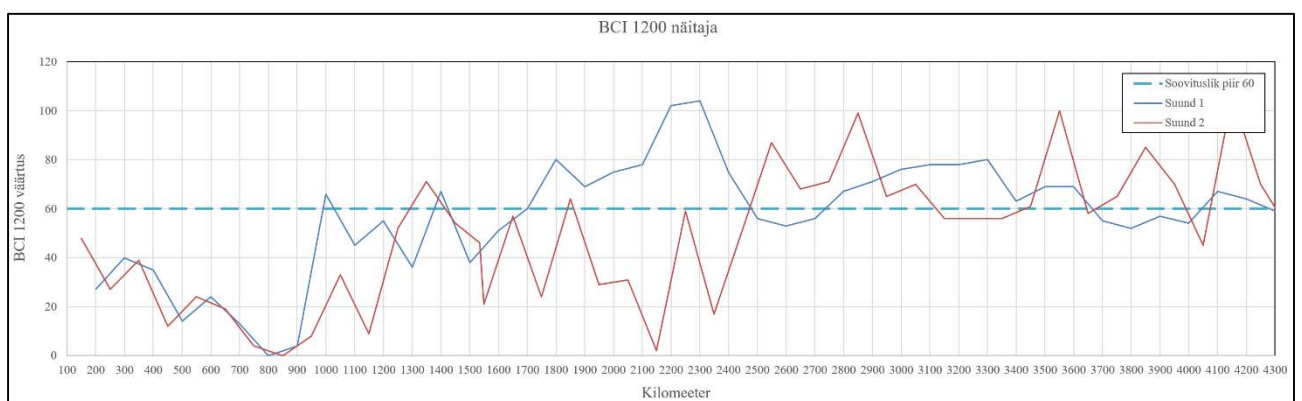


Joonis 6. SCI 300 näitaja on kuni km 2.700 ülisuure väärtusega, mis näitab, et mõõtmiskohas oli kattekruus veeküllastunud olekus, mis on tingitud sellest, et vesi ei ole saanud servavallide tõttu teekattelt ära voolata.





Joonis 7. BDI näitaja on samuti väga kõrge, mis viitab sellele, et kogu teekatend oli mõõtmisajal üleniiskunud või on katendi paksus õhuke.



Joonis 8. BCI 1200 näitaja on lõigu esimesel poolel valdavalt alla soovitusliku piiri, kuid ületab seda lõigu teises pooles. Siit saab tõmmata paralleeli mullakaardiga, mille alusel muutus pinnas ca km 2.0 peal ning piirkond muutus liigniiskeks.

## 5. Geoloogia

Tulenevalt FWD mõõdistustest ja objekti vaatlusest valiti välja kohad, kust võtta puuraugud kihipaksuste ja materjaliomaduste määramiseks. Puuraugud võeti kuuest kohast:

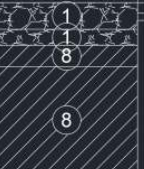
1. km 0.800 (kandevõime 49 MPa, läbilõige joonisel 9);
2. km 1.550 (kandevõime 28 MPa, läbilõige joonisel 10);
3. km 1.800 (kandevõime 74 MPa, läbilõige joonisel 11);
4. km 2.150 (kandevõime 28 MPa, läbilõige joonisel 12);
5. km 3.000 (kandevõime 101 MPa, läbilõige joonisel 13);
6. km 4.050 (kandevõime 53 MPa, läbilõige joonisel 14).

| Kaevandi<br>tähtis<br>ja nr. | PA-20177-0.800    | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00             | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade                                                      | 16.06.2017<br>GM 65 GTT   | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus                                                                                             | - | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 16.06.2017 |
|------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------|------------|
| X=6506250                    |                   |                          |                  |                                                                                   | Y=524241                  |                                                                                                                                  |   |                                |            |
| Geo.<br>in-<br>deks          | Süga-<br>vus<br>m | Abs.<br>kõrgus<br>m      | Pak-<br>sus<br>m | Geoloogiline<br>lõige                                                             | Proovi<br>(labori<br>nr.) | Pinnase kirjeldus                                                                                                                |   |                                |            |
|                              | 0.15<br>0.30      | -0.15<br>-0.30           | 0.15             |  | 4125                      | Teekate: rohke kruusaga mällikas keskliiv.<br>Muld: sisaldab mällsavi.<br>Moreen: Kruusane liivane savimöll, poolkõva kuni kõva. |   |                                |            |
| 1                            | 1.50              | -1.50                    | 1.20+            |  |                           |                                                                                                                                  |   |                                |            |

Joonis 9. Geoloogiline lõige km 0.800 näitab, et teekate on veetud looduslikule pinnale ning teekatendit ei eksisteeri.

| Kaevandi<br>tähtis<br>ja nr. | PA-20177-1.550    | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                 | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade                                                      | 16.06.2017<br>GM 65 GTT   | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus                                                                                                                                                | - | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 16.06.2017 |
|------------------------------|-------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------|------------|
| X=6506382                    |                   |                          |                      |                                                                                   | Y=523507                  |                                                                                                                                                                                     |   |                                |            |
| Geo.<br>in-<br>deks          | Süga-<br>vus<br>m | Abs.<br>kõrgus<br>m      | Pak-<br>sus<br>m     | Geoloogiline<br>lõige                                                             | Proovi<br>(labori<br>nr.) | Pinnase kirjeldus                                                                                                                                                                   |   |                                |            |
|                              | 0.22<br>0.59      | -0.22<br>-0.59           | 0.22<br>0.28<br>0.05 |  | 4126                      | Teekate: rohke liivaga mällikas kruus.<br>Täide: Liivane mällsavi, kõva.<br>Täide: Orgaanikaga liivane mällsavi.<br>Moreen: Kruusaga liivane savimöll, poolkõva, alates 0,95m kõva. |   |                                |            |
| 1                            | 1.50              | -1.50                    | 0.95+                |  |                           |                                                                                                                                                                                     |   |                                |            |

Joonis 10. Geoloogiline lõige km 1.550 näitab, et teekatend koosneb sisuliselt savist, mille peale on veetud teekate (optimaalne segu).

| Kaevandi<br>tähtis<br>ja nr. | PA-20177-1.800       | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                 | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade                                                        | 16.06.2017<br>GM 65 GTT   | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus                                                                                                                              | - | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 16.06.2017 |
|------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------|------------|
| X=6506414                    |                      |                          |                      |                                                                                     | Y=523257                  |                                                                                                                                                                   |   |                                |            |
| Geo.<br>in-<br>deks          | Süga-<br>vus<br>m    | Abs.<br>kõrgus<br>m      | Pak-<br>sus<br>m     | Geoloogiline<br>lõige                                                               | Proovi<br>(labori<br>nr.) | Pinnase kirjeldus                                                                                                                                                 |   |                                |            |
|                              | 0.25<br>0.40<br>0.60 | -0.25<br>-0.40<br>-0.60  | 0.25<br>0.15<br>0.20 |  | 4127                      | Teekate: rohke kruusaga mällikas keskliiv.<br>Teekate: kruusliiv (vanem teekatte kiht).<br>Savimöll: Liivane mällsavi.<br>Savimöll: Orgaanikaga liivane mällsavi. |   |                                |            |
| 1                            | 1.60                 | -1.60                    | 1.00+                |  |                           |                                                                                                                                                                   |   |                                |            |

Joonis 11. Geoloogiline lõige km 1.800 näitab, et teekatend koosneb sisuliselt savist, mille peale on veetud teekate (optimaalne segu).

| Kaevandi<br>tähtis<br>ja nr. | PA-20177-2.150       | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                 | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade                                                        | 16.06.2017<br>GM 65 GTT   | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus                                                                                                                      | - | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 16.06.2017 |
|------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------|------------|
| X=6506451                    |                      |                          |                      |                                                                                     | Y=522910                  |                                                                                                                                                           |   |                                |            |
| Geo.<br>in-<br>deks          | Süga-<br>vus<br>m    | Abs.<br>kõrgus<br>m      | Pak-<br>sus<br>m     | Geoloogiline<br>lõige                                                               | Proovi<br>(labori<br>nr.) | Pinnase kirjeldus                                                                                                                                         |   |                                |            |
|                              | 0.11<br>0.40<br>0.95 | -0.11<br>-0.40<br>-0.95  | 0.11<br>0.29<br>0.55 |  | 4128                      | Teekate: rohke liivaga mälline kruus.<br>Täide: Liivane mällsavi.<br>Savimöll: Liivane mällsavi, keskthi kuni tihe.<br>Moreen: Kruusaga liivane savimöll. |   |                                |            |
| 1                            | 1.50                 | -1.50                    | 0.55+                |  |                           |                                                                                                                                                           |   |                                |            |

Joonis 12. Geoloogiline lõige km 2.150 näitab, et teekatend koosneb sisuliselt savist, mille peale on veetud teekate (optimaalne segu).

|                              |                     |                          |                     |                              |                         |                                      |                                       |                                |            |
|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|------------|
| Kaevandi<br>tähtis<br>ja nr. | PA-20177-3.000      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 16.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | -                                     | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 16.06.2017 |
| X=6506747                    |                     |                          |                     |                              | Y=522194                |                                      |                                       |                                |            |
|                              | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                     |                                |            |
| 1                            |                     | 0.19                     | -0.19               | 0.19                         | (1)                     | 4129                                 | Teekate: rohke liivaga mölline kruus. |                                |            |
|                              |                     | 0.40                     | -0.40               | 0.21                         | (1)                     |                                      | Teekate: Kruusliiv.                   |                                |            |
|                              |                     | 0.60                     | -0.60               | 0.20                         | (6)                     |                                      | Mölline peenliiv                      |                                |            |
|                              |                     | 0.90                     | -0.90               | 0.30                         | (6)                     |                                      | Mölline peenliiv: orgaanikat 50%.     |                                |            |
|                              |                     |                          |                     | 1.00+                        | (6)                     |                                      | Mölline peenliiv: niiske.             |                                |            |
|                              |                     | 1.90                     | -1.90               |                              |                         |                                      |                                       |                                |            |

Joonis 13. Geoloogiline lõige km 3.000 näitab, et teekatend on tugevam, kui muudes ristlõigetes ehk teekatendis on kasutatud peenliiva, mille peale on veetud teekate.

|                              |                     |                          |                     |                              |                         |                                      |                                                                         |                                |            |
|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| Kaevandi<br>tähtis<br>ja nr. | PA-20177-4.050      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 16.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | -                                                                       | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 16.06.2017 |
| X=6507186                    |                     |                          |                     |                              | Y=521253                |                                      |                                                                         |                                |            |
|                              | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                                                       |                                |            |
| 1                            |                     | 0.11                     | -0.11               | 0.11                         | (1)                     | 4130                                 | Teekate: rohke liivaga möllikas kruus.                                  |                                |            |
|                              |                     | 0.27                     | -0.27               | 0.16                         | (2)                     |                                      | Teekate: Liivane möllisavi.                                             |                                |            |
|                              |                     | 0.60                     | -0.60               | 0.33                         | (3)                     |                                      | Muld: Orgaanikaga liivane möllisavi.                                    |                                |            |
|                              |                     |                          |                     | 1.30+                        | (6)                     |                                      | Mölline peenliiv: Mölline peenliiv, niiske, alates 1,5m veeküllastunud. |                                |            |
|                              |                     | 1.90                     | -1.90               |                              |                         |                                      |                                                                         |                                |            |

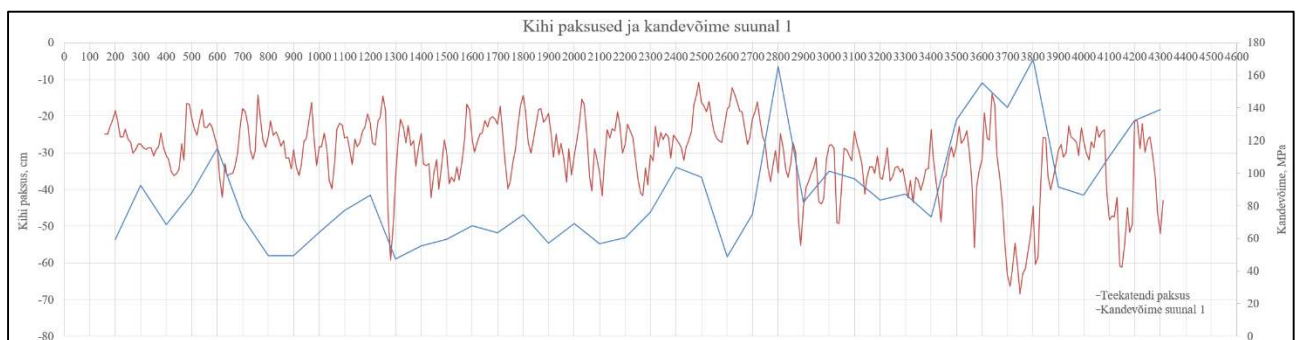
Joonis 14. Geoloogiline lõige km 4.050 näitab, et teekonstruktsioon sisuliselt puudub ning teekate on veetud mullakihi peale.

Geoloogilised lõiked näitavad põhjuse, miks teelt mõõdeti nii madalad kandevõimed – teekonstruktsioon sisuliselt puudub ning teekate on veetud enamasti savi peale. Kohtades, kus saadi mõnevõrra kõrgemad kandevõimed, on tehtud täitetöid ning teekatend on seega paksem, näiteks km 3.7...3.800, kus on mõlemale poole teed mahasõidud kohalikele teedele (foto 8). Sama näitab ka maaradariprofiil ehk kohas on teekatend paksem, kui mujal üldiselt (joonis 15).

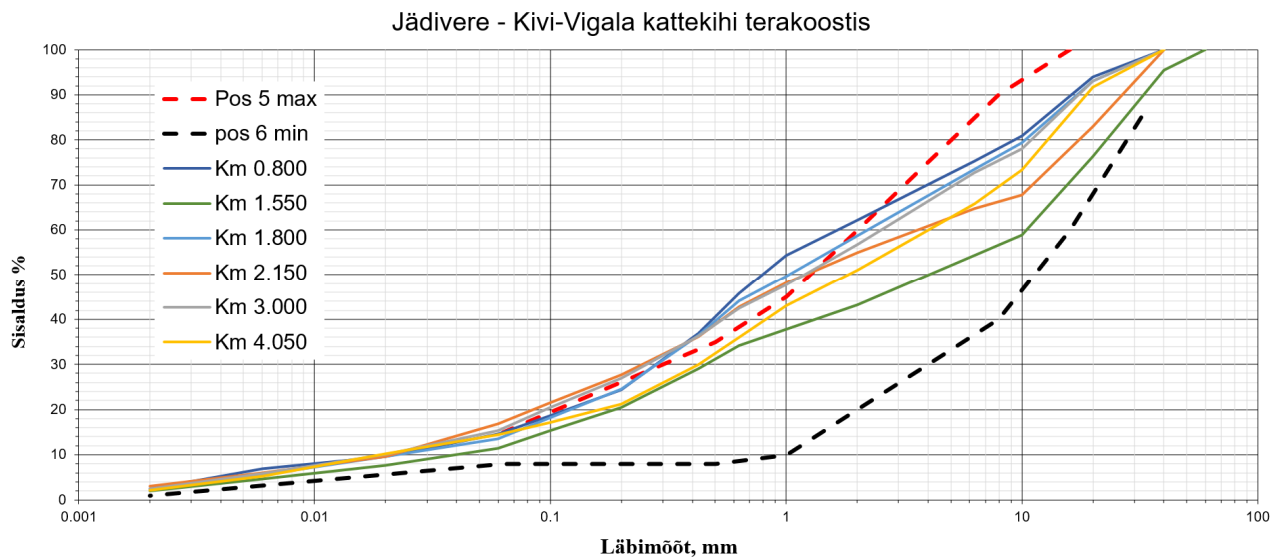
Joonisel 16 on näidatud kattekihi terastikulased koostised, mille kohaselt jääb materjal pos. 5 ja pos. 6 vahepeale olles samaaegselt pigem liivane.



Foto 8. Km 3.7...3.8 mõõdeti mõnevõrra kõrgem kandevõime, kui mujal teel üldiselt, kuid antud koht on ristmik, mistõttu täitekiht on paksem (v.t maaradari profiil joonisel 15).



Joonis 15. Teekatendi kihipaksused maaradariprofiililt koos suuna 1 kandevõimega.



Joonis 16. Kattekihi terakoostised on pos. 5 ja pos. 6 vahepeal (alumine pool pos. 5 ja ülemine pool pos. 6 kohane).



## 6. Tee jagamine homogeenseteks lõikudeks

Arvestades tee olukorda tuleks seda käsitleda tolmuvaaba katte ehitamisel ühtse lõiguna, s.t peale rajatav katend peaks kogu lõigus olema sama. Tabelis 3 on kujutatud iseloomulikke olukorda läbi katendarvutuse, mis võetakse sobiliku konstruktsiooni rajamisel arvesse.

Tabel 3

Enamikku teelõiku iseloomustav katend, mis võtta katendarvutuse aluseks

| ARVUTUSE KÄIK |                                                      |             |                                                               |                                                     |                                                      |                                                |                                                     |                          |         |                              |
|---------------|------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|---------|------------------------------|
|               | Kihi nimetus                                         | Kihi paksus | Kihi elast-<br>susmoodul<br>$E_{\text{elkv}}$<br>arvutamiseks | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>nihkele | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>paindele | Arvutatud<br>tõmbe-<br>pinged $R_{\text{max}}$ | Lubata-<br>vad<br>tõmbe-<br>pinged $R_{\text{lub}}$ | Sise-<br>hõõrde-<br>nurk | Nidusus | Kihtide<br>seotistegur<br>K3 |
| Kihi nr.      |                                                      |             | cm                                                            | MPa                                                 | MPa                                                  | MPa                                            | MPa                                                 | MPa                      | Kraad   |                              |
| 1             | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus) | 20.0        | 180                                                           |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 45.0                     | 0.030   | 9.5                          |
| ALUS          | C - kerge liivsavi, raske liivsavi, savid            |             | 37.0                                                          |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 16.3                     | 0.017   | 1.5                          |

| ARVUTUSE TULEMUSED |                                                      |                   |                          |                  |                  |         |                                     |                                   |                                      |  |
|--------------------|------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------------|---------|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--|
| Kihi nr.           | Kihi nimetus                                         | Kihi paksus<br>cm | Tugevuse näitaja         |                  |                  |         | Üldine<br>elastus-<br>moodul<br>Mpa | Vajalik<br>elastus-<br>moodul MPa | Arvutuslik<br>niiskus W1<br>või Warv |  |
|                    |                                                      |                   | Kriteerium               | Nihkepinged MPa  |                  | Varu %  |                                     |                                   |                                      |  |
|                    |                                                      |                   |                          | $t_{\text{arv}}$ | $t_{\text{lub}}$ |         |                                     |                                   |                                      |  |
|                    |                                                      |                   | Üldine elastusmoodul     |                  |                  | -22.7%  | 68.35                               | 130.00                            |                                      |  |
| 1                  | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus) | 20.0              |                          |                  |                  |         | 68.35                               |                                   |                                      |  |
|                    | C - kerge liivsavi, raske liivsavi, savid            |                   | Nihkepinged aluspinnasel | 0.0775           | 0.0327           | -137.5% |                                     |                                   | 0.728                                |  |
|                    | Katendi kogupaksus                                   | 20.0              |                          |                  |                  |         | Parandustegur $\Delta$              |                                   | 0.000                                |  |

Kui tee jäetaks kruusateeks, saaks vajumikausi parameetrite ja geoloogia põhjal jagada tee kolmeks eri lõiguks:

Lõik 1 – km 0.135...2.700. Teekonstruktsioon puudub, teekate on paigaldatud olemasolevale pinnasele või sellest tehtud täitele, milleks on möllsavi või savimöll. Piirkond on pigem kuiv, madal kandevõime oli suures osas tingitud ülalt ehk läbi katte tulevast veest. Vesi ei saa teekattelt ära voolata ebapiisavate põikkallete ja tee ääres olevate servavallide tõttu. Olemasoleva tee keskmine kandevõime on 70 MPa.

Lõik 2 – km 2.700...3.800. Teekonstruktsioon on olemas, kuid koosneb niiskustundlikest materjalidest. Kandevõime on mõjutatud teekonstruktsioonis olevast niiskusest, mis tuleneb altpoolt. Piirkonda on üritatud sügavate kraavidega kuivendada, kuid vesi on kraavides kõrgel. Olemasoleva tee keskmine kandevõime on 100 MPa.

Lõik 3 – km 3.800...4.200. Teekonstruktsioon puudub, teekate on paigaldatud olemasolevale pinnasele või sellest tehtud täitele, milleks on liivane möllsavi. Km 3.82...3.85 on külmakerkeline koht, mis tuleb kaevata välja ja asendada. Olemasoleva tee keskmine kandevõime on 80 MPa.

## 7. Konstruktiivsed lahendused

Viies tee tolmuvaaba katte alla, tuleb teha järgnevad tegevused:

1. puhastada kraavid, koos sellega eemaldada ka tee ääres olevad servavallid;
2. profileerida olemasolev teekate, lõikamissügavus peab aukude põhjani või min 5 cm; tagada põikkalle 4% sirgetel ja 6% kurvides (kui see pole võimalik, tuleb teha kruuspinnasest profiiliparandus);
3. paigaldada olemasolevale pinnale II profiili eraldav geotekstiil;

- paigaldada 15 cm kruusa + 10 cm optimaalset segu või 8 cm freespuru (katendiarvutus tabelis 4, kus olemasolev optimaalne segu on asendatud kruuspinnasega nii, et arvutustulemus jäi samaks);
- teha tolmuva kate kahekordse eelpuistega pindamisega 2.5xE.

Külmakerkeline koht vahemikus km 3.82...3.85 tuleb kaevata välja kraavi servast kraavi servani 30 cm sügavuselt, anda põhjale 4% põikkalle. Asetada põhja II profiili geotekstiil ja geovõrk NAUE 30/30 Q1 või analoog ja täita kruuspinnasega;

Tabel 4

### Teelõigu katendiarvutus

| ARVUTUSE KÄIK |                                                      |             |                                                               |                                                     |                                                      |                                                |                                                     |                          |         |                              |
|---------------|------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|---------|------------------------------|
|               | Kihi nimetus                                         | Kihi paksus | Kihi elast-<br>susmoodul<br>$E_{\text{elkv}}$<br>arvutamiseks | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>nihkele | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>paindele | Arvutatud<br>tõmbe-<br>pinged $R_{\text{max}}$ | Lubata-<br>vad<br>tõmbe-<br>pinged $R_{\text{lub}}$ | Sise-<br>hõõrde-<br>nurk | Nidusus | Kihtide<br>seotistegur<br>K3 |
| Kihi nr.      |                                                      | cm          | MPa                                                           | MPa                                                 | MPa                                                  | MPa                                            | MPa                                                 | Kraad                    | C       |                              |
| 1             | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus) | 10.0        | 180                                                           |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 45.0                     | 0.030   | 9.5                          |
| 2             | Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]                            | 40.0        | 150                                                           |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 43.0                     | 0.010   | 8.0                          |
| ALUS          | C - kerge liivsavi, raske liivsavi, savid            |             | 37.0                                                          |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 16.3                     | 0.017   | 1.5                          |

| ARVUTUSE TULEMUSED |                                                      |                   |                          |                  |                  |        |                                      |                                    |                                      |  |
|--------------------|------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------------|--------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--|
| Kihi nr.           | Kihi nimetus                                         | Kihi paksus<br>cm | Tugevuse näitaja         |                  |                  |        | Üldine<br>elastsus-<br>moodul<br>Mpa | Vajalik<br>elastsus-<br>moodul MPa | Arvutuslik<br>niiskus W1<br>või Warv |  |
|                    |                                                      |                   | Kriteerium               | Nihkepinged MPa  |                  | Varu % |                                      |                                    |                                      |  |
|                    |                                                      |                   |                          | $t_{\text{arv}}$ | $t_{\text{lub}}$ |        |                                      |                                    |                                      |  |
|                    |                                                      |                   | Üldine elastsusmoodul    |                  |                  | 13.4%  | 100.25                               | 130.00                             |                                      |  |
| 1                  | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus) | 10.0              |                          |                  |                  |        | 100.25                               |                                    |                                      |  |
| 2                  | Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]                            | 40.0              | Nihkepinged              | 0.0460           | 0.1024           | 55.1%  | 86.28                                |                                    |                                      |  |
|                    | C - kerge liivsavi, raske liivsavi, savid            |                   | Nihkepinged aluspinnasel | 0.0278           | 0.0327           | 15.0%  |                                      |                                    | 0.728                                |  |
|                    | Katendi kogupaksus                                   | 50.0              |                          |                  |                  |        | Parandustegur Δ                      |                                    | 0.000                                |  |

Jättes tee kruuskattega tuleb lõikudes 1 ja 3 kasutada üldiselt sama lahendust, kuid lisatavatest katendikihtidest kasutada 10 cm kruuspinnast, mille peale paigaldada 12 cm optimaalset kruusasegu; eraldavat geotekstiili kasutada vaja ei ole. Välja tuleb kaevata külmakerkeline koht km 3.82...3.85, paigaldada põhja geosünteedid ja teha tagasitäide kruuspinnasega. Lõigus 2 piisab, kui vedada profileeritud teele peale 12 cm optimaalset kruusasegu.

### 8. Nõuded ja muud märkused

Tööd tuleb sooritada lähtudes Tee ehitamise kvaliteedi nõuetest, kus on muuhulgas kirjeldatud aluse ehitamiseks kasutatava kruuspinnase vajalikud omadused:

„Sidumata segudest aluste ehitamiseks teedel, mille keskmine liiklussagedus on alla 200 auto ööpäevas, võib kasutada mineraalmaterjale, millel on täidetud järgnevad nõuded:

- tera läbimõõt D on vähemalt 16 mm;
- vastavalt standardile EVS-EN 13285 on soovitatav terakoostise kategooria valida kas  $G_A$ ,  $G_B$ ,  $G_C$ ,  $G_O$ ,  $G_P$  või  $G_E$ , samas peenosiste sisaldus peab vastama vähemalt kategooriale UF<sub>7</sub>;
- jämetäitematerjali purustatud pindadega terade sisaldus peab vastama vähemalt kategooriale C 50 ja purunemiskindluse maksimaalväärtuse kategooria peab olema vähemalt LA<sub>40</sub>.“

Lisaks tuleb pindamisel lähtuda Maanteeameti Pindamisjuhise ja geosünteedide paigaldamisel nende paigaldusjuhise.

Kruusatee remondi ja pindamisega tolmuva katte ehitamise vahele peaks jääma tehnoloogiline paus, et parandatud teest saaks välja auruda üleliigne niiskus. Kogemused on näidanud, et kui seda ei järgita, kipub pindamine laiguti lagunema. Kui kruusatee remont tehakse sügisel, peaks pindamise tegema alles järgmise aasta suvel. Soovitus ei kehti juhul, kui pindamine tehakse kruusakihi asemel freespuru peale.

#### Kraavide puhastamine ja kaevamine

Sisuliselt tee pikkuses on mõlemal pool teed kraavid, mis tuleb puhastada. Koos puhastamisega eemaldada teeäärsed servavallid.

Teetööde tehnilises kirjelduses öeldakse, et oleva kraavi põhi ja nõlvad tuleb puhastada kaevates kuni 0,5 m sügavuselt, sealjuures jälgides, et oleks tagatud minimaalne nõutav kraavi pikikalle ja minimaalne lubatav muldkeha nõlvus.

#### Võsa eemaldamine

Vasak pool km 1.250...1.300 eemaldada võsa.

Parem pool km 2.400 kasvab kraavi põhjas kaks kasepuud.

Vasak pool km 2.500...2.700 kraavi nõlval eemaldada võsa.

Parem pool km 2.730...2.760 eemaldada kraavist võsa.

Parem pool km 2.900...2.950 eemaldada kraavist võsa.

Parem pool km 3.450...3.600 eemaldada kraavist võsa.

Parem pool km 3.680...3.800 eemaldada kraavist võsa.

Vasak pool km 3.800...4.100 eemaldada kraavist võsa.

Tee ääres on lõiguti võsa (puid) veelgi, kuid võrreldes nimetatud lõikudega teest veidi kaugemal. Võsa eemaldamine on tellija otsustada.

#### Mahasõidud

Elukohtade sissesõidud ja mahasõidud tabelis 1 rohelisega märgitud teedele tuleks viia tolmuva katte alla. Ülejäänud mahasõidud tuleb viia teega ühtlaselt kokku kasutades kruuspinnast või optimaalset segu.

Lisaks tabelile 1, on objektis mahasõidud:

- vasakul pool km 0.6, paremal pool km 1.320 (kuid samale katastriüksusele on mahasõit olemas ka km 1.279, mistõttu võib isetekkelise mahasõidu eemaldada), vasakul pool km 3.790.

Kasvupinnas tuleb eemaldada km 0.57 (vasakul pool põllule sõit), km 0.578, km 0.6, km 2.630, km 3.006, km 3.300, mõlemal pool teed km 3.790.

### **9. Tee laiendamine**

Olemasoleva tee tolmuva katte laius saab olla kuni 5.0 m. Tee laiendamine nõuab omakorda muldkeha laiendamist, mida eelnevate lahendustega ette ei nähtud.

Muldkeha laiendamine nõuab projekti koostamist [Maanteeameti MULDKAHE JA DREENKIHI PROJEKTEERIMISE, EHITAMISE JA REMONDI JUHIS, p. 8.1: „/.../ Antud juhise järgi

muldkeha ja drenkihi remondil on projekti tegemine kohustuslik (st muldkeha ja drenkihi laiendamist, remonti ja rekonstrueerimist ei või teha teetööde tehnilise kirjeldusega ja selleks on vajalik ehitusluba.)/.../“], mida käesoleva projekti raames kogutud andmete põhjal teha ei saa.

- Käesoleva aruande autor leiab, et Jädivere – Kivi-Vigala tee laiendamine ei ole mõistlik, kuna liiklussagedus on liiga väike (aastal 2016 vaid 39 AKÖL) ja teelõigu teises pooles on sügavad külakraavid, mis teeb laiendamise taolise tee jaoks ebamõistlikult kalliks.

Soovides tingimata Jädivere – Kivi-Vigala teed siiski laiendada, on saab lähtuda järgnevast:

km 0.135...2.350 on mõlemal pool tee ääres madalad ja lauge nõlvaga külakraavid, mistõttu ei ole tee laiendamine keerukas. Vaja on eemaldada teepeenardelt vajalikus laiuses kasvupinnas (mõlemalt poolt kuni 1 m olenevalt olemasoleva tee laiusest antud kohas), kaevata sisse aste, et lisatav materjal ei hakkaks nihkuma, teha tagasitäide, ehitada peale sama katend, mis eelnevalt oli ette nähtud ja kaevata mõlemale poole uued külakraavid.

Kasvupinnase kihipaksuse osas täpset infot ei ole, kuid mullakaardi alusel saab hinnata, et huumushorisoni paksus on põldudel ca 30 cm, mille all on savimõll. Kraavide kaevamisega on enamus huumusest tõenäoliselt eemaldatud, mistõttu väljakaeve maht ei ole suur.

Km 2.350...3.650 lõigus on mõlemal pool teed oluliselt sügavamad külakraavid ja kui võimalik, siis mõistlik on laiendada muldkeha vaid paremalt poolt. Üritades teha seda mõlemalt poolt, tuleb kaevata ka uued kraavid, samuti läheb suuremaks raadamise maht. Km 3.6 on s-kurv mida võiks laiendamise käigus õgvendada. Kuna niiskusolud on halvad, siis laiendamise kohta on soovituslik paigaldada geovõrk. Teelt võetud geoloogiapunktide alusel on aluspinnaseks mõlline peenliiv. Laiendamiseks tuleb eemaldada kraavist huumuskiht ja kaevata sisse astmed, misjärel teha tagasitäide. Kaevata uus kraav.

Km 3.650...4.200 on kraavid uuesti madalamad ja sisuliselt saab kasutada sama lahendust, mis esimeses laiendatavas lõigus.

Laienduste tagasitäide tuleb teha kruuspinnasest olemasoleva teega samale kõrgusele. Ehitada peale sama katend, mis eelnevalt oli lõikudele ette nähtud.

Kõik mahasõidud tuleb taastada ja olemasolevad truubid pikendada.

.



| Spets nr. | Töö nimetus                                                                                               | Ühik | maht           | 135-500 | 500-1000 | 1000-1500 | 1500-2000 | 2000-2500 | 2500-3000 | 3000-3500 | 3500-4000 | 4000-4225 |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------|---------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|           | <b>Ettevalmistustööd</b>                                                                                  |      |                |         |          |           |           |           |           |           |           |           |
| 20202     | Raadamine, juurimine ja teemaa-ala puhastamine (korrastada nii, et oleks võimalik hooldus mehhanismidega) | m²   | <b>900</b>     |         |          | 50.0      |           |           | 280.0     | 50.0      | 420.0     | 100.0     |
| 20208     | Üksikpuude langetamine koos kändude juurimisega (freesimisega)                                            | tk   | <b>2</b>       |         |          |           |           | 2.0       |           |           |           |           |
| 20301     | Liiklusmärkide eemaldamine (koos postide ja vundamendiga) ja hilisem tagasipaigaldus                      | tk   | <b>10</b>      | 1       |          |           |           |           | 4         | 2         | 2         | 1         |
| 20305     | Tähispostide eemaldamine ja hilisem tagasipaigaldus                                                       | tk   | <b>8</b>       |         |          |           |           |           | 2         |           | 4         | 2         |
|           | <b>Mullatööd</b>                                                                                          |      |                |         |          |           |           |           |           |           |           |           |
|           | <b>Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine KOKKU</b>                                                      |      | <b>60</b>      |         |          |           |           |           |           |           |           |           |
| 30103     | Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine (külmakerkeline koht)                                             |      | <b>54</b>      |         |          |           |           |           |           | 54.0      |           |           |
| 30103     | Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine (olemasolevatelt mahasõitudelt kultuurikihi eemaldamine)          | m³   | <b>6</b>       | 1       |          |           |           |           | 1.0       | 2.0       | 2.0       |           |
| 30603     | Oleva mulde pealispinna planeerimine ja tihendamine                                                       | m²   | <b>22 495</b>  | 2 008   | 2 750    | 2 750     | 2 750     | 2 750     | 2 750     | 2 750     | 2 750     | 1 238     |
| 30301     | Truupide puhastamine sh sisse-väljavoolude kultuurikihi eemaldamine                                       | m    | <b>178</b>     |         |          | 24        | 16        | 24        | 36        | 16        | 48        | 14        |
| 30201     | Kraavide puhastamine                                                                                      | m    | <b>7 830</b>   | 730     | 1 000    | 1 000     | 1 000     | 1 000     | 950       | 1 000     | 900       | 250       |
| 30701     | Geotekstiil, eraldav (II profiil)                                                                         | m²   | <b>22 495</b>  | 2 008   | 2 750    | 2 750     | 2 750     | 2 750     | 2 750     | 2 750     | 2 750     | 1 238     |
| 30703     | Geovõrk                                                                                                   | m²   | <b>180</b>     |         |          |           |           |           |           | 180.0     |           |           |
|           | <b>Muldkeha ehitamine KOKKU</b>                                                                           |      | <b>77</b>      |         |          |           |           |           |           |           |           |           |
| 30402     | Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest, külmakerkekoha tagasitäide                                  | m³   | 54             |         |          |           |           |           |           | 54.0      |           |           |
| 30402     | Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest, kurvide profiilkiht. Kruuspinnas                            | m³   | 16             |         |          |           |           |           | 16.0      |           |           |           |
| 30402     | Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest (mahasõidud). Kruuspinnas                                    | m³   | 7              | 2       |          |           |           |           | 1.0       | 2.0       | 2.0       |           |
|           | <b>Katendid</b>                                                                                           |      |                |         |          |           |           |           |           |           |           |           |
| 40507     | Kruusaluse rajamine laiusaga 5.5 m, h = 15 cm                                                             | m²   | <b>22 495</b>  | 2 008   | 2 750    | 2 750     | 2 750     | 2 750     | 2 750     | 2 750     | 2 750     | 1 238     |
| 40511     | Optimaalse segu (pos 5 või 6) paigaldus laiusaga 5.3 m, h = 10 cm                                         | m²   | <b>21 677</b>  | 1 935   | 2 650    | 2 650     | 2 650     | 2 650     | 2 650     | 2 650     | 2 650     | 1 193     |
| 44005     | Pindamine 2.5xE (eelpuistega 2x pindamine) laiusaga 5 m                                                   | m²   | <b>20 450</b>  | 1 825   | 2 500    | 2 500     | 2 500     | 2 500     | 2 500     | 2 500     | 2 500     | 1 125     |
| 40507     | Kruusaluse rajamine mahasõitudele, keskmine h = 15 cm                                                     | m²   | <b>1 450.0</b> | 50      | 200      | 150       | 150       | 150       | 250       | 150       | 250       | 100       |
| 44501     | Mahasõitude ehitamine/Purustatud kruusast sirbikujulise profiiliga kate. MS tüüp I, keskmine h = 10 cm    | m²   | <b>700.0</b>   |         | 100      | 50        | 50        | 100       | 200       | 50        | 50        | 100       |
| 44005     | Mahasõitude pindamine 2.5xE                                                                               | m²   | <b>700.0</b>   |         | 100      | 50        | 50        | 100       | 200       | 50        | 50        | 100       |

# KULULOEND

Kõik maksumused EUR

| Art nr | Töö kirjeldus | Mõõdühik | Maht | Ühiku hind | Maksumus |
|--------|---------------|----------|------|------------|----------|
| 1      | 2             | 3        | 4    | 5          | 6        |

## Nr 1: ÜLDISED

|       |                                                    |           |   |        |        |
|-------|----------------------------------------------------|-----------|---|--------|--------|
| 10201 | Proovivõtt ja katsetamine                          | kogusumma | 1 | 500.00 | 500.00 |
| 10202 | Load. sh kommunikatsiooni valdajate kooskõlastused | kogusumma | 1 | 100.00 | 100.00 |
| 10203 | Infotahvlid                                        | kogusumma | 1 | 100.00 | 100.00 |
| 10204 | Tööpiirkonna korrashoid                            | kogusumma | 1 | 100.00 | 100.00 |
| 10206 | Tööohutus                                          | kogusumma | 1 | 50.00  | 50.00  |
| 10207 | Keskkonnanõuded                                    | kogusumma | 1 | 50.00  | 50.00  |
| 10211 | Tööde mõõdistamine ja märkimistööd                 | kogusumma | 1 | 100.00 | 100.00 |

Kokku ÜLDISED **1000.00**

## Nr 2: EHITUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE LÕIGUL

|       |                                                                                                                           |    |     |       |        |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|-------|--------|
| 20202 | Raadamine, juurimine ja teemaa-ala puhastamine (korrastada nii, et oleks võimalik hooldus mehhanismidega)                 | m² | 900 | 0.59  | 531.00 |
| 20208 | Üksikpuude langetamine koos kändude juurimisega (freesimisega)                                                            | tk | 2   | 64.41 | 128.82 |
| 20301 | Liiklusemärgi eemaldamine (koos postidega, vundamentidega jne.) ja hilisem tagasipaigaldus (kui jäävad ehitustöödel ette) | tk | 10  | 20.00 | 200.00 |
| 20305 | Tähispostide eemaldamine ja hilisem tagasipaigaldus (kui jäävad ehitustöödel ette)                                        | tk | 8   | 15    | 120.00 |

Kokku EHITUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE LÕIGUL **320.00**

## Nr 3: MULLATÖÖD

|       |                                                                    |    |       |       |          |
|-------|--------------------------------------------------------------------|----|-------|-------|----------|
| 30103 | Sobimatu pinnase kaevamine                                         | m³ | 60    | 3.25  | 195.00   |
| 30603 | Oleva mulde pealispinna planeerimine ja tihendamine                | m² | 22495 | 0.50  | 11247.50 |
| 30301 | Truupide puhastamine sh sisse-väljavoolude kultuurkihi eemaldamine | m  | 178   | 23.51 | 4184.78  |
| 30201 | Kraavide puhastamine                                               | m  | 7830  | 4.27  | 33434.10 |
| 30701 | Geotekstiil, eraldav (II profiil)                                  | m² | 22495 | 0.83  | 18670.85 |
| 30703 | Geovõrk                                                            | m² | 180   | 2.50  | 450.00   |
| 30402 | Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest                       | m³ | 77    | 15.54 | 1196.58  |

Kokku MULLATÖÖD **69378.81**

## Nr 4: KATEND

|       |                                                                                                        |    |        |      |          |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------|------|----------|
| 40507 | Kruusaluse rajamine laiusega 5.5 m, h = 15 cm                                                          | m² | 22 495 | 2.23 | 50163.85 |
| 40511 | Optimaalse segu (pos 5 või 6) paigaldus laiusega 5.3 m, h = 10 cm                                      | m² | 21 677 | 2.9  | 62863.30 |
| 44005 | Pindamine 2.5xE (eelpuistega 2x pindamine) laiusega 5 m                                                | m² | 20 450 | 2.2  | 44990.00 |
| 40507 | Kruusaluse rajamine mahasõitudele, keskmine h = 15 cm                                                  | m² | 1450   | 4.46 | 6467.00  |
| 44501 | Mahasõitude ehitamine/Purustatud kruusast sirbikujulise profiiliga kate. MS tüüp I, keskmine h = 10 cm | m² | 700    | 5.80 | 4060.00  |
| 44005 | Mahasõitude pindamine 2.5xE                                                                            | m² | 700    | 4.50 | 3150.00  |

Kokku KATEND **171694.15**

**KOKKU ptk-d 242392.96**

ETTENÄGEMATA TÖÖD 5% 12119.65

**KOKKU KOOS ETTENÄGEMATA TÖÖDEGA 254512.61**

KÄIBEMAKS 20% 50902.52

**KOKKU KÄIBEMAKSUGA 305415.13**

Märkused:

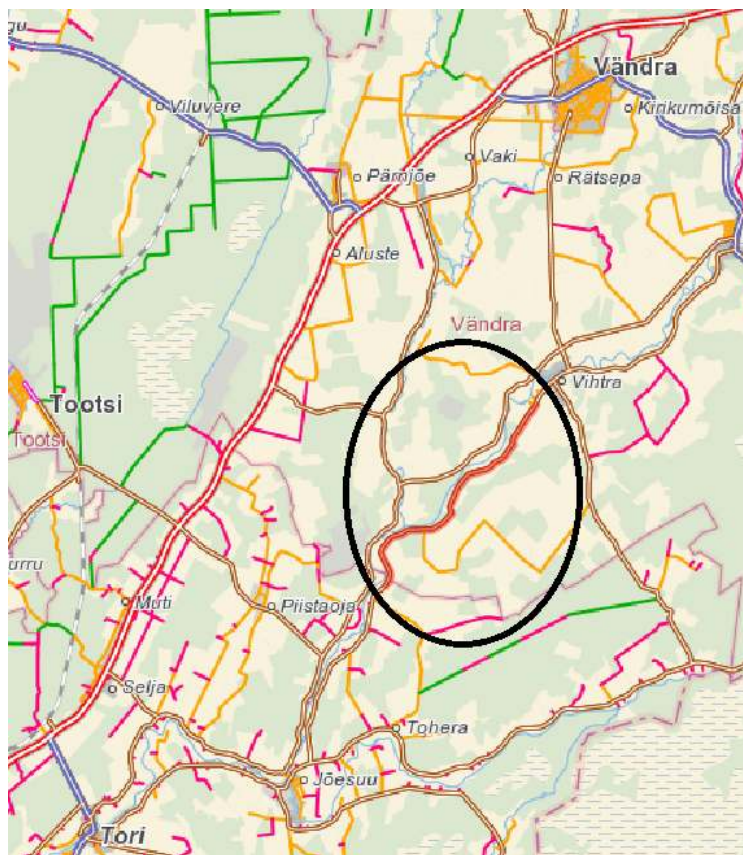
## Tee nr. 19241 Suurejõe - Vihtra – Jõesuu km 7,328 – 14,297

Tee seisukorra hindamiseks ja sobiliku remondimeetme valikuks koguti järgnevat infot:

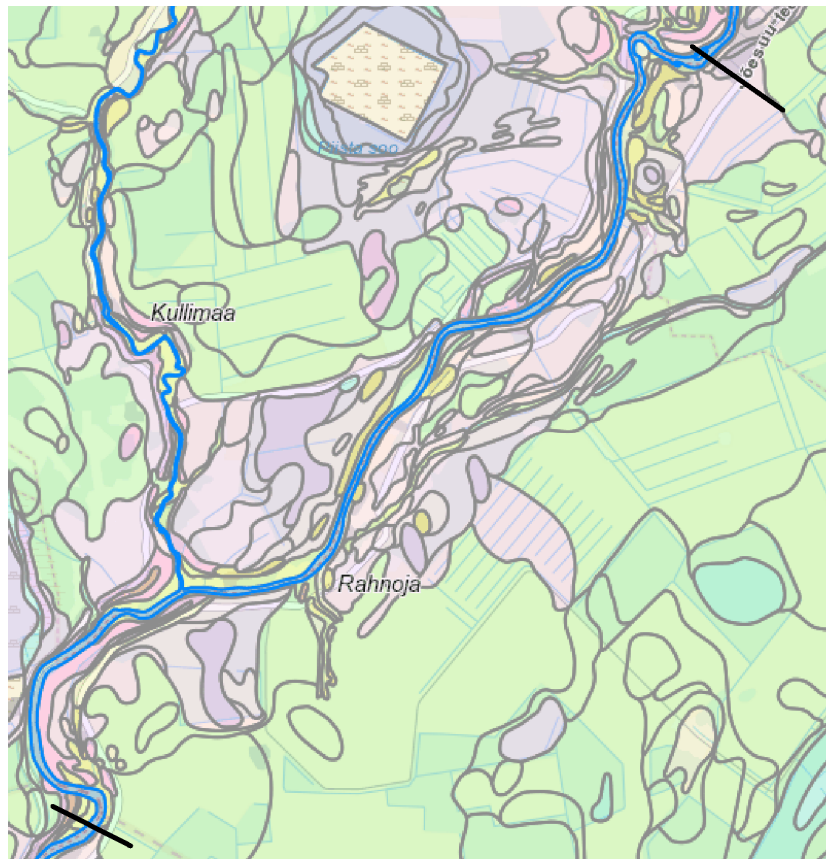
- varakevadine visuaalne vaatus;
- info kogumine andmebaasidest (Maa-ameti mullakaart, Teeregister);
- kandevõimemõõtmised FWD-seadmega kevadel;
- maaradari ülesõit koos tee ülesfilmimisega hiliskevadel (kui teekate on kuiv ja maapind tahenenud);
- geoloogiliste puuraukude puurimine kohtadesse, mis on valitud vastavalt objekti visuaalsele vaatlusele ja FWD tulemuste analüüsile.

### 1. Objekti asukoht

Objekti asukoht on näidatud joonisel 1. Joonisel 2 on kujutatud objekt asetatuna mullakaardile, mis võimaldab anda sellele esmase ülevaate esineva aluspinnase ja niiskuspakkonna osas.



Joonis 1. Tee nr. 19241 Suurejõe - Vihtra – Jõesuu km 7,328 – 14,297 (Teeregister)



Joonis 2. Tee nr. 19241 Suurejõe - Vihtra – Jõesuu km 7,328 – 14,297 asetatuna mullakaardile (Maa-amet).

Mullakaardi alusel asub tee väga „kirjus“ piirkonnas, s.t mullahorisondid vahelduvad lühikese maa ning piirkond on väga vaheldusrikas, kuid üldiseloomustuseks saab välja tuua, et suurem osa teest asub kas ajutiselt või püsivalt liigniiskes keskkonnas.

## 2. Tee üldiseloomustus Teeregistri põhjal

Teeregistri alusel ei ole teele määratud maantee klassi.

Tee laius on 6.5 m.

Liiklussagedus 2016 on 81 AKÖL (sõiduautod ja pakiautod 95%, veoautod ja autobussid 4%, autorongid 1%, arvuliselt sõiduautod 76, veoautod ja autobussid 4 ning autorongid 1 a/ööp). Tee toimib peamiselt kohaliku liiklemise trassina ja kuna alternatiivseid trasse pole, kasutavad teed kõik need, kes seda vajavad, mistõttu tolmuva kate rajamisel liiklusintensiivsuse kasv ei saa olema märkimisväärne. 2016. a andmetele põhinedes  $E_{vaj} = 119 \text{ MPa}$  [veoautode ja autobusside siirdetegur on 2.67 ja autorongidel 3.76 ning tee rajategur on 0.55, seega  $Q = (4 \cdot 2.67 + 1 \cdot 3.76) \cdot 0.55 = 7.9 \text{ V}_1/\text{ööp}$ ], mistõttu tuleb kasutada siirdekatele määratud minimaalset kandevõimet  $E_{min} = 130 \text{ MPa}$ . Leitud  $E_{vaj}$  ja  $E_{min}$  vahel on piisavalt kasvuruumi, mistõttu tee vajaliku kandevõimena kasutatakse  **$E = 130 \text{ MPa}$** .

Katendikihtide osas Teeregistris info puudub. Aastal 2015 on teele paigaldatud kulumiskihiks 8 cm optimaalse terastikuga purustatud kruusliiv.



Käsitletavale lõigule eelnevale teele (km 7.0) on aastal 1962 ehitatud mustkate (höövlisegu), mis on pinnatud viimati aastal 2012. Järgnevale teelõigule (km 14.5) on paigaldatud mustkate aastal 1992, mis on pinnatud viimati aastal 2012.

Mahasõidud on esitatud tabelis 1.1 ja 1.2. Andmed mahasõitude kasutusotstarbe kohta on puudulikud.

Tabel 1.1

Suurejõe – Vihtra – Jõesuu km 7,328 – 14,297 mahasõidud kuni km 11.223

| Asukoht |         | Laius | Mahasõidu kate | Katte ulatus | Truubi olemasolu | Mahasõidu kasutus |
|---------|---------|-------|----------------|--------------|------------------|-------------------|
| 7330    | paremal | 5,0   | kruus          | nokk puudub  | truup on         | muu               |
| 7370    | paremal | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup on         | muu               |
| 7500    | vasakul | 6,0   | kruus          | nokk puudub  | truup on         | muu               |
| 7590    | paremal | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup on         | muu               |
| 7790    | paremal | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup on         | muu               |
| 8075    | vasakul | 5,0   | kruus          | nokk puudub  | truup on         | muu               |
| 8280    | paremal | 5,0   | kruus          | nokk puudub  | truup on         | muu               |
| 8410    | paremal | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | muu               |
| 8420    | paremal | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | muu               |
| 8490    | paremal | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup on         | muu               |
| 8700    | paremal | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | muu               |
| 8853    | vasakul | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup on         | muu               |
| 9406    | vasakul | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | muu               |
| 9410    | paremal | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | muu               |
| 9520    | paremal | 6,0   | kruus          | nokk puudub  | truup on         | muu               |
| 9521    | vasakul | 5,0   | kruus          | nokk puudub  | truup on         | muu               |
| 9920    | paremal | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | muu               |
| 10290   | paremal | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup on         | muu               |
| 10360   | paremal | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup on         | muu               |
| 10364   | vasakul | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | muu               |
| 10500   | paremal | 5,0   | kruus          | nokk puudub  | truup on         | muu               |
| 10660   | paremal | 5,0   | kruus          | nokk puudub  | truup on         | muu               |
| 10860   | paremal | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | muu               |
| 11010   | vasakul | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup on         | muu               |
| 11121   | vasakul | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | muu               |
| 11223   | paremal | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup on         | muu               |

Tabel 1.2

Suurejõe – Vihtra – Jõesuu km 7,328 – 14,297 mahasõidud alates km 11.556

| Asukoht |         | Laius | Mahasõidu kate | Katte ulatus | Truubi olemasolu | Mahasõidu kasutus |
|---------|---------|-------|----------------|--------------|------------------|-------------------|
| 11556   | paremal | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | muu               |
| 11865   | vasakul | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | muu               |
| 11867   | paremal | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup on         | muu               |
| 12337   | vasakul | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup on         | muu               |
| 12481   | paremal | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | muu               |
| 12848   | paremal | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | muu               |
| 12943   | vasakul | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | muu               |
| 13424   | paremal | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | muu               |
| 13471   | paremal | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | muu               |
| 13502   | paremal | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup on         | muu               |
| 13782   | vasakul | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | muu               |
| 13784   | paremal | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | muu               |
| 13973   | vasakul | 5,0   | kruus          | nokk puudub  | truup on         | muu               |
| 14090   | paremal | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | muu               |
| 14102   | vasakul | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | muu               |
| 14476   | vasakul | 5,0   | kruus          | nokk puudub  | truup on         | muu               |

Objektile asub 8 truupi, millest kõik on hiljuti vahetatud ja väga heas seisukorras (tabel 2).

Tabel 2

## Truupide asukohad

| Asukoht | Ehitusaasta | Truubikeha pikkus | Päiste olemasolu | Ava 1 läbimõõt | Seisukorra hinne | Truubi ehitamise materjal |
|---------|-------------|-------------------|------------------|----------------|------------------|---------------------------|
| 7998    | 2015        | 14,0              | päiseid ei ole   | 0,8            | väga hea         | plast                     |
| 8380    | 2015        | 15,0              | päiseid ei ole   | 1,0            | väga hea         | teras                     |
| 9459    | 2015        | 19,0              | päiseid ei ole   | 1,0            | väga hea         | teras                     |
| 10997   | 2015        | 11,0              | päiseid ei ole   | 0,8            | väga hea         | plast                     |
| 11712   | 2015        | 10,0              | päiseid ei ole   | 1,0            | väga hea         | teras                     |
| 12013   | 2015        | 14,0              | päiseid ei ole   | 0,8            | väga hea         | plast                     |
| 13666   | 2015        | 15,0              | päiseid ei ole   | 0,8            | väga hea         | plast                     |
| 14059   | 2015        | 12,0              | päiseid ei ole   | 0,9            | väga hea         | teras                     |

### 3. Tee visuaalse vaatluse info

Vaatlus toimus 2017 aprilli esimeses pooles, mil nähtusid kandevõimeprobleemid ja külmakerkelised piirkonnad.

Käsitletavale lõigule eelnev ja pärastine tee on tolmuva kate all, mis on halvas seisukorras (fotod 1...3). Km 14.3 võeti üks kandevõimepunkt pinnatult kattelt saades tulemuseks 65 MPa. See näitab, et lihtsalt kruusatee pindamine või õhukese materjalikihi pealevedamine ei ole lahendus teede lagunemise vastu.

Nagu mullakaardi põhjal sai järeldatud, on piirkond liigniiske. Mitmetes kohtades seisis kraavis vesi, mis põhjustab ka teekonstruktsiooni probleeme. Näiteks km 10.6 oli kraav vett täis, mahasõitude truupid umbes ja tee väga pehme (fotod 4...6). Antud probleemne piirkond on tegelikkuses pikem, tõsisemad probleemid hakkavad juba km 9.6...9.7 (foto 7), seejärel km 10.3 (foto 8), seejärel km 10.5...10.7 ning lõpetuseks km 11.1...11.4 (fotod 9...12). Nimetatud kilomeetrite vahepealsetes

lõikudes oli tee mõnevõrra paremas korras, kuid teekate oli roopas ja aukus, mis viitab eelkõige kattekruusa probleemidele (foto 13).

Lisaks eelpool nimetatutele, oli probleemseks kohaks veel km 13.1...13.15, kus kattekruusa omadused ei ole piisavad (foto 14).

Üldmulje teest oli see, et tee on liigniiskes keskkonnas, teekonstruktsioonis kasutatud materjalid ei vasta vajalikele omadustele olles liiga liivased ja peenosiserikkad. Peamised probleemid lähtuvad kattekruusast, mis tuleb kas välja kaevata või tuleb põhjalikult olemasolevat materjali muuta. Kohalikelt inimestelt saadud info kohaselt on selle teega olnud probleeme aastaid, kui niisketel aegadel (eelkõige kevadel) on raskusi läbitavusega.

Kuigi teekatte profiil oli piisav, tee ääres vee äravoolu takistavaid valle ei olnud ning kraavid olid olemas, tuleks siiski üle vaadata drenaaživõimalused, kuna mitmetes piirkondades oli kraavis vee tase väga kõrge. See võib nõuda geodeetilisi mõõdistusi ja kuivendusprojekti koostamist, mis käesoleva töö raamidesse ei kuulunud.



Fotod 1 ja 2 teelõigu algusest (km 7.3), kus peenosis tungib läbi pindamiskihi. Pindamises on sees võrkpraod ning need kohad on ka lohku vajunud.



Foto 3 asukohast km 14.3, kus tee on tolmuva kätte all ebaühtlaselt vajunud.





Fotod 4 ja 5 piirkonnast km 10.5...10.7, kus oli teekate oli väga pehme ning autod olid kattest läbi vajunud.



Foto 6 samast piirkonnast, mis fotod 4 ja 5, kuid teise nurga alt.



Fotod 7 ja 8 asukohast km 9.6...9.7 ja 10.3...10.35 näitavad teekatendi kandevõimeprobleeme.





Fotod 9 ja 10 asukohast km 11.1 näitavad kohta, kus sõidukid on kattekrusa sisse vajunud.



Fotod 11 ja 12 asukohast km 11.2...11.4 näitavad tõsiseid probleeme kandevõime ja kattekrusaga.  
Fotolt nähtub samuti, et vesi on alt üle pressinud.



Foto 13. Tee km 9.6...11.4 oli selgesti kattekrusa terakoostis liiga liivane ja peenosiserikas, mistõttu deformeerub see kergesti.



Foto 14 asukohast km 13.1...13.2, kus tee oli pehme ja halvasti läbitav.

#### 4. Kandevõime

Kandevõime mõõdeti objektil 12.04.17 KUAB kahemassilise FWD-seadmega, mis suudab mõõta läbipaindeid üle 5000  $\mu\text{m}$  ja mille koormusimpulss on tavapärasest FWD-seadmetest tänu kahemassilisele süsteemile pikem, mistõttu on seade kruusateedel mõõtmisteks väga hästi sobilik. Mõõtmine sooritati malekorras iga 50 m tagant.

Mõõtmistulemuse põhjal arvutati kandevõime kasutades valemit 1. Seadme küljes oli kõrgtäpne GPS (+/- 5 cm), millega registreeriti nii punkti asukoht kui absoluutkõrgus seadme pealt (seega on teekatte pinna suhtes kõrgused suhtelised). Arvutatud kandevõime mõlemas sõidusuunas on esitatud joonisel 3, millest nähtub, et suurem osa teed ei vasta vajalikule kandevõimele  $E = 130 \text{ MPa}$ .

Joonistel 4, 5 ja 6 on esitatud SCI 300, BDI ja BCI 1200 väärtused. SCI väärtused näitavad, et materjal on väga deformatsioonialdis ning liigniiske. BDI näitab, et kogu teekatend on liigniiske ja et ka kogu teekonstruktsioon koosneb niiskustundlikest materjalidest.

$$E_{eq} = \frac{0,25\pi * (1 - \nu^2) * F * S}{d_0}$$

Valem 1

kus

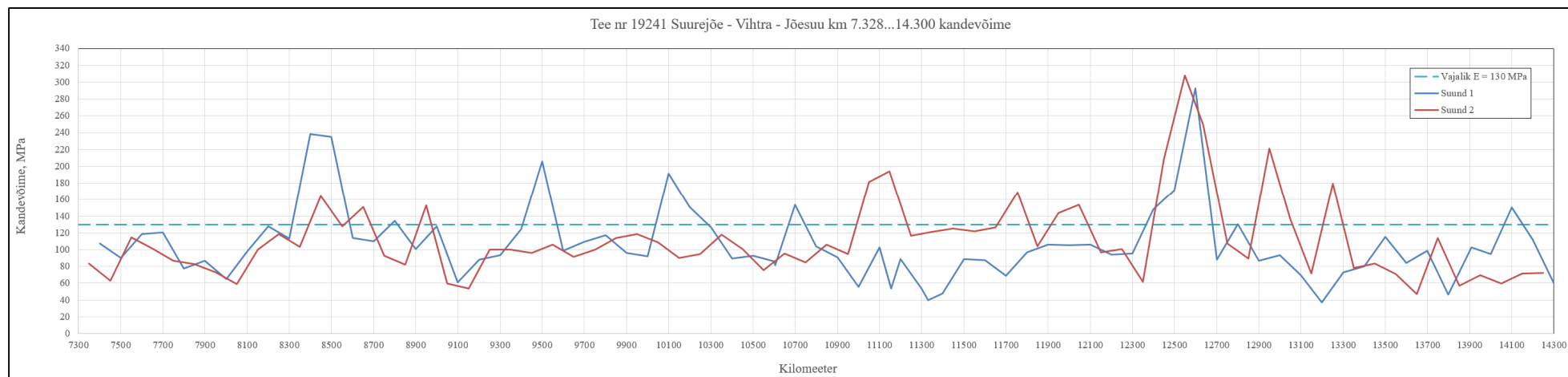
$E_{eq}$  – üldine E-moodul koormusplaadi keskmes, MPa;

$\nu$  – Poisson' tegur (kruusateedel tuleks arvestada 0,35);

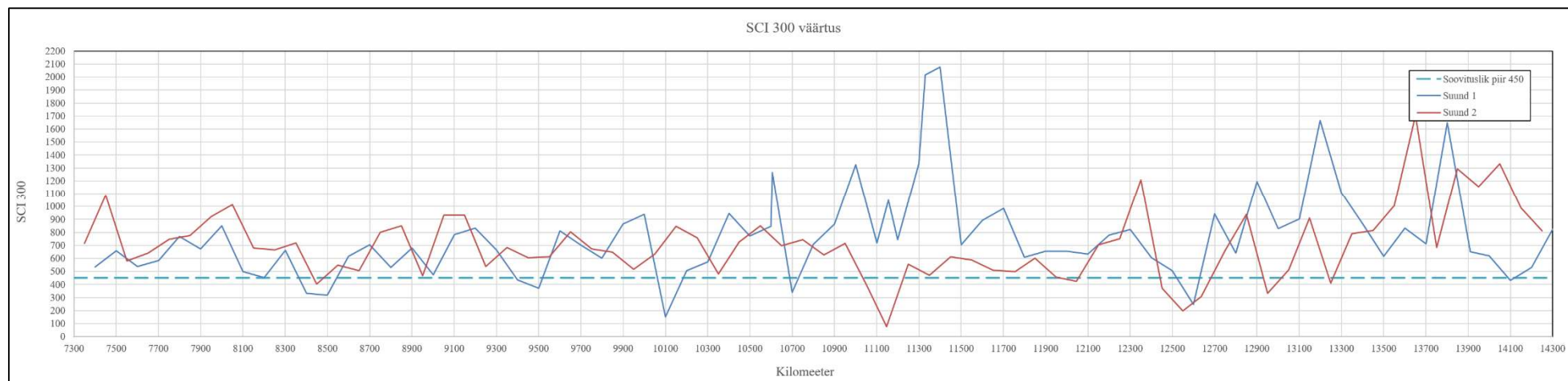
F – kontaktsurve koormusplaadi all, kPa (300 mm koormusplaadi ja 50 kN koormuse kasutamisel saadakse 707 kPa);

S – koormusplaadi diameeter, mm;

$d_0$  – vajum koormusplaadi keskmes,  $\mu\text{m}$ .

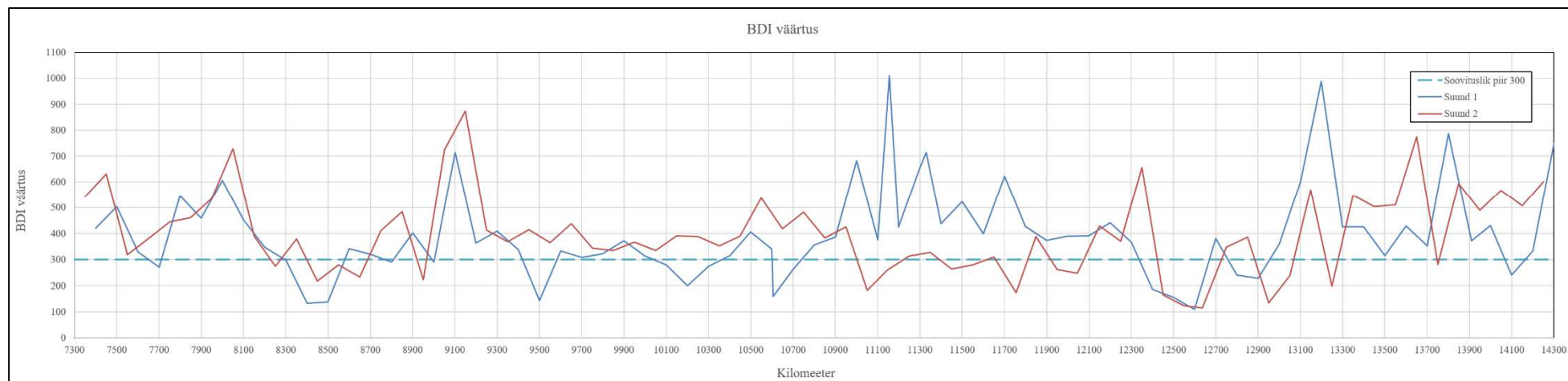


Joonis 3. Teelõigu kandevõime mõlemas sõidusuunas.

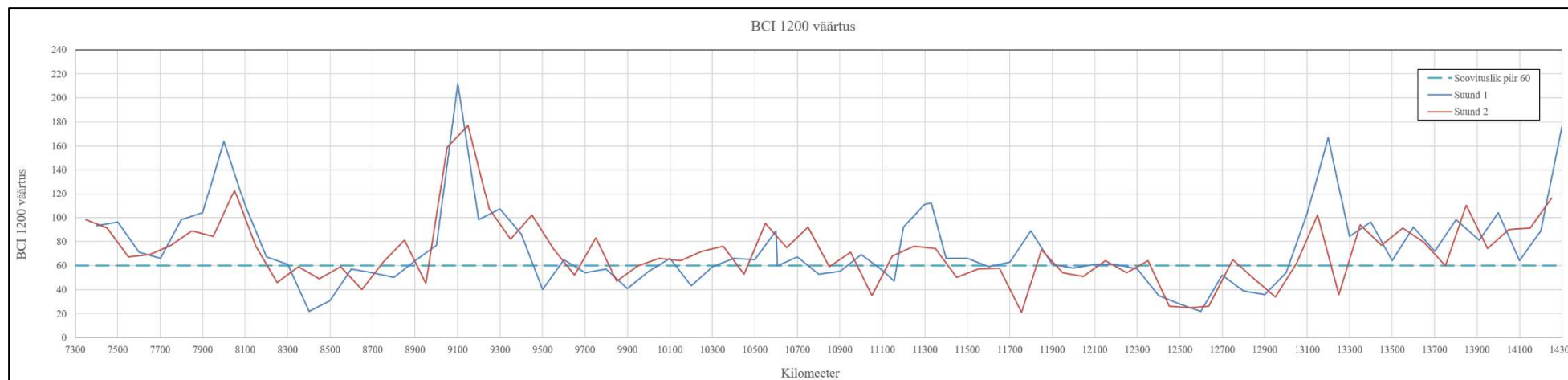


Joonis 4. SCI 300 väärtus mõlemas sõidusuunas.





Joonis 5. BDI väärtus mõlemas sõidusuunas.



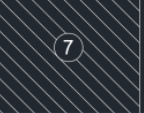
Joonis 6. BCI 1200 väärtus mõlemas sõidusuunas.



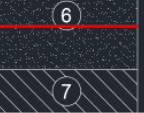
## 5. Geoloogia

Tulenevalt FWD mõõdistustest ja objekti vaatlusest valiti välja kohad, kust võtta puuraugud kihipaksuste, kuid eelkõige materjaliomaduste määramiseks. Puuraugud võeti seitsmest kohast:

1. km 8.000 (kandevõime 65 MPa, läbilõige joonisel 7);
2. km 9.650 (kandevõime 91 MPa, kuid tee keskel on tee kahjustused [v.t foto 7], läbilõige joonisel 8);
3. km 10.605 (kandevõime 82 MPa, kuid teekate on väga pehme ja tee keskelt on kahjustused [v.t fotod 4...6], läbilõige joonisel 9);
4. km 11.300 (kandevõime 40 MPa, teekate on väga kahjustunud [v.t fotod 11 ja 12], läbilõige joonisel 10);
5. km 12.200 (kandevõime 94 MPa, läbilõige joonisel 11);
6. km 13.200 (kandevõime 37 MPa, teekate on väga kahjustunud [v.t foto 14] läbilõige joonisel 12).
7. Km 13.800 (kandevõime 47 MPa, läbilõige joonisel 13).

| Kaevandi<br>tähis<br>ja nr. | PA-19241-8.000      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 19.06.2017<br>GM 65 GTT                                                             | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | -                                                  | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 19.06.2017 |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| X=6493301                   |                     |                          |                     |                              | Y=558565                                                                            |                                      |                                                    |                                |            |
|                             | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige                                                               | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                                  |                                |            |
| 1                           |                     | 0.23                     | -0.23               | 0.23                         |  | 4179                                 | Teekate: rohke liivaga savikas kruus.              |                                |            |
|                             |                     | 0.50                     | -0.50               | 0.27                         |                                                                                     |                                      | Teekate: rohke liivaga mölline kruus (vanem kate). |                                |            |
|                             |                     | 0.65                     | -0.65               | 0.15                         |                                                                                     |                                      | Muld                                               |                                |            |
|                             |                     |                          |                     | 1.25+                        |  |                                      | Mölsavi: Liivane möllsavi, kõva.                   |                                |            |
|                             |                     | 1.90                     | -1.90               |                              |                                                                                     |                                      |                                                    |                                |            |

Joonis 7. Geoloogiline lõige km 8.000 kohalt.

| Kaevandi<br>tähis<br>ja nr. | PA-19241-9.650      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 19.06.2017<br>GM 65 GTT                                                             | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | 1.10/-1.10                                            | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 19.06.2017 |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| X=6492141                   |                     |                          |                     |                              | Y=557516                                                                            |                                      |                                                       |                                |            |
|                             | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige                                                               | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                                     |                                |            |
| 1                           |                     | 0.40                     | -0.40               | 0.40                         |  | 4180                                 | Teekate: rohke liivaga savine kruus.                  |                                |            |
|                             |                     | 0.50                     | -0.50               | 0.10                         |                                                                                     |                                      | Muld: liivane                                         |                                |            |
|                             |                     |                          |                     | 1.00                         |                                                                                     |                                      | Mölline peeneliiv: tihed, alates 1,1m veeküllastunud. |                                |            |
|                             |                     | 1.50                     | -1.50               |                              |  |                                      | Mölsavi: Liivane möllsavi, kõva.                      |                                |            |
|                             |                     | 1.90                     | -1.90               | 0.40+                        |                                                                                     |                                      |                                                       |                                |            |

Joonis 8. Geoloogiline lõige km 9.650 kohalt.

| Kaevandi<br>tähtis<br>ja nr. | PA-19241-10.605     | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 19.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | 1.20/-1.20                                                | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 19.06.2017 |
|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| X=6491541                    |                     |                          |                     |                              | Y=556853                |                                      |                                                           |                                |            |
|                              | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                                         |                                |            |
| 1                            |                     | 0.50                     | -0.50               | 0.50                         | ①                       | 4181                                 | Teekate: rohke kruusaga mõlline jämeliiv.                 |                                |            |
|                              |                     | 0.70                     | -0.70               | 0.20                         | ③                       |                                      | Muld                                                      |                                |            |
|                              |                     |                          |                     | 0.80                         | ⑥                       |                                      | Mõlline peenliiv: tihe, märg, alates 1,2m veeküllastunud. |                                |            |
|                              |                     | 1.50                     | -1.50               |                              |                         |                                      |                                                           |                                |            |
|                              |                     | 1.90                     | -1.90               | 0.40+                        | ⑦                       |                                      | Mõllsavi: Liivane mõllsavi, kõva.                         |                                |            |

Joonis 9. Geoloogiline lõige km 10.605 kohalt (võetud tee keskest).

| Kaevandi<br>tähtis<br>ja nr. | PA-19241-11.300     | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 19.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | 1.20/-1.20                                                       | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 19.06.2017 |
|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| X=6490922                    |                     |                          |                     |                              | Y=556653                |                                      |                                                                  |                                |            |
|                              | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                                                |                                |            |
| 1                            |                     | 0.15                     | -0.15               | 0.15                         | ①                       | 4182                                 | Teekate: rohke liivaga savikas kruus.                            |                                |            |
|                              |                     | 0.33                     | -0.33               | 0.18                         | ②                       |                                      | Täide: kruusliiv.                                                |                                |            |
|                              |                     | 0.63                     | -0.63               | 0.30                         | ③                       |                                      | Muld: mõllise peenliivaga.                                       |                                |            |
|                              |                     |                          |                     | 0.87                         | ⑥                       |                                      | Mõlline peenliiv: keskthi kuni tihe, alates 1,2m veeküllastunud. |                                |            |
|                              |                     | 1.50                     | -1.50               |                              |                         |                                      |                                                                  |                                |            |
|                              |                     | 1.90                     | -1.90               | 0.40+                        | ⑦                       |                                      | Mõllsavi: Liivane mõllsavi, kõva.                                |                                |            |

Joonis 10. Geoloogiline lõige km 11.300 kohalt (võetud tee keskest).

| Kaevandi<br>tähtis<br>ja nr. | PA-19241-12.200     | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 19.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | 1.40/-1.40                                          | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 19.06.2017 |
|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| X=6490622                    |                     |                          |                     |                              | Y=555855                |                                      |                                                     |                                |            |
|                              | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                                   |                                |            |
| 1                            |                     | 0.20                     | -0.20               | 0.10                         | ①                       | 4183                                 | Teekate: rohke liivaga savine kruus.                |                                |            |
|                              |                     | 0.20                     | -0.20               | 0.10                         | ②                       |                                      | Täide: kruusliiv.                                   |                                |            |
|                              |                     | 0.80                     | -0.80               | 0.60                         | ②                       |                                      | Täide: kruusliiv.                                   |                                |            |
|                              |                     |                          |                     | 0.80+                        | ⑥                       |                                      | Mõlline peenliiv: tihe, alates 1,4m veeküllastunud. |                                |            |
|                              |                     | 1.60                     | -1.60               |                              |                         |                                      |                                                     |                                |            |

Joonis 11. Geoloogiline lõige km 12.200 kohalt.

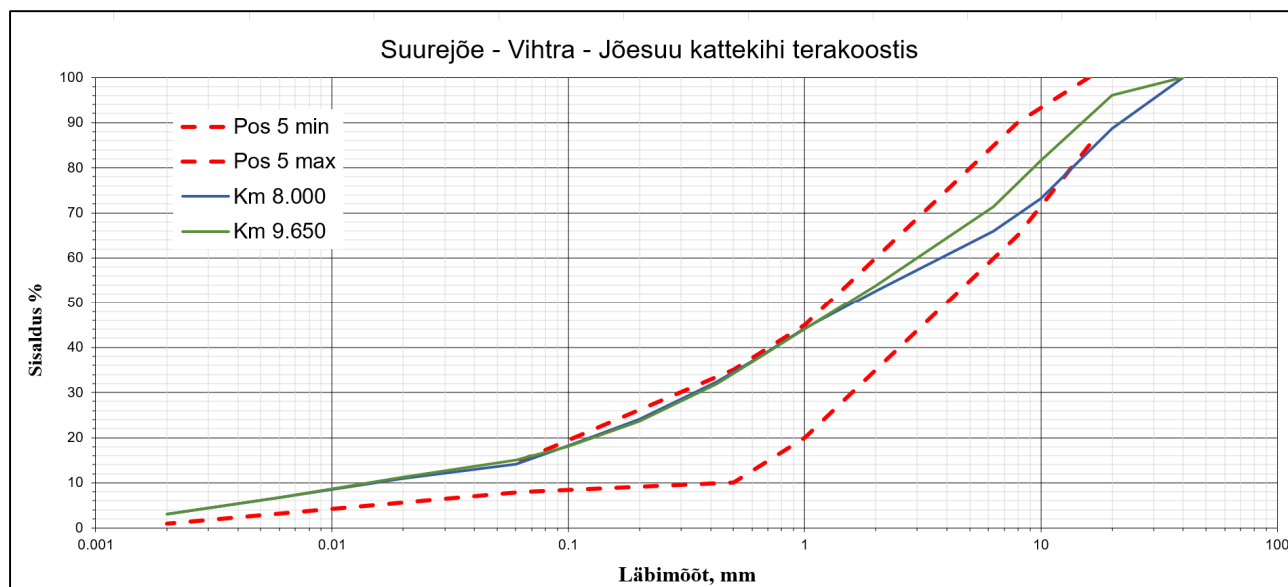
| Kaevandi<br>tähtis<br>ja nr. | PA-19241-13.200     | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 19.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | -                                          | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 19.06.2017 |
|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| X=6490192                    |                     |                          |                     |                              | Y=555006                |                                      |                                            |                                |            |
|                              | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                          |                                |            |
| 1                            |                     | 0.40                     | -0.40               | 0.40                         | ①                       | 4184                                 | Teekate: rohke kruusaga mõllikas keskliiv. |                                |            |
|                              |                     | 0.70                     | -0.70               | 0.30                         | ③                       |                                      | Muld: mõllise peenliivaga.                 |                                |            |
|                              |                     |                          |                     | 0.65                         | ⑥                       |                                      | Mõlline peenliiv: niiske kuni märg.        |                                |            |
|                              |                     | 1.35                     | -1.35               |                              |                         |                                      |                                            |                                |            |
|                              |                     | 1.90                     | -1.90               | 0.55+                        | ⑦                       |                                      | Mõllsavi: Liivane mõllsavi, kõva.          |                                |            |

Joonis 12. Geoloogiline lõige km 13.200 kohalt.

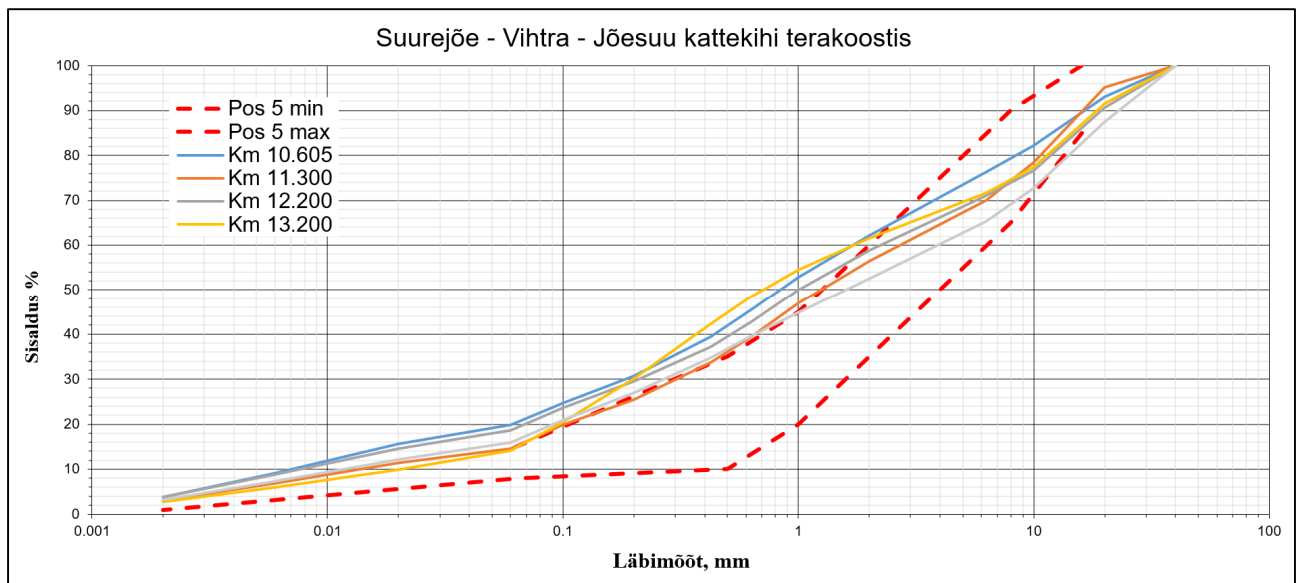
|                           |                   |                          |                  |                              |                           |                                                             |   |                                |            |
|---------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------|---|--------------------------------|------------|
| Kaevandi<br>tähtis ja nr. | PA-19241-13.800   | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00             | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 19.06.2017<br>GM 65 GTT   | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus                        | - | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 19.06.2017 |
| X=6489643                 |                   |                          |                  |                              | Y=555121                  |                                                             |   |                                |            |
| Geo.<br>in-<br>deks       | Süga-<br>vus<br>m | Abs.<br>kõrgus<br>m      | Pak-<br>sus<br>m | Geoloogiline<br>lõige        | Proovi<br>(labori<br>nr.) | Pinnase kirjeldus                                           |   |                                |            |
| 1                         | 0.20              | -0.20                    | 0.20             | 1                            | 4185                      | Teekate: rohke liivaga savine kruus.                        |   |                                |            |
|                           | 0.80              | -0.80                    | 0.60             | 6                            |                           | Mõlline peenliiv: tihe, niiske, 0,3m õhuke orgaanika viirg. |   |                                |            |
|                           |                   |                          | 1.10+            | 7                            |                           | Mõllsavi: Liivane mõllsavi, kõva.                           |   |                                |            |
|                           | 1.90              | -1.90                    |                  |                              |                           |                                                             |   |                                |            |

Joonis 13. Geoloogiline lõige km 13.800 kohalt.

Joonisel 14 on esitatud kattekiiruse (proov võetud vahemikust 0...15 cm) terastikuline koostis punktidest km 8.000 ja 9.650, mille kohaselt vastab materjal pos. 5 terakoostisele, kuid mõlemad on väga piiripealsed (proovis km 9.650 on peenosiseid 15.1%, lubatud maksimaalne on 15%). Ülejäänud punktidest võetud proovid väljuvad pos. 5 sõelkõverapiiridest olles liiga liivased ja peenosiserikkad (joonis 15). Näiteks proovis km 10.6 on peenosiste sisaldus 19.8% ja proovis km 12.2 18.7%.



Joonis 14. Kattekihi terakoostis km 8.000 ja 9.650 mahuvad väga napilt pos. 5 sõelkõverapiiridesse.



Joonis 15. Kattekihi terakoostised alates km 10.6 on kõik liiga liivased ja peenosiserikkad.

Sisuliselt annab geoloogia läbilõiked vastuse sellele, miks tee kandevõime on madal – kuigi teekatend on tuseduse poolest välja ehitatud, koosneb see peaaegu eranditult tervenisti materjalist, mis peaks kuuluma vaid kulumiskihti. Teisisõnu tähendab see seda, et teekatend koosneb materjalist, mille peenosise sisaldus on tugevalt üle 10% ja savisisaldus (osakesed alla 0.002 mm) on üle 3%. ROADEX programmi aruandes öeldakse, et materjal, mille peenosisesisaldus on üle 10%, on igal juhul sobimatu teekatendi aluskihiks (ehk kiht, mis on kulumiskihil all). Kui materjali savisisaldus on üle 3%, on tegemist tugevalt niiskustundliku materjaliga, millesse tekivad eriti kevadisel perioodil sisse püsivad deformatsioonid. Kõik see on ka käsitletaval teel juhtunud.

Lisaks sellele on teekatendi all on mullakiht (paksus ca 30 cm) ja mille all möllsavi, milles on suur kapillaartõus ja mis hoiavad sees pikaajaliselt niiskust, mistõttu püsib ka kattekruus liigniiskena. Osades piirkondades pressib vesi läbi teekatte tee pinnale (km 11.1...11.4).

Antud tee on heaks näiteks ebaõigetest tehhooldus- ja remondivõtetest, kus aasta-aastalt veetakse olemasolevale peenosisterikkale kulumiskihile peale uus peenosisterikas kulumiskiht tõstmaks kandevõimet ja parandamaks defektseid kohti. Taolise kihi paksuse kasvades muutub tee olukord niisketel aastaaegadel (eriti kevadel) hoopis järjest halvemaks, kuna peenosisterikas materjal hoiab endas sees pikaajaliselt liigniiskust, mis ongi kulumiskihil ülesandeks, kuid mis ei tohi olla kandva kihi omaduseks. Kui kuivas (niiskuspakkonnas 1) piirkonnas taolised konstruktsioonid töötavad, siis liigniiskes (niiskuspakkonnas 3), kus veetase on kõrge, mitte.

Nii km 12.200 geoloogilisest lõikest, maaradariprofiilist, kui Teeregistrist nähtub, et tee olukorda on püütud parandada kasutades geotekstiili. Teeregistri alusel on aastal 2015 paigaldatud II profiili geotekstiil järgmistesse lõikudesse:

- km 7.250...7.600 (350 m);
- km 8.020...8.300 (280 m);
- km 8.500...8.900 (400 m);
- km 9.596...9.936 (340 m, km 9.650 võeti geoloogiapunkt, mis geotekstiili ei näidanud);
- km 10.700...10.900 (200 m);



- km 11.349...12.400 (1060 m, km 12.200 võeti geoloogiapunkt, kus geotekstiil oli olemas).

Teeregistris olevad andmed geotekstiili paiknemise kohta on mõneti vastuolulised, kuna km 7.250...7.328 on tegelikkuses aastal 2012 tehtud pindamine, mistõttu sinna ei ole saadud paigaldada aastal 2015 geotekstiili. See selgitab ka seda, miks km 9.650 geoloogiapunktis geotekstiili ei leitud, kuna geotekstiili paigaldamise kohad on tee kilomeetritega nihkes. Täpsemad kohad geotekstiili paiknemise osas saab maaradariprofiililt:

- km 7.328...7.710;
- km 8.120...8.410;
- km 8.600...9.000;
- km 9.090...9.430;
- km 9.680...10.040;
- km 10.760...11.000;
- km 11.430...12.480.

Km 12.200 punkti alusel on näha, et vanale teekattele on paigaldatud II profiili geotekstiil, 10 cm killustikku ja 10 cm optimaalset segu. Maaradariprofiilist nähtub, et nii on tehtud kogu lõigus kohtades, kuhu geotekstiili on paigaldatud ja et geotekstiili peal oleva materjali kogupaksus on enamasti vahemikus 20...30 cm, mõnes punktis ka kuni 40 cm.

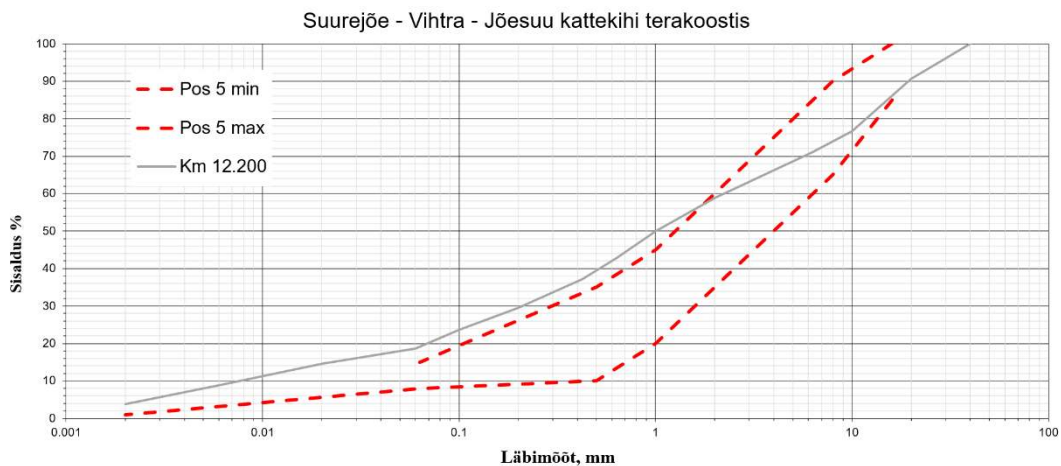
Probleemsed lõigud 2017. a. kevadise vaatluse ajal olid:

- km 9.6...9.7;
- km 10.3...10.35;
- km 10.5...10.7;
- km 11.1...11.4;
- 13.1...13.15.

..., mis näitab, et geotekstiiliga lõikudes suuri probleeme enam ei ole, v.a km 9.6...9.7, ning probleemid on tulnud esile kohtades, kus geotekstiili kasutatud pole. Kandevõimetulemuste põhjalt ei nähtu, et geotekstiiliga lõigud oleks kõrgema kandevõimega, kui geotekstiilita lõigud. Põhjus on selles, et eraldav geotekstiil toimib vaid eraldajana ega tõsta teekatendi koormustaluvust.

Kuigi tee olukord võib peale geotekstiili ja 10...20 cm killustikuga parandamist olla mõneti parem kui see oli ennem, on taoline tegevus olnud tee tolmuvaaba katte alla viimise seisukohast kasutu. Põhjuseks see, et geotekstiili alla on jäetud väga ebastabiilne ja peenosisterikas materjal, mis mõjutab kogu konstruktsiooni tööd, nagu näitab FWD mõõdistuse BDI parameeter. Kui taoline probleemne materjal jätta uu(t)e katendikihi/kihtide alla, peab kasutama lisaks eraldavale geotekstiilile ka tugevdavat geovõrku ning kasutama suuremaid kihipaksusi. Parim lahendus oleks probleemne kiht eemaldada või muuta selle koostist kas lisades sinna hulka jämetäitematerjali või tehes keemiline stabiliseerimine.

Tehtud remonttööde probleem on veel 2015 paigaldatud kulumiskihis, mis on liiga peenosiserikas ja liivane – km 12.200 kattekihi proov väljub väga veenvalt sõelkõveraväljast ning selle peenosisesisaldus on 18.7 % (joonis 16, lubatud maksimaalne väärtus on 15 %). Kattekihi probleemi kinnitavad ka FWD mõõdistuse väga kõrged SCI väärtused kogu teelõigu ulatuses.



Joonis 16. km 12.200 kattekihi terakoostis väljub veenvalt pos. 5 väljadest.

## 6. Konstruktiivsed lahendused

Kuna kogu tee käitub sarnaselt, saab seda kogu pikkuses käsitleda kui ühe lõiguna, kuigi leidub ca 100...300 m lõike, kus kandevõime on korras ja visuaalsel vaatusel probleeme ei tuvastatud. Enamasti oli tegemist kohtadega, kus maapind tõuseb kõrgemale ehk koht on kuivem.

Tee peamiseks probleemiks on teekonstruktsioon ise, s.t see, et liigniiskes paikkonnas koosneb teekatend vaid suure peenosisesisaldusega liivasest kruusast (rohke liivaga savine kruus). Tolmuvaba katte ehitamise jaoks tuleks ideaalis materjal eemaldada ja asendada sobilikuma kruusa või killustikuga, kuid mis on ebamõistlikult mahukas lahendus.

Teine lahendusvariant oleks kasutada eraldavat geotekstiili ja geovõrku kohtades, kus geotekstiili veel kasutatud ei ole ning ehitada peale uus konstruktsioon. Kohtades, kus geotekstiil on olemas, tuleb kulumiskiht eemaldada ja suurendada killustikukihi paksust nii, et kihi vahele asetatakse geovõrk.

Antud teel pole probleeme niivõrd looduslikust pinnasest tulenevast madalast kandevõimest. Pigem on probleem kergesti deformeeruva kruusaga, mis ise on madala kandevõime põhjustajaks, mistõttu ei ole lahenduseks õhukese (ca 10 cm + uus kulumiskiht) kihipaksuse pealevedamine, vaid lahendada tuleb probleem püsivate deformatsioonidega. Selleks on kas probleemse kihi eemaldamine või jätmine see sellisesse sügavusse, kus kiht talub liikluskooormust. Jättes kiht alla, oleks lahendus geovõrgu kasutamine koos min. 30 cm purustatud kruusast (peenosisesisaldus alla 5% - näiteks segu pos. 2 või pos. 4) või min 25 cm killustikust valmistatud kihiga (killustike puhul kasutada kas ridakillustikku või fraktsioneeritud segu, mitte optimaalset segu), mille peale tuleb freespurust kate. Isegi sellise lahenduse puhul võib siiski tekkida mõningates kohtades probleeme kandevõimega, kuna all on tugevalt niiskusest mõjutatav materjal.

Kolmas lahendusvariant on olemasoleva kruusa vahustatud bituumeniga stabiliseerimine. Lisandid, mis tekitavad jäiga plaadi, nagu tsement, selleks antud teel ei sobi, kuna tee all olev pinnas on külmakerkeline. Lisatava bituumeni hulk tuleb leida täiendavate laboratoorse katsetusega tehes segule „tube-suction“ testid määramaks selle niiskustundlikkuse (lisaks võidakse teha veel veeimavuse test ja eripinna määramine). Tõenäoliselt saavutatakse piisav tulemus, kui lisatava bituumeni hulk on 3...4%, kuid see võib olla ka kuni 5%. Freespuu segamine olemasoleva

kattekrusaga ei anna tulemust, kuna sisaldab ise suurel määral peenosist ning bituumen on mitteaktiivne, ega ole seega lubatud.

Neljas lahendusvariant on muuta kattekrusaa terakoostist segades selle sisse jämetäitematerjali, kuid kuna olemasoleva materjali peenosisesisaldus ja kihipaksused on nii suured, peab lisatava materjali hulk olema suur, mis sellegipoolest ei taga kõikjal peenosiste protsentuaalset sisaldust alla 10%, mis on vajalik, et tekiks piisavalt stabiilne kiht pindamiskihil all.

Lisades fraktsioneeritud killustikku 16/32 50% ulatuses, saadakse tabelis 3 kujutatud tulemus, mis oleks rahuldav. Parem tulemus saavutatakse, kui olemasoleva kruusa sisaldus jääb vaid 30% ja uut lisatavat materjali on 70% (tabel 4), mis sisuliselt tähendab juba massivahetust. Segamine tuleks teha vähemalt 20 cm sügavuseni. Kohtades, kus on aastal 2015 paigaldatud geotekstiil, tuleb segamine teha kattekrusaa ulatuses (ca 10 cm).

Tabel 3

Kattekihi uus terakoostis, kui killustikku fr 16/32 segatakse sisse 50% ulatuses

|       |          |          |           |           |           |           |           |         |    |              |              |               |               |               |               |               |
|-------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|----|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|       |          |          |           |           |           |           |           | Vana %  | 50 |              |              |               |               |               |               |               |
|       |          |          |           |           |           |           |           | Uue %   | 50 |              |              |               |               |               |               |               |
|       | Km 8.000 | Km 9.650 | Km 10.605 | Km 11.300 | Km 12.200 | Km 13.200 | Km 13.800 | Lisatav |    | Km 8.000_uus | Km 9.650_uus | Km 10.605_uus | Km 11.300_uus | Km 12.200_uus | Km 13.200_uus | Km 13.800_uus |
| 0.002 | 3        | 3.1      | 3.8       | 3         | 3.8       | 2.7       | 3.2       | 0       |    | 1.5          | 1.6          | 1.9           | 1.5           | 1.9           | 1.4           | 1.6           |
| 0.006 | 6.8      | 6.8      | 9.2       | 6.9       | 8.8       | 6         | 7.3       | 0       |    | 3.4          | 3.4          | 4.6           | 3.5           | 4.4           | 3.0           | 3.7           |
| 0.02  | 11       | 11.3     | 15.6      | 11.4      | 14.6      | 9.9       | 12.1      | 0       |    | 5.5          | 5.7          | 7.8           | 5.7           | 7.3           | 5.0           | 6.1           |
| 0.06  | 14.2     | 15.1     | 19.8      | 14.6      | 18.7      | 14.2      | 15.9      | 1       |    | 7.6          | 8.1          | 10.4          | 7.8           | 9.9           | 7.6           | 8.5           |
| 0.1   | 18.2     | 18       | 24.6      | 19.8      | 23.6      | 20.5      | 20.9      | 1       |    | 9.6          | 9.5          | 12.8          | 10.4          | 12.3          | 10.8          | 11.0          |
| 0.2   | 24.1     | 23.6     | 30.7      | 25.4      | 29.5      | 30.1      | 26.9      | 1       |    | 12.6         | 12.3         | 15.9          | 13.2          | 15.3          | 15.6          | 14.0          |
| 0.425 | 32.3     | 31.9     | 39.4      | 33.7      | 37.1      | 42.3      | 34.7      | 2       |    | 17.2         | 17.0         | 20.7          | 17.9          | 19.6          | 22.2          | 18.4          |
| 0.63  | 37.6     | 37.4     | 45.5      | 39.5      | 42.8      | 48.5      | 39.6      | 2       |    | 19.8         | 19.7         | 23.8          | 20.8          | 22.4          | 25.3          | 20.8          |
| 1     | 44.2     | 44.1     | 52.8      | 47        | 49.9      | 54.5      | 44.9      | 2       |    | 23.1         | 23.1         | 27.4          | 24.5          | 26.0          | 28.3          | 23.5          |
| 2     | 52.7     | 53.9     | 62.1      | 56.5      | 58.9      | 61.5      | 52.6      | 2       |    | 27.4         | 28.0         | 32.1          | 29.3          | 30.5          | 31.8          | 27.3          |
| 6.3   | 66       | 71.3     | 76.4      | 70        | 71        | 71.7      | 65.3      | 2       |    | 34.0         | 36.7         | 39.2          | 36.0          | 36.5          | 36.9          | 33.7          |
| 10    | 73.1     | 81.6     | 82.2      | 78.4      | 76.6      | 77.4      | 72.7      | 10      |    | 41.6         | 45.8         | 46.1          | 44.2          | 43.3          | 43.7          | 41.4          |
| 20    | 88.6     | 96       | 93.1      | 95.1      | 90.7      | 91.5      | 87.5      | 40      |    | 64.3         | 68.0         | 66.6          | 67.6          | 65.4          | 65.8          | 63.8          |
| 40    | 100      | 100      | 100       | 100       | 100       | 100       | 100       | 100     |    | 100.0        | 100.0        | 100.0         | 100.0         | 100.0         | 100.0         | 100.0         |

Tabel 4

Kattekihi uus terakoostis, kui killustikku fr 16/32 segatakse sisse 70% ulatuses

|       |          |          |           |           |           |           |           |         |    |              |              |               |               |               |               |               |
|-------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|----|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|       |          |          |           |           |           |           |           | Vana %  | 30 |              |              |               |               |               |               |               |
|       |          |          |           |           |           |           |           | Uue %   | 70 |              |              |               |               |               |               |               |
|       | Km 8.000 | Km 9.650 | Km 10.605 | Km 11.300 | Km 12.200 | Km 13.200 | Km 13.800 | Lisatav |    | Km 8.000_uus | Km 9.650_uus | Km 10.605_uus | Km 11.300_uus | Km 12.200_uus | Km 13.200_uus | Km 13.800_uus |
| 0.002 | 3        | 3.1      | 3.8       | 3         | 3.8       | 2.7       | 3.2       | 0       |    | 0.9          | 0.9          | 1.1           | 0.9           | 1.1           | 0.8           | 1.0           |
| 0.006 | 6.8      | 6.8      | 9.2       | 6.9       | 8.8       | 6         | 7.3       | 0       |    | 2.0          | 2.0          | 2.8           | 2.1           | 2.6           | 1.8           | 2.2           |
| 0.02  | 11       | 11.3     | 15.6      | 11.4      | 14.6      | 9.9       | 12.1      | 0       |    | 3.3          | 3.4          | 4.7           | 3.4           | 4.4           | 3.0           | 3.6           |
| 0.06  | 14.2     | 15.1     | 19.8      | 14.6      | 18.7      | 14.2      | 15.9      | 1       |    | 5.0          | 5.2          | 6.6           | 5.1           | 6.3           | 5.0           | 5.5           |
| 0.1   | 18.2     | 18       | 24.6      | 19.8      | 23.6      | 20.5      | 20.9      | 1       |    | 6.2          | 6.1          | 8.1           | 6.6           | 7.8           | 6.9           | 7.0           |
| 0.2   | 24.1     | 23.6     | 30.7      | 25.4      | 29.5      | 30.1      | 26.9      | 1       |    | 7.9          | 7.8          | 9.9           | 8.3           | 9.6           | 9.7           | 8.8           |
| 0.425 | 32.3     | 31.9     | 39.4      | 33.7      | 37.1      | 42.3      | 34.7      | 2       |    | 11.1         | 11.0         | 13.2          | 11.5          | 12.5          | 14.1          | 11.8          |
| 0.63  | 37.6     | 37.4     | 45.5      | 39.5      | 42.8      | 48.5      | 39.6      | 2       |    | 12.7         | 12.6         | 15.1          | 13.3          | 14.2          | 16.0          | 13.3          |
| 1     | 44.2     | 44.1     | 52.8      | 47        | 49.9      | 54.5      | 44.9      | 2       |    | 14.7         | 14.6         | 17.2          | 15.5          | 16.4          | 17.8          | 14.9          |
| 2     | 52.7     | 53.9     | 62.1      | 56.5      | 58.9      | 61.5      | 52.6      | 2       |    | 17.2         | 17.6         | 20.0          | 18.4          | 19.1          | 19.9          | 17.2          |
| 6.3   | 66       | 71.3     | 76.4      | 70        | 71        | 71.7      | 65.3      | 2       |    | 21.2         | 22.8         | 24.3          | 22.4          | 22.7          | 22.9          | 21.0          |
| 10    | 73.1     | 81.6     | 82.2      | 78.4      | 76.6      | 77.4      | 72.7      | 10      |    | 28.9         | 31.5         | 31.7          | 30.5          | 30.0          | 30.2          | 28.8          |
| 20    | 88.6     | 96       | 93.1      | 95.1      | 90.7      | 91.5      | 87.5      | 40      |    | 54.6         | 56.8         | 55.9          | 56.5          | 55.2          | 55.5          | 54.3          |
| 40    | 100      | 100      | 100       | 100       | 100       | 100       | 100       | 100     |    | 100.0        | 100.0        | 100.0         | 100.0         | 100.0         | 100.0         | 100.0         |

## 7. Lahendusvariandid ja nende võrdlused

### Lahendus 1.

1. kurvipealne koht km 11.1...11.15 (50 m pikkuselt) (foto 9) kaevatakse välja 20 cm sügavuselt kraavi äärest kraavi ääreni, paigaldatakse küna põhja eraldav II profiili geotekstiil ja täidetakse kruusaga, mille peenosisesisaldus on alla 5%.
2. kohtades, kus on paigaldatud geotekstiil ja killustik (km 7.328...7.710, km 8.120...8.410, km 8.600...9.000, km 9.090...9.430, km 9.680...10.040, km 10.760...11.000 ja km 11.430...12.480) eemaldada kattekrus (keskmise kihipaksus 10 cm), asetada geovõrk

NAUE Secugrid 30/30 Q1 või analoog (näiteks Tensar TX160, Enkagrid MAX 30, Huesker Basetrack Grid PP 30), paigaldada 10 cm killustikku (fr 16/32 või ridakillustik fr. 4/32);

3. kogu ülejäänud teepikkuses paigaldada eraldav II profiili geotekstiil ja geovõrk NAUE Secugrid 30/30 Q1 või analoog, mille peale kas 30 cm purustatud kruusasegu pos. 2 või 4 või 25 cm killustikku fr. 16/32 või fr. 4/32.
4. katta kogu tee 8 cm freespuruga, mis pinnata 2.5xE.

Lahenduse 1 orienteeruv maksumus ilma käibemaksuta on **485'000 EUR**, millele lisanduvad kraavide, truupide puhastamised, mahasõitude pindamised jms.

#### Lahendus 2.

1. kurvipealne koht km 11.1...11.15 (foto 9) kaevatakse välja 20 cm sügavuselt kraavi äärest kraavi ääreni, paigaldatakse küna põhja eraldav II profiili geotekstiil koos geovõrguga NAUE Secugrid 30/30 Q1 või analoog (näiteks Tensar TX160, Enkagrid MAX 30, Huesker Basetrack Grid PP 30) ja täidetakse kruuspinnasega.
2. segada kattekruusa sisse min. 20 cm sügavuselt killustikku fr 16/32 50% ulatuses (vedada katte peale 20 cm killustikku, mis segada min. 20 cm sügavuses läbi olemasoleva teekattega). Kohtades, kus on paigaldatud geotekstiil (km 7.328...7.710, km 8.120...8.410, km 8.600...9.000, km 9.090...9.430, km 9.680...10.040, km 10.760...11.000 ja km 11.430...12.480) teha segamine 10...15 cm ulatuses vedades peale 10 cm killustikku.
3. katta kogu tee 8 cm freespuruga, mis pinnata 2.5xE.

Lahenduse 2 orienteeruv maksumus ilma käibemaksuta on **447'000 EUR**, millele lisanduvad kraavide, truupide puhastamised, mahasõitude pindamised jms.

#### Lahendus 3.

1. teha kogu teepikkuses bituumenstabiliseerimine vahustatud bituumeniga segades läbi olemasolev kattekruus min 20 cm sügavuselt. Bituumeni asendamine freespuruga ei ole lubatud. Orienteeruv bituumeni hulk segus on 3...5%, mis tuleb täpsustada laborikatsetega;
2. paigaldada 8 cm freespurukiht, mille peale teha tolmuva kate pindamisega 2.5xE.

Lahenduse 3 orienteeruv maksumus ilma käibemaksuta on **526'000 EUR**, millele lisanduvad kraavide, truupide puhastamised, mahasõitude pindamised jms.

Majanduslikus mõttes on kõige soodsam lahendusvariant 2, millega muudetakse kogu tee pikkuses olemasoleva kattekruusa terastikulist koostist, kuid tegemine on esitatud lahendusvariantidest kõige nõrgema variandiga ning selle toimimine eeldab, et segamise kvaliteet oleks kõrge ja kuivendus töötaks efektiivselt.

### **8. Nõuded ja muud märkused**

Tööd tuleb sooritada lähtudes Tee ehitamise kvaliteedi nõuetest, kus on muuhulgas kirjeldatud aluse ehitamiseks kasutatava kruuspinnase vajalikud omadused:

„Sidumata segudest aluste ehitamiseks teedel, mille keskmine liiklussagedus on alla 200 auto ööpäevas, võib kasutada mineraalmaterjale, millel on täidetud järgnevad nõuded:

1. tera läbimõõt D on vähemalt 16 mm;



2. vastavalt standardile EVS-EN 13285 on soovitatav terakoostise kategooria valida kas G<sub>A</sub>, G<sub>B</sub>, G<sub>C</sub>, G<sub>O</sub>, G<sub>P</sub> või G<sub>E</sub>, samas peenosiste sisaldus peab vastama vähemalt kategooriale UF<sub>7</sub>;
3. jämetäitematerjali purustatud pindadega terade sisaldus peab vastama vähemalt kategooriale C 50 ja purunemiskindluse maksimaalväärtuse kategooria peab olema vähemalt LA<sub>40</sub>.“

Killustik peab omadustelt vastama Maanteeameti Killustikust katendikihtide ehitamise juhise nõuetele. Killustiku segamisega kattekruusaga tuleb tagada kihi ühtlane paksus ja koostis. Freespuru paigaldamisel tuleb lähtuda Kergkatete ehitamise juhise, pindamisel Maanteeameti Pindamisjuhise ja geosünteedide kasutamisel nende paigaldusjuhendist.

Freespuru asendamine optimaalse seguga ei ole soovituslik. Kui see siiski on möödapääsmatu, peab kasutama kruusasegu pos. 6 kihipaksusega min 10 cm. Sellisel juhul peab kruuskatte ja tolmuva katte ehitamise vahele jääma tehnoloogiline paus, et parandatud teest saaks välja auruda üleliigne niiskus. Kogemused on näidanud, et kui seda ei järgita, kipub pindamine laiguti lagunema. Kui kruusatee remont tehakse sügisel, peaks pindamise tegema alles järgmise aasta suvel. Soovitus ei kehti juhul, kui pindamine tehakse kruusakihi asemel freespuru peale.

### **Mahasõidud**

Kõik vajalikud mahasõidud on olemas ja hiljuti on nendele paigaldatud kruuskate. Seoses tee tõstmisega, tuleb mahasõidud viia sellega ühtlaselt kokku. Kõik hoovidesse sissesõidud ja mahasõidud suurematele kohalikele teedele tuleb viia samuti tolmuva katte alla ning need on näidatud tabelis 5. Tabel 5 on võrreldes Teeregistris olevate andmetega uuendatud toetudes uuringutega seotud ülesvõtetega.

### **Truubid**

Vajalikud truubid on olemas, kuid kõik (sh mahasõitude all olevad) tuleb puhastada.

### **Kraavide puhastamine ja kaevamine**

Kõik olemasolevad kraavid tuleb puhastada. Teetööde tehnilises kirjelduses öeldakse, et oleva kraavi põhi ja nõlvad tuleb puhastada kaevates kuni 0,5 m sügavuselt, sealjuures jälgides, et oleks tagatud minimaalne nõutav kraavi pikikalle ja minimaalne lubatav muldkeha nõlvus.

Nimetatud 0.5 m nõue tuleb tagada mõõtes seda remontimata teekatte pinnalt.

Kraavide kaevamine:

- Km 8.450...8.500 parem pool

Km 11.260 on paremal pool teed vana mahasõit, mis takistab vee voolamist kraavis ja mis tuleks eemaldada.

Tabel 5

Mahasõidud, millele teha peale tolmuva kate, on märgistatud sõnaga „jah“

| Asukoht |         | Laius | Mahasõidu kate | Truubi olemasolu | Kruuspinnas | Freespuru | Pindamine |
|---------|---------|-------|----------------|------------------|-------------|-----------|-----------|
| 7330    | paremal | 5,0   | kruus          | truup on         | 10          | 8         | jah       |
| 7420    | paremal | 4,0   | kruus          | truup on         | 10          | 8         | jah       |
| 7470    | paremal | 4,0   | kruus          | truup on         | 10          | 8         | jah       |
| 7600    | vasakul | 6,0   | kruus          | truup on         | 10          |           |           |
| 7690    | paremal | 4,0   | kruus          | truup on         | 10          | 8         | jah       |
| 8160    | paremal | 4,0   | kruus          | truup on         | 10          | 8         | jah       |
| 8180    | vasakul | 5,0   | kruus          | truup on         | 20          |           |           |
| 8200    | vasakul | 5,0   | kruus          | truup on         | 10          | 8         | jah       |
| 8380    | paremal | 4,0   | kruus          | truup puudub     | 10          | 8         | jah       |
| 8390    | paremal | 4,0   | kruus          | truup puudub     | 10          |           |           |
| 8510    | paremal | 4,0   | kruus          | truup on         | 20          | 8         | jah       |
| 8600    | paremal | 4,0   | kruus          | truup on         | 10          |           |           |
| 8700    | paremal | 4,0   | kruus          | truup puudub     | 10          |           |           |
| 8810    | paremal | 4,0   | kruus          | truup on         | 10          | 8         | jah       |
| 8953    | vasakul | 4,0   | kruus          | truup on         | 10          |           |           |
| 9490    | vasakul | 4,0   | kruus          | truup puudub     | 10          | 8         | jah       |
| 9510    | paremal | 4,0   | kruus          | truup puudub     | 10          | 8         | jah       |
| 9620    | paremal | 6,0   | kruus          | truup on         | 10          | 8         | jah       |
| 9621    | vasakul | 5,0   | kruus          | truup on         | 10          |           |           |
| 10010   | paremal | 4,0   | kruus          | truup puudub     | 10          | 8         | jah       |
| 10390   | paremal | 4,0   | kruus          | truup on         | 20          |           |           |
| 10460   | paremal | 4,0   | kruus          | truup on         | 20          | 8         | jah       |
| 10464   | vasakul | 4,0   | kruus          | truup puudub     | 20          |           |           |
| 10600   | paremal | 5,0   | kruus          | truup on         | 20          |           |           |
| 10760   | paremal | 5,0   | kruus          | truup on         | 20          |           |           |
| 10960   | paremal | 4,0   | kruus          | truup puudub     | 10          | 8         | jah       |
| 11100   | vasakul | 4,0   | kruus          | truup on         | 20          |           |           |
| 11221   | vasakul | 4,0   | kruus          | truup puudub     | 20          | 8         | jah       |
| 11330   | paremal | 4,0   | kruus          | truup on         | 20          |           |           |
| 11656   | paremal | 4,0   | kruus          | truup puudub     | 10          |           |           |
| 11960   | paremal | 4,0   | kruus          | truup on         | 10          |           |           |
| 11967   | vasakul | 4,0   | kruus          | truup puudub     | 10          |           |           |
| 12430   | vasakul | 4,0   | kruus          | truup on         | 10          |           |           |
| 12580   | paremal | 4,0   | kruus          | truup puudub     | 20          | 8         | jah       |
| 12930   | paremal | 4,0   | kruus          | truup puudub     | 20          |           |           |
| 13030   | vasakul | 4,0   | kruus          | truup puudub     | 20          |           |           |
| 13400   | paremal | 4,0   | kruus          | truup puudub     | 20          |           |           |
| 13540   | paremal | 4,0   | kruus          | truup puudub     | 20          |           |           |
| 13590   | paremal | 4,0   | kruus          | truup on         | 20          |           |           |
| 13620   | paremal | 4,0   | kruus          | truup on         | 20          |           |           |
| 13890   | vasakul | 4,0   | kruus          | truup puudub     | 20          |           |           |
| 13890   | paremal | 4,0   | kruus          | truup puudub     | 20          |           |           |
| 14090   | vasakul | 5,0   | kruus          | truup on         | 20          | 8         | jah       |
| 14210   | paremal | 4,0   | kruus          | truup puudub     | 20          |           |           |
| 14220   | vasakul | 4,0   | kruus          | truup puudub     | 20          |           |           |

### **Puud ja võsa**

Km 10.470...10.750 on paremal pool teed kraavi välisnõlval puud, mis tuleks eemaldada või mille võra peab kärpima (foto 15).



Foto 15. Km 10.470...10.750 on paremal pool teed kraavi välisnõlval puud, mis tuleks eemaldada või mille võra peab kärpima.

| Spets<br>nr. | Töö nimetus                                                                                               | Ühik | maht            | 7328-7710 | 7710-8120 | 8120-8410 | 8410-8600 | 8600-9000 | 9000-9090 | 9090-9430 | 9430-9680 | 9680-10040 |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
|              | <b>Ettevalmistustööd</b>                                                                                  |      |                 |           |           |           |           |           |           |           |           |            |
| 20202        | Raadamine, juurimine ja teemaa-ala puhastamine (korrastada nii, et oleks võimalik hooldus mehhanismidega) | m²   | <b>280</b>      |           |           |           |           |           |           |           |           |            |
| 20301        | Liiklusmärkide eemaldamine (koos postide ja vundamendiga) ja hilisem tagasipaigaldus                      | tk   | <b>13</b>       |           |           | 2         |           |           |           |           | 1         | 1          |
|              | <b>Mullatööd</b>                                                                                          |      |                 |           |           |           |           |           |           |           |           |            |
|              | <b>Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine KOKKU</b>                                                      |      | <b>70</b>       |           |           |           |           |           |           |           |           |            |
| 30103        | Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine (külmakerked)                                                     | m³   | <b>70</b>       |           |           |           |           |           |           |           |           |            |
| 30301        | Truupide puhastamine sh sisse-väljavoolude kultuurkihi eemaldamine                                        | m    | <b>308</b>      | 36        | 14        | 33        | 9         | 18        |           |           | 37        |            |
| 30201        | Kraavide puhastamine                                                                                      | m    | <b>14 254</b>   | 590       | 820       | 620       | 160       | 800       | 180       | 680       | 500       | 720        |
| 30107        | Uute kraavide kaevamine (h = 0.5 m)                                                                       | m³   | <b>50</b>       |           |           |           | 13        |           |           |           |           |            |
|              | Geovõrk                                                                                                   | m²   | <b>350</b>      |           |           |           |           |           |           |           |           |            |
| 30701        | Geotekstiil, eraldav (II profiil)                                                                         | m²   | <b>350</b>      |           |           |           |           |           |           |           |           |            |
|              | <b>Katendid</b>                                                                                           |      |                 |           |           |           |           |           |           |           |           |            |
| 40507        | Kruusaluse rajamine keskmise laiussega 7 m, h = 20 cm                                                     | m²   | <b>350.0</b>    |           |           |           |           |           |           |           |           |            |
| 40501        | Killustikaluse rajamine laiussega 6.5 m, h = 10 cm                                                        | m²   | <b>19 903.0</b> | 2 483     |           | 1 885     |           | 2 600     |           | 2 210     |           | 2 340      |
| 40501        | Killustikaluse rajamine laiussega 6.5 m, h = 20 cm                                                        | m²   | <b>25 395.5</b> |           | 2 665     |           | 1 235     |           | 585       |           | 1 625     |            |
| 44006        | Freepurukatte rajamine laiussega 6.5 m, h = 8 cm                                                          | m²   | <b>45 298.5</b> | 2 483     | 2 665     | 1 885     | 1 235     | 2 600     | 585       | 2 210     | 1 625     | 2 340      |
| 44005        | Pindamine 2.5xE (eelpuistega 2x pindamine) laiussega 6 m                                                  | m²   | <b>41 814.0</b> | 2 292     | 2 460     | 1 740     | 1 140     | 2 400     | 540       | 2 040     | 1 500     | 2 160      |
|              |                                                                                                           |      |                 |           |           |           |           |           |           |           |           |            |
| 40507        | Kruusaluse rajamine mahasõitudele, keskmine h = 15 cm                                                     | m²   | <b>2 200.0</b>  | 250.0     |           | 250.0     | 100       | 100       |           |           | 200       | 50.0       |
| 44006        | Freepurukatte rajamine mahasõitudele, h = 8 cm                                                            | m²   | <b>950.0</b>    | 200       |           | 150       | 50        | 50        |           |           | 150       | 50         |
| 44005        | Mahasõitude pindamine 2.5xE                                                                               | m²   | <b>950.0</b>    | 200       |           | 150       | 50        | 50        |           |           | 150       | 50         |



| Spets<br>nr. | Töö nimetus                                                                                               | Ühik | maht            | 10040-10760 | 10760-11000 | 11000-11430 | 11430-12480 | 12480-14297 |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|              | <b>Ettevalmistustööd</b>                                                                                  |      |                 |             |             |             |             |             |
| 20202        | Raadamine, juurimine ja teemaa-ala puhastamine (korrastada nii, et oleks võimalik hooldus mehhanismidega) | m²   | <b>280</b>      |             | 280         |             |             |             |
| 20301        | Liiklusmärkide eemaldamine (koos postide ja vundamendiga) ja hilisem tagasipaigaldus                      | tk   | <b>13</b>       |             | 2           | 2           | 1           | 4           |
|              | <b>Mullatööd</b>                                                                                          |      |                 |             |             |             |             |             |
|              | <b><i>Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine KOKKU</i></b>                                               |      | <b>70</b>       |             |             |             |             |             |
| 30103        | Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine (külmakerked)                                                     | m³   | <b>70</b>       |             |             | 70.0        |             |             |
| 30301        | Truupide puhastamine sh sisse-väljavoolude kultuurkihi eemaldamine                                        | m    | <b>308</b>      | 36          | 11          | 18.0        | 42.0        | 54.0        |
| 30201        | Kraavide puhastamine                                                                                      | m    | <b>14 254</b>   | 1 440       | 1 560       | 860.0       | 1 940       | 3 384       |
| 30107        | Uute kraavide kaevamine (h = 0.5 m)                                                                       | m³   | <b>50</b>       |             |             |             |             | 37.5        |
|              | Geovõrk                                                                                                   | m²   | <b>350</b>      |             |             | 350.0       |             |             |
| 30701        | Geotekstiil, eraldav (II profiil)                                                                         | m²   | <b>350</b>      |             |             | 350.0       |             |             |
|              | <b>Katendid</b>                                                                                           |      |                 |             |             |             |             |             |
| 40507        | Kruusaluse rajamine keskmise laiussega 7 m, h = 20 cm                                                     | m²   | <b>350.0</b>    |             |             | 350.0       |             |             |
| 40501        | Killustikaluse rajamine laiussega 6.5 m, h = 10 cm                                                        | m²   | <b>19 903.0</b> |             | 1 560       |             | 6 825       |             |
| 40501        | Killustikaluse rajamine laiussega 6.5 m, h = 20 cm                                                        | m²   | <b>25 395.5</b> | 4 680       |             | 2 795.0     |             | 11 811      |
| 44006        | Freepurukatte rajamine laiussega 6.5 m, h = 8 cm                                                          | m²   | <b>45 298.5</b> | 4 680       | 1 560       | 2 795.0     | 6 825       | 11 811      |
| 44005        | Pindamine 2.5xE (eelpuistega 2x pindamine) laiussega 6 m                                                  | m²   | <b>41 814.0</b> | 4 320       | 1 440       | 2 580.0     | 6 300       | 10 902      |
|              |                                                                                                           |      |                 |             |             |             |             |             |
| 40507        | Kruusaluse rajamine mahasõitudele, keskmine h = 15 cm                                                     | m²   | <b>2 200.0</b>  | 250         | 50          | 150.0       | 200.0       | 600.0       |
| 44006        | Freepurukatte rajamine mahasõitudele, h = 8 cm                                                            | m²   | <b>950.0</b>    | 100         |             | 100.0       |             | 100.0       |
| 44005        | Mahasõitude pindamine 2.5xE                                                                               | m²   | <b>950.0</b>    | 100         |             | 100.0       |             | 100.0       |

# KULULOEND

Kõik maksumused EUR

| Art nr        | Töö kirjeldus                                      | Mõõdühik  | Maht | Ühiku hind | Maksumus |
|---------------|----------------------------------------------------|-----------|------|------------|----------|
| 1             | 2                                                  | 3         | 4    | 5          | 6        |
| Nr 1: ÜLDISED |                                                    |           |      |            |          |
| 10201         | Proovivõtt ja katsetamine                          | kogusumma | 1    | 500.00     | 500.00   |
| 10202         | Load. sh kommunikatsiooni valdajate kooskõlastused | kogusumma | 1    | 100.00     | 100.00   |
| 10203         | Infotahvliid                                       | kogusumma | 1    | 100.00     | 100.00   |
| 10204         | Tööpiirkonna korrashoid                            | kogusumma | 1    | 100.00     | 100.00   |
| 10206         | Tööohutus                                          | kogusumma | 1    | 50.00      | 50.00    |
| 10207         | Keskkonnanõuded                                    | kogusumma | 1    | 50.00      | 50.00    |
| 10211         | Tööde mõõdistamine ja märkimistööd                 | kogusumma | 1    | 100.00     | 100.00   |

Kokku ÜLDISED **1000.00**

## Nr 2: EHITUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE LÕIGUL

|       |                                                                                                                          |    |     |       |        |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|-------|--------|
| 20202 | Raadamine, juurimine ja teemaa-ala puhastamine (korrastada nii, et oleks võimalik hooldus mehhanismidega)                | m² | 280 | 0.59  | 165.20 |
| 20301 | Liiklusmärgi eemaldamine (koos postidega, vundamentidega jne.) ja hilisem tagasipaigaldus (kui jäävad ehitustöödel ette) | tk | 13  | 20.00 | 260.00 |

Kokku EHITUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE LÕIGUL **425.20**

## Nr 3: MULLATÖÖD

|       |                                                                    |    |       |       |          |
|-------|--------------------------------------------------------------------|----|-------|-------|----------|
| 30103 | Sobimatu pinnase kaevamine                                         | m³ | 70    | 3.25  | 227.50   |
| 30301 | Truupide puhastamine sh sisse-väljavoolude kultuurkihi eemaldamine | m  | 308   | 23.51 | 7241.08  |
| 30201 | Kraavide puhastamine                                               | m  | 14254 | 4.27  | 60864.58 |
| 30107 | Uute kraavide kaevamine (h = 0.5 m)                                | m³ | 50    | 3.25  | 162.50   |
| 30701 | Geotekstiil, eraldav (II profiil)                                  | m² | 350   | 0.82  | 287.00   |
| 30703 | Geovõrk                                                            | m² | 350   | 2.50  | 875.00   |

Kokku MULLATÖÖD **69657.66**

## Nr 4: KATEND

|       |                                                         |    |         |      |           |
|-------|---------------------------------------------------------|----|---------|------|-----------|
| 40507 | Kruusaluse rajamine keskmise laiusega 7 m, h = 20 cm    | m² | 350     | 2.97 | 1039.50   |
| 40501 | Killustikaluse rajamine laiusega 6.5 m, h = 10 cm       | m² | 19903   | 4.00 | 79612.00  |
| 40501 | Killustikaluse rajamine laiusega 6.5 m, h = 20 cm       | m² | 25395.5 | 8.8  | 223480.40 |
| 44006 | Freepurukatte rajamine laiusega 6.5 m, h = 8 cm         | m² | 45298.5 | 1.06 | 48016.41  |
| 44005 | Pindamine 2.5xE (eelpuistega 2x pindamine) laiusega 6 m | m² | 41814   | 2.2  | 91990.80  |
| 40507 | Kruusaluse rajamine mahasõitudele, keskmine h = 15 cm   | m² | 2200    | 4.46 | 9812.00   |
| 44006 | Freepurukatte rajamine mahasõitudele, h = 8 cm          | m² | 950     | 2.12 | 2014.00   |
| 44005 | Mahasõitude pindamine 2.5xE                             | m² | 950     | 4.50 | 4275.00   |

Kokku KATEND **460240.11**

|                                        |                  |
|----------------------------------------|------------------|
| <b>KOKKU ptk-d</b>                     | <b>531322.97</b> |
| ETTENÄGEMATA TÖÖD 5%                   | 26566.15         |
| <b>KOKKU KOOS ETTENÄGEMATA TÖÖDEGA</b> | <b>557889.12</b> |
| KÄIBEMAKS 20%                          | 111577.82        |
| <b>KOKKU KÄIBEMAKSUGA</b>              | <b>669466.94</b> |

Märkused:

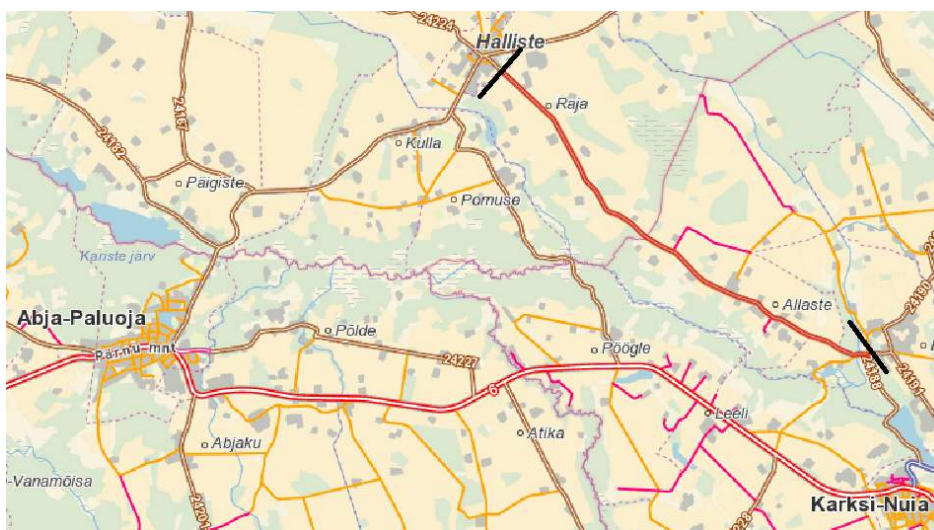
## Tee nr. 24188 Karksi-Nuia – Halliste km 2,11 – 9,303

Tee seisukorra hindamiseks ja sobiliku remondimeetme valikuks koguti järgnevat infot:

- varakevadine visuaalne vaatus;
- info kogumine andmebaasidest (Maa-ameti mullakaart, Teeregister);
- kandevõimemõõtmised FWD-seadmega kevadel;
- maaradari ülesõit koos tee ülesfilmimisega hiliskevadel (kui teekate on kuiv ja maapind tahenenud);
- geoloogiliste puuraukude puurimine kohtadesse, mis on valitud vastavalt objekti visuaalsele vaatlusele ja FWD tulemuste analüüsile.

### 1. Objekti asukoht

Objekti asukoht on näidatud joonisel 1.



Joonis 1. Tee nr. 24188 Karksi-Nuia – Halliste km 2,11 – 9,303 asukoht (Teeregister)

Mullakaardi alusel paikneb sisuliselt kogu tee kahkjalt leetunud mulla levikualal, mida iseloomustatakse, kui „karbonaadivaesel kaheosalisel lähtekivimil kujunenud mullad, millel kihisemine mullaprofiilis enamasti puudub. Lõimiseks on valdavalt saviliiv liivsavi, kerge liivsavi keskmisel ja raskel liivsavi ja harvem raske liivsavi savil (kahekihiline lähtekivim). Tulenevalt mulla kahekihilisusest, kannatavad nad ülaveest tingitud lühiajalise liigniiskuse all.“

Seega paikneb tee esimeses niiskuspaikkonnas, kandevõimet võib mõjutada teekonstruktsiooni enda materjalid, nende niiskustundlikkus, tüsedus ja see, kas tee asub olemasolevast maapinnast kõrgemal või mitte.

### 2. Tee üldiseloomustus Teeregistri põhjal

Teeregistri alusel ei ole teele määratud maantee klassi.

Kruusatee väljaehitamise tase on „3“ ehk ilma muldkehata maapinna tasemel asuv kruusatee.

Tee laius on 7 m, kuid Hallistesse sisenev tolmuva katege teelõik (km 9.303...9.6) on laiusga vaid 4.5 m

Liiklussagedus 2016 on 92 AKÖL (sõiduaudod ja pakiaudod 97%, veoaudod ja audobussid 2%, autorongid 1%, arvuliselt sõiduaudod ja pakiaudod 89, veoaudod 2 ja autorongid 1 a/ööp).

Kasutades 2016 a andmeid saadakse, et veoaudode ja audobusside siirdetegur on 2.67 ja autorongidel 3.76 ning tee rajategur on 0.55, seega  $Q = (2 \cdot 2.67 + 1 \cdot 3.76) \cdot 0.55 = 5 \text{ V}_1/\text{ööp}$ , mis teeb  $E_{\text{vaj}} = 105 \text{ MPa}$ , mis on väiksem, kui siirdekateendi  $E_{\text{min}} = 130 \text{ MPa}$ . Liiklussagedus peale tolmuva kate ehitust tõenäoliselt praktiliselt ei kasva, kuna tegemist on konkurentsilt lühima tee Karksi – Nuia ja Halliste vahel ning olemasolev kruusatee on suhteliselt heas seisukorras. Samas on ümberringi olemas heas korras asfaltkattega riigimaanteed, mistõttu ei ole põhjust arvata, et transiit- ja raskeliiklust hakkaks antud teel olema rohkem, mis tingiks suurema elastusmooduli kasutamise, kui  $E_{\text{vaj}} = 130 \text{ MPa}$ .

Katendikihtide osas Teeregistris info puudub.

Kattekihtide osas on järgmine info:

- km 2.110...4.689 on aastal 1963 paigaldatud purustatud kruusast kulumiskiit;
- km 4.689...9.303 on aastal 1974 paigaldatud purustatud kruusast kulumiskiit;
- km 9.303...9.600 on aastal 1967 paigaldatud mustsegu (hõõvliisegu), mis on pinnatud viimati aastal 2016.

Objektil asub 10 truupi, millest kõik on vähemalt heas seisukorras ega vaja väljavahetamist (tabel 1).

Teeäärsed mahasõidud ja nende otstarbed on esitatud tabelis 2.

Tabel 2

#### Truupide asukohad

| Asukoht | Ehitusaasta | Truubikeha pikkus | Päiste olemasolu | Ava 1 läbimõõt | Seisukorra hinne                  | Truubi ehitamise materjal | Märkused       |
|---------|-------------|-------------------|------------------|----------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------|
| 2216    | 2010        | 21,0              | päiseid ei ole   | 1,6            | väga hea                          | teras                     | kivikindlustus |
| 3532    | 1991        | 10,0              | päised on        | 0,75           | esineb üksikuid pisipuudusi (hea) | raudbetoon                |                |
| 3955    | 1911        | 15,0              | päised on        | 0,8            | esineb üksikuid pisipuudusi (hea) | raudbetoon                |                |
| 4348    | 1911        | 15,0              | päised on        | 0,8            | väga hea                          | raudbetoon                |                |
| 4539    | 2005        | 11,0              | päiseid ei ole   | 0,6            | väga hea                          | plast                     | kivikindlustus |
| 4849    | 2005        | 10,0              | päiseid ei ole   | 0,6            | väga hea                          | plast                     | kivikindlustus |
| 5257    | 1911        | 15,0              | päised on        | 0,8            | väga hea                          | raudbetoon                |                |
| 5967    | 1911        | 15,0              | päised on        | 0,8            | väga hea                          | raudbetoon                |                |
| 6685    | 1911        | 12,0              | päised on        | 0,75           | esineb üksikuid pisipuudusi (hea) | raudbetoon                |                |
| 7182    | 1911        | 13,0              | päised on        | 0,75           | esineb üksikuid pisipuudusi (hea) | raudbetoon                |                |



Tabel 2

## Karksi-Nuia – Halliste km 2,11 – 9,303 mahasõidud

| Asukoht |         | Laius | Mahasõidu kate | Katte ulatus | Truubi olemasolu | Mahasõidu kasutusotstarve | Kommentaari |
|---------|---------|-------|----------------|--------------|------------------|---------------------------|-------------|
| 2185    | vasakul | 3,5   | kruus          |              |                  | tegevuskoht               | Pumbajaam   |
| 2293    | vasakul | 4,5   | kruus          |              |                  | piiramata otstarbega      |             |
| 2798    | vasakul | 3,5   | katteta        | nokk puudub  | truup puudub     | põllu- ja metsamajandus   | Põld        |
| 2887    | paremal | 3,5   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | elukohta sissesõit        |             |
| 3045    | vasakul | 3,5   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | põllu- ja metsamajandus   | Põld        |
| 3338    | paremal | 3,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | elukohta sissesõit        |             |
| 3377    | vasakul | 3,5   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | elukohta sissesõit        |             |
| 3526    | paremal | 3,5   | katteta        | nokk puudub  | truup puudub     | põllu- ja metsamajandus   | Põld        |
| 3549    | vasakul | 3,5   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | elukohta sissesõit        |             |
| 3567    | paremal | 3,5   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | elukohta sissesõit        |             |
| 3605    | paremal | 3,5   | katteta        | nokk puudub  | truup puudub     | elukohta sissesõit        |             |
| 3676    | vasakul | 3,5   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | elukohta sissesõit        |             |
| 3870    | vasakul | 3,5   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | elukohta sissesõit        |             |
| 3973    | paremal | 3,0   | katteta        | nokk puudub  | truup puudub     | elukohta sissesõit        |             |
| 4282    | vasakul | 3,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | elukohta sissesõit        |             |
| 4435    | paremal | 5,5   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | piiramata otstarbega      | Laut        |
| 4521    | vasakul | 3,5   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | põllu- ja metsamajandus   | Põld        |
| 4526    | paremal | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | põllu- ja metsamajandus   | Laut        |
| 4797    | vasakul | 3,5   | katteta        | nokk puudub  | truup puudub     | põllu- ja metsamajandus   | Põld        |
| 4993    | vasakul | 3,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | elukohta sissesõit        |             |
| 5006    | paremal | 3,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | elukohta sissesõit        |             |
| 5082    | vasakul | 3,5   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | elukohta sissesõit        |             |
| 5505    | paremal | 3,5   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | piiramata otstarbega      |             |
| 5687    | vasakul | 3,5   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | elukohta sissesõit        |             |
| 5937    | vasakul | 3,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | elukohta sissesõit        |             |
| 6297    | paremal | 3,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | elukohta sissesõit        |             |
| 7191    | paremal | 3,5   | kruus          | nokk puudub  | truup on         | põllu- ja metsamajandus   | Põld        |
| 7366    | vasakul | 3,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | elukohta sissesõit        |             |
| 7631    | paremal | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup on         | elukohta sissesõit        |             |
| 8075    | vasakul | 3,5   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | elukohta sissesõit        |             |
| 8263    | paremal | 3,5   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | piiramata otstarbega      |             |
| 8266    | vasakul | 3,5   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | elukohta sissesõit        |             |
| 8896    | paremal | 3,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | elukohta sissesõit        |             |
| 8938    | vasakul | 3,5   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | elukohta sissesõit        |             |
| 9036    | paremal | 4,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | elukohta sissesõit        |             |
| 9227    | paremal | 3,5   | katteta        | nokk puudub  | truup puudub     | elukohta sissesõit        |             |
| 9276    | paremal | 3,0   | kruus          | nokk puudub  | truup puudub     | põllu- ja metsamajandus   | Laut        |

### 3. Tee visuaalse vaatluse info

Visuaalse vaatluse põhjal oli tee heas korras, esines mõningaid auke, eriti kohas, kus oli tehtud soolaga tolmutõrjet. Tee on võrdlemisi lai, ääres ei ole enamasti kraave ega nõvasid ning tee on olemasoleva maapinnaga praktiliselt samal tasemel. Tundub, et tee on läinud aasta-aastalt hõõveldamisega laiemaks, mistõttu eriti tee ääred on liivased ning sealt saadi ka madalad kandevoimed.

Vaatluse käigus ei tuvastatud ühtegi probleemset kohta, kuid kohalike sõnul neid esineb, teisisõnu võib kevadeti olla piirkondi, kus on läbitavusega probleeme.

Fotodel 1...7 on mõningad teed iseloomustavad fotod.



Fotod 1 ja 2. Tee on enamikus lõigus olemasoleva maapinnaga tasa.



Fotod 3 ja 4. Tee on suhteliselt lai, teeääred on väga liivased, mis mõjutasid kandevõimeväärtusi.

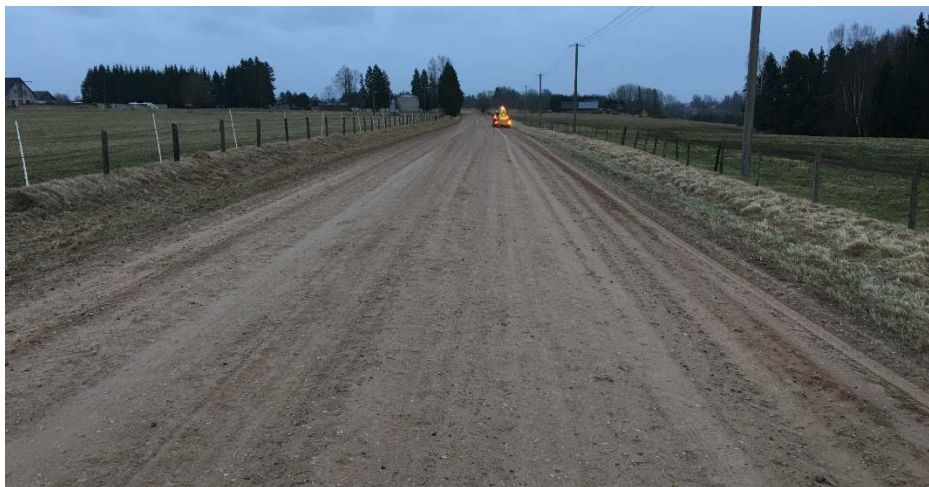


Foto 5. Oli ka kohti, kus tee oli olemasolevast maapinnast madalam.



Fotod 6 ja 7. Kattes oli näha roopaid.

#### 4. Kandevõime

Kandevõime mõõdeti objektil 12.04.17 KUAB kahemassilise FWD-seadmega, mis suudab mõõta läbipaindeid üle 5000  $\mu\text{m}$  ja mille koormusimpulss on tavapärasest FWD-seadmetest tänu kahemassilisele süsteemile pikem, mistõttu on seade kruusateedel mõõtmisteks väga hästi sobilik. Mõõtmine sooritati malekorras iga 50 m tagant.

Mõõtmistulemuse põhjal arvutati kandevõime kasutades valemit 1. Seadme küljes oli kõrgtäpne GPS (+/- 5 cm), millega registreeriti nii punkti asukoht kui absoluutkõrgus seadme pealt (seega on teekatte pinna suhtes kõrgused suhtelised). Arvutatud kandevõime mõlemas sõidusuunas on esitatud joonisel 2, millest nähtub, et kandevõime on kogu teel alla 130 MPa ja suhteliselt ühtlane – keskmine kandevõimeväärtus on 89 MPa. SCI ja BDI väärtused ületavad soovitusliku piiri (joonised 3 ja 4) ning BCI väärtus on piiripealne (joonis 5).

$$E_{eq} = \frac{0,25\pi * (1 - \nu^2) * F * S}{d_0}$$

Valem 1

kus

$E_{eq}$  – üldine E-moodul koormusplaadi keskmes, MPa;

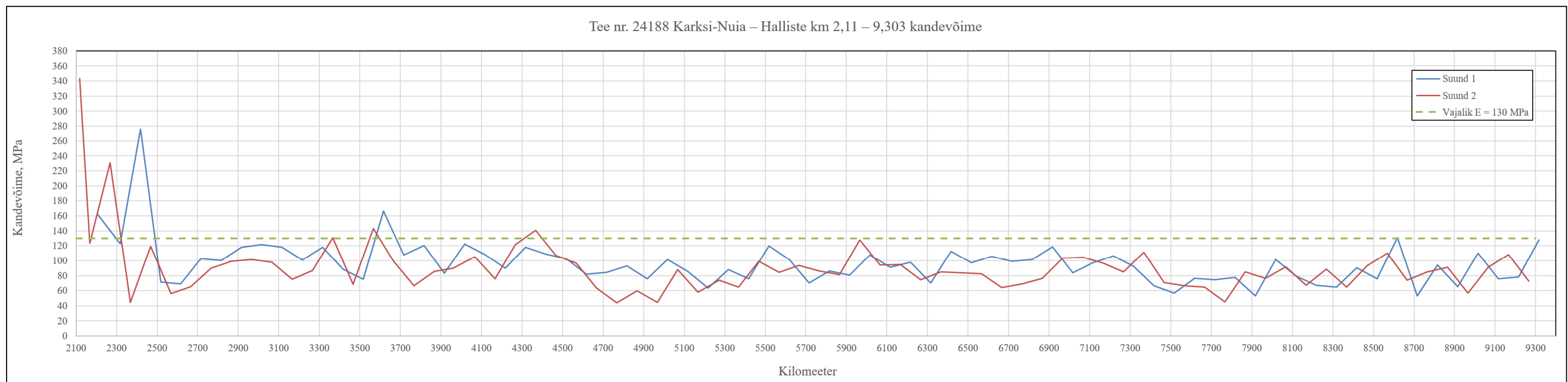
$\nu$  – Poisson' tegur (kruusateedel tuleks arvestada 0,35);

F – kontaktsurve koormusplaadi all, kPa (300 mm koormusplaadi ja 50 kN koormuse kasutamisel saadakse 707 kPa);

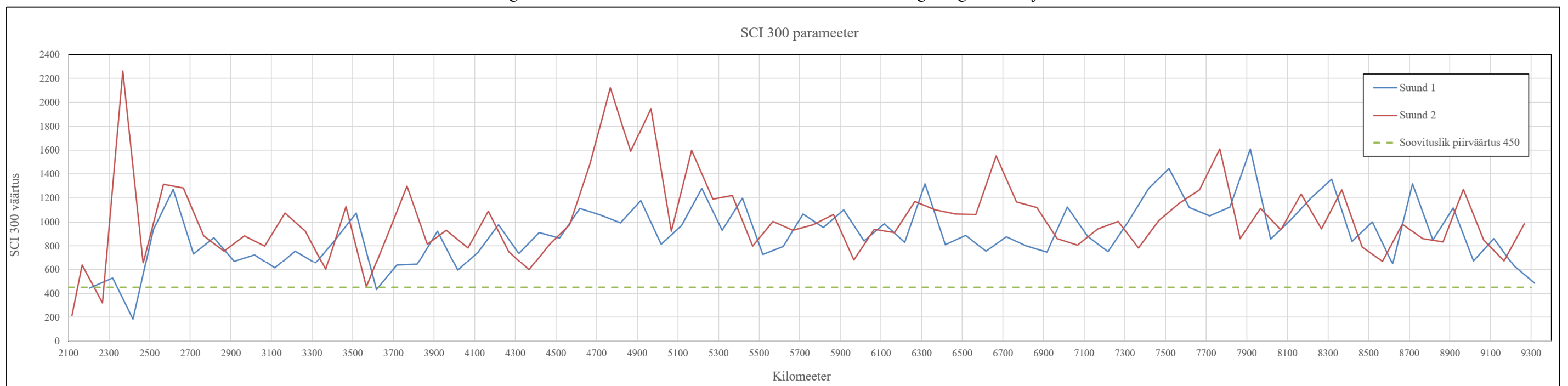
S – koormusplaadi diameeter, mm;

$d_0$  – vajum koormusplaadi keskmes,  $\mu\text{m}$ .



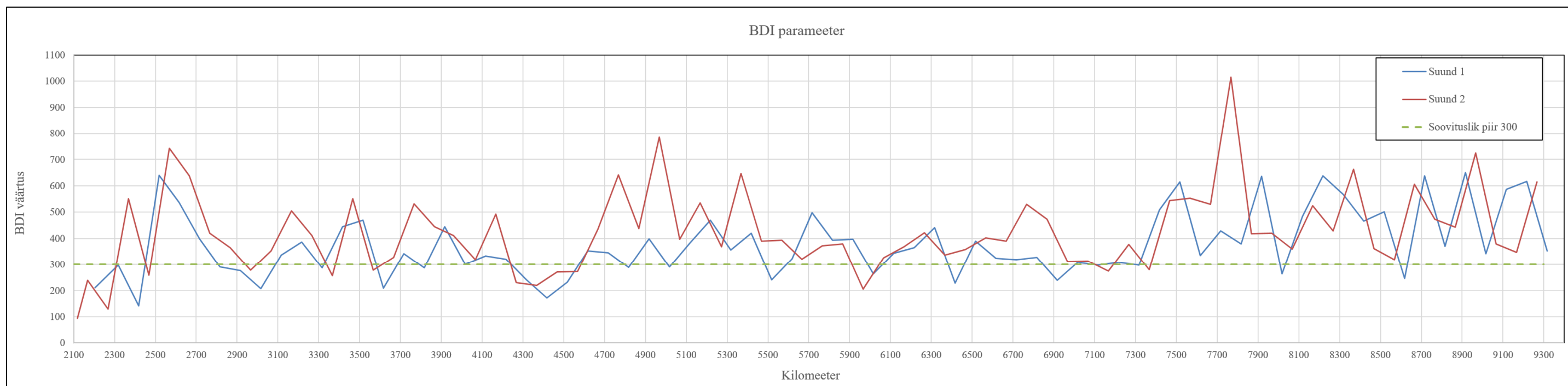


Joonis 2. Teelõigu kandevõime mõlemas sõidusuunas. Kandevõime on kogu lõigus alla vajaliku 130 MPa.

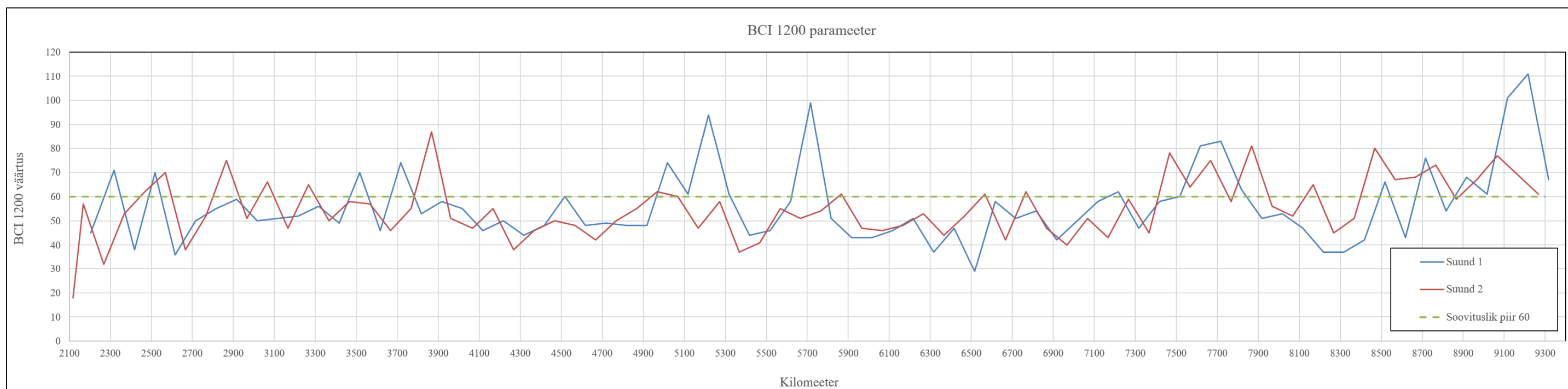


Joonis 3. SCI 300 on kogu lõigus üle soovitusliku piirväärtuse.





Joonis 4. BDI näitaja on samuti väga kõrge, mis viitab sellele, et kogu teekatend oli mõõtmisajal üleniiskunud ja/või on katendi paksus õhuke.



Joonis 5. BCI 1200 näitaja on piiripealne.

## 5. Geoloogia

Tulenevalt FWD mõõdistustest ja objekti vaatlusest valiti välja kohad, kust võtta puuraugud kihipaksuste, kuid eelkõige materjaliomaduste määramiseks. Puuraugud võeti seitsmest kohast:

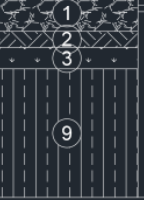
1. km 2.667 (suund 2, kandevõime 65 MPa, läbilõige joonisel 6);
2. km 3.767 (suund 2, kandevõime 66 MPa, läbilõige joonisel 7);
3. km 4.767 (suund 2, kandevõime 44 MPa, läbilõige joonisel 8);
4. km 5.217 (suund 1, kandevõime 64 MPa, läbilõige joonisel 9);
5. km 6.667 (suund 2, kandevõime 64 MPa, läbilõige joonisel 10);
6. km 7.717 (suund 1, kandevõime 74 MPa, läbilõige joonisel 11);
7. km 8.817 (suund 1, kandevõime 94 MPa, läbilõige joonisel 12).

| Kaevandi<br>tähis<br>ja nr. | PA-24188-2.667      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 19.06.2017<br>GM 65 GTT                                                            | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | -                                         | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 19.06.2017 |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| X=6443624                   |                     |                          |                     |                              | Y=590006                                                                           |                                      |                                           |                                |            |
|                             | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige                                                              | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                         |                                |            |
| 1                           |                     | 0.30                     | -0.30               | 0.30                         |  | 4161                                 | Teekate: rohke kruusaga savikas keskliiv. |                                |            |
|                             |                     | 0.40                     | -0.40               | 0.10                         |                                                                                    |                                      | Muld: liivane.                            |                                |            |
|                             |                     | 0.80                     | -0.80               | 0.40                         |                                                                                    |                                      | Peenliiv                                  |                                |            |
|                             |                     | 1.90                     | -1.90               | 1.10+                        |                                                                                    |                                      | Moreen: Kruusaga liivane savimöll, sitke. |                                |            |

Joonis 6. Geoloogiline lõige km 2.667 kohalt.

| Kaevandi<br>tähis<br>ja nr. | PA-24188-3.767      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 19.06.2017<br>GM 65 GTT                                                             | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | -                                         | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 19.06.2017 |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| X=6444099                   |                     |                          |                     |                              | Y=589024                                                                            |                                      |                                           |                                |            |
|                             | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige                                                               | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                         |                                |            |
| 1                           |                     | 0.45                     | -0.45               | 0.45                         |  | 4160                                 | Teekate: rohke kruusaga savikas keskliiv. |                                |            |
|                             |                     | 0.90                     | -0.90               | 0.45                         |                                                                                     |                                      | Peenliiv                                  |                                |            |
|                             |                     | 1.90                     | -1.90               | 1.00+                        |                                                                                     |                                      | Moreen: Kruusaga liivane savimöll, sitke. |                                |            |
|                             |                     |                          |                     |                              |                                                                                     |                                      |                                           |                                |            |

Joonis 7. Geoloogiline lõige km 3.767 kohalt.

| Kaevandi<br>tähis<br>ja nr. | PA-24188-4.767      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 19.06.2017<br>GM 65 GTT                                                             | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | -                                                          | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 19.06.2017 |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| X=6444551                   |                     |                          |                     |                              | Y=588133                                                                            |                                      |                                                            |                                |            |
|                             | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige                                                               | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                                          |                                |            |
| 1                           |                     | 0.35                     | -0.35               | 0.35                         |  | 4159                                 | Teekate: rohke kruusaga savikas keskliiv.                  |                                |            |
|                             |                     | 0.50                     | -0.50               | 0.15                         |                                                                                     |                                      | Täide: Kruusane liivane savimöll.                          |                                |            |
|                             |                     | 0.70                     | -0.70               | 0.20                         |                                                                                     |                                      | Muld: orgaanikaga savimöll.                                |                                |            |
|                             |                     | 1.90                     | -1.90               | 1.20+                        |                                                                                     |                                      | Moreen: Kruusaga liivane savimöll, sitke kuni kõvaplastne. |                                |            |

Joonis 8. Geoloogiline lõige km 4.767 kohalt.

| Kaevandi<br>tähtis<br>ja nr. | PA-24188-5.217      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 19.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | -                                         | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 19.06.2017 |
|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| X=6444835                    |                     |                          |                     |                              | Y=587811                |                                      |                                           |                                |            |
|                              | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                         |                                |            |
| 1                            |                     | 0.60                     | -0.60               | 0.60                         | ①                       | 4158                                 | Teekate: rohke kruusaga savikas keskliiv. |                                |            |
|                              |                     | 0.80                     | -0.80               | 0.20                         | ②                       |                                      | Täide: Kruusane liivane savimöll.         |                                |            |
|                              |                     | 1.90                     | -1.90               | 1.10+                        | ⑨                       |                                      | Moreen: Kruusane liivane savimöll, kõva.  |                                |            |

Joonis 9. Geoloogiline lõige km 5.217 kohalt.

| Kaevandi<br>tähtis<br>ja nr. | PA-24188-6.667      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 19.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | -                                                               | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 19.06.2017 |
|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| X=6445635                    |                     |                          |                     |                              | Y=586623                |                                      |                                                                 |                                |            |
|                              | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                                               |                                |            |
| 1                            |                     | 0.55                     | -0.55               | 0.55                         | ①                       | 4157                                 | Teekate: rohke kruusaga savikas keskliiv.                       |                                |            |
|                              |                     | 0.75                     | -0.75               | 0.20                         | ③                       |                                      | Muld                                                            |                                |            |
|                              |                     | 1.90                     | -1.90               | 1.15+                        | ⑨                       |                                      | Moreen: Kruusane liivane savimöll, poolkõva, alates 1,3m sitke. |                                |            |

Joonis 10. Geoloogiline lõige km 6.667 kohalt.

| Kaevandi<br>tähtis<br>ja nr. | PA-24188-7.717      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 19.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | -                                                                                       | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 19.06.2017 |
|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| X=6446521                    |                     |                          |                     |                              | Y=586079                |                                      |                                                                                         |                                |            |
|                              | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                                                                       |                                |            |
| 1                            |                     | 0.35                     | -0.35               | 0.35                         | ①                       | 4156                                 | Teekate: rohke kruusaga savikas keskliiv.                                               |                                |            |
|                              |                     | 0.60                     | -0.60               | 0.25                         | ③                       |                                      | Muld: liivane.                                                                          |                                |            |
|                              |                     | 1.90                     | -1.90               | 1.30+                        | ⑨                       |                                      | Moreen: kruusaga liivane savimöll, poolkõva kuni kõva, alates 1,0m sitke kuni poolkõva. |                                |            |

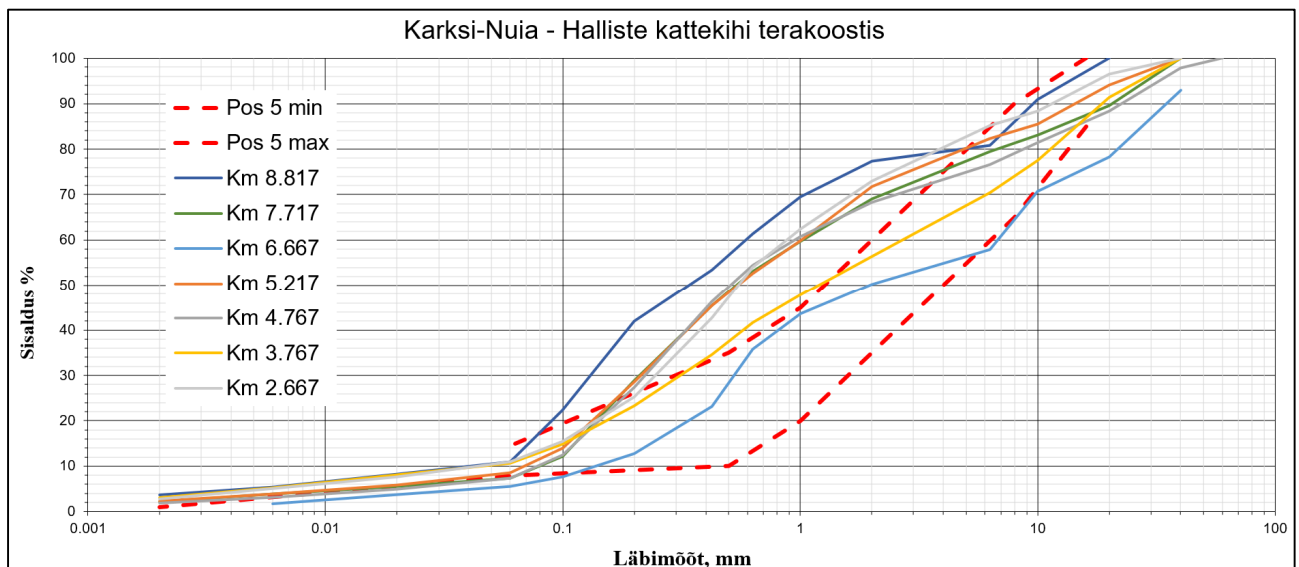
Joonis 11. Geoloogiline lõige km 7.717 kohalt.

| Kaevandi<br>tähtis<br>ja nr. | PA-24188-8.817      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 19.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | -                                                                        | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 19.06.2017 |
|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| X=6447383                    |                     |                          |                     |                              | Y=585414                |                                      |                                                                          |                                |            |
|                              | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                                                        |                                |            |
| 1                            |                     | 0.45                     | -0.45               | 0.45                         | ①                       | 4155                                 | Teekate: rohke kruusaga savikas keskliiv.                                |                                |            |
|                              |                     | 0.75                     | -0.75               | 0.30                         | ③                       |                                      | Muld                                                                     |                                |            |
|                              |                     | 1.90                     | -1.90               | 1.15+                        | ⑨                       |                                      | Moreen: Kruusaga liivane savimöll, poolkõva, alates 1,25m sitke, punane. |                                |            |

Joonis 12. Geoloogiline lõige km 8.817 kohalt.

Geoloogia lõigetest nähtub, et tee läbilõige on suhteliselt sarnane – peal on rohke kruusaga savikas keskliiv, mille all on kas õhuke mullakiht, peenliiv või täitepinnasena kruusane liivane savimõll, mille all moreen.

Joonisel 13 on kattekihi terakoostised, mille järgi väljuvad kõik proovid selgelt pos. 5 kulumiskihi nõuetest olles väga liivased. Peenosisesisaldus on see-eest enamasti alla 10%, mistõttu saab olemasolevat teed edukalt kasutada uute kihtide peale rajamisel ilma, et kulumiskihti peaks eemaldama või selle koostist parandama.



Joonis 13. Kõik materjalid on liivased, mis kinnitab visuaalse vaatluse oletust. Samas on peenosiseprotsent alla 10%, mis on hea, kui jätta olemasolev materjal peale rajatavate uute kihtide alla.

## 6. Tee jagamine homogeenseteks lõikudeks

Kogu tee on väga ühtlane nii geoloogia kui kandevõime osas, mistõttu saab kogu teepikkuses kasutada sama konstruktiivset lahendust. Katendiarvutuse jaoks saab keskmiseks tee kandevõimeks lugeda ca 70...80 MPa, mille alusel saab koostada tabelis 3 oleva iseloomuliku katendi.

Nimetatud väärtusest saadi ka madalamaid kandevõimeid, kuid siinkohal tuleb arvestada mõõtmistingimuste ja punktide paiknemisega – mõõtmise ajal tibutas vihma, mis oli teinud kattekruusa niiskeks, kõige madalamad väärtused saadi suuna 2 sisekurvides tee äärtes, kus tee oli läinud laiemaks, mistõttu kihipaksus võis olla õhem ja kuhu kogunes vesi nõrgestades konstruktsiooni (seda toetab ka SCI väärtused), kuna külakraavid puudusid. Nõrgad kohad kõrvaldatakse siis, kui tee äärde kaevatakse kraavid ning teele tehakse peale tolmuva kate.



Tabel 3

## Olemasolevat teed hästi iseloomustav katend

Koormussagedus: 11.41 normtelge ööp/raja

Maantee klass: 5

Teekatendi liik: Siirdekate

Tugevustegur: 0.68

Töökindlustegur: 0.65

Normhålbetegur 0.26

Pinnas: D - tolmne saviliiv, raske tolmne saviliiv, tolmne kerge lii Arvutusliku koormuse liik: Veoauto A

Niiskuspakkond: 1, kuiv

Summaarne parandus suhtelisele niiskusele: 0.03

L1.T3 p5; +0,03=0.03

Ratta jälje läbimõõt: 37 cm

Erisurve katte: 0.6 MPa

Koormus: Dünaamiline, 0,85 paarisratas

## ARVUTUSE KÄIK

| Kihi nr. | Kihi nimetus                                                      | Kihi paksus | Kihi elast-<br>susmoodul<br>$E_{ekv}$<br>arvutamiseks | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>nihkele | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>painedele | Arvutatud<br>tõmbe-<br>pinged $R_{max}$ | Lubata-<br>vad<br>tõmbe-<br>pinged $R_{lub}$ | Sise-<br>hõõrde-<br>nurk | Nidusus | Kihtide<br>seotistegur<br>K3 |
|----------|-------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------|---------|------------------------------|
|          |                                                                   | cm          | MPa                                                   | MPa                                                 | MPa                                                   | MPa                                     | MPa                                          | Kraad                    | C       |                              |
| 1        | Tm_130 [grSa, CSa - kruusliiv ja jämeliiv, Cu>3]                  | 40.0        | 130                                                   |                                                     |                                                       |                                         |                                              | 42.0                     | 0.007   | 7.0                          |
| ALUS     | D - tolmne saviliiv, raske tolmne saviliiv, tolmne kerge liivsavi |             | 34.4                                                  |                                                     |                                                       |                                         |                                              | 13.8                     | 0.011   | 1.5                          |

## ARVUTUSE TULEMUSED

| ARVUTUSLIIK TULEMOSED |                                                       |                   |                          |                  |                  |         |                                     |                                   |                                      |
|-----------------------|-------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------------|---------|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Kihi nr.              | Kihi nimetus                                          | Kihi paksus<br>cm | Tugevuse näitaja         |                  |                  |         | Üldine<br>elastus-<br>moodul<br>Mpa | Vajalik<br>elastus-<br>moodul MPa | Arvutuslik<br>niiskus W1<br>või Warv |
|                       |                                                       |                   | Kriteerium               | Nihkepinged MPa  |                  | Varu %  |                                     |                                   |                                      |
|                       |                                                       |                   |                          | t <sub>arv</sub> | t <sub>lub</sub> |         |                                     |                                   |                                      |
|                       |                                                       |                   | Üldine elastusmoodul     |                  |                  | -12.4%  | 77.42                               | 130.00                            |                                      |
| 1                     | Tm_130 [grSa, CSa - kruusliiv ja jämeliiv, Cu>3]      | 40.0              |                          |                  |                  |         | 77.42                               |                                   |                                      |
|                       | D - tolmne saviliiv, raske tolmne saviliiv, tolmne ke |                   | Nihkepinged aluspinnasel | 0.0472           | 0.0211           | -123.4% |                                     |                                   | 0.780                                |
|                       | Katendi kogupaksus                                    | 40.0              |                          |                  |                  |         | Parandustegur Δ                     |                                   | 0.000                                |

## 7. Konstruktiivne lahendus

Mullakaardi põhjal anti tee ümbruskonnale järgmine iseloomustus „tulenevalt mulla kahekihilisusest, kannatavad nad ülaveest tingitud lühiajalise liigniiskuse all.“ Arvestades kandevõimemõõtmisi ja kohalike elanike kommentaare, on üleveest tingitud probleeme näha ka teel. Seega tuleb kogu tee pikkuses kaevata mõlemale poole teed, sinna kus võimalik, kraavid.

Sobilik katendilahendus on esitatud tabelis 4, mille alusel saab koostada tegevuste nimekirja:

- olemasolev teekate profileerida; lõikamissügavus peab olema aukude põhjani või min 5 cm. Tagada 4% põikkalle sirgetel ja kuni 6% kurvides (osad kurvid vajavad profiilikihi lisamist, mis tuleb teha samast kruuspinnasest, millega tugevdatakse teekatendit);
- paigaldada 15 cm kruuspinnast;
- paigaldada 10 cm optimaalse terastikuga purustatud kruusa (pos. 5 või pos. 6), mis pinnata 2.5xE.

Tabel 4

## Katendiarvutus

| ARVUTUSE KÄIK |                                                                |             |                                                              |                                                     |                                                      |                                                |                                                     |                          |         |                        |
|---------------|----------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|---------|------------------------|
|               | Kihi nimetus                                                   | Kihi paksus | Kihi elast-<br>susmoodul<br>$E_{\text{ekv}}$<br>arvutamiseks | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>nihkele | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>paindele | Arvutatud<br>tõmbe-<br>pinged $R_{\text{max}}$ | Lubata-<br>vad<br>tõmbe-<br>pinged $R_{\text{lub}}$ | Sise-<br>hõõrde-<br>nurk | Nidusus | Kihtide<br>seotistegur |
| Kihi nr.      |                                                                | cm          | MPa                                                          | MPa                                                 | MPa                                                  | MPa                                            | MPa                                                 | Kraad                    | C       | K3                     |
| 1             | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus)           | 10.0        | 180                                                          |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 45.0                     | 0.030   | 9.5                    |
| 2             | Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]                                      | 15.0        | 150                                                          |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 43.0                     | 0.010   | 8.0                    |
| 3             | Tm_130 [grSa, CSa - kruusliiv ja jämeliiv, Cu>3]               | 40.0        | 130                                                          |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 42.0                     | 0.007   | 7.0                    |
| ALUS          | D - tolme saviliiv, raske tolme saviliiv, tolme kerge liivsavi |             | 34.4                                                         |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 13.8                     | 0.011   | 1.5                    |

| ARVUTUSE TULEMUSED |                                                      |                   |                          |                  |                  |        |                                     |                                   |                                      |
|--------------------|------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------------|--------|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Kihi nr.           | Kihi nimetus                                         | Kihi paksus<br>cm | Tugevuse näitaja         |                  |                  |        | Üldine<br>elastus-<br>moodul<br>Mpa | Vajalik<br>elastus-<br>moodul MPa | Arvutuslik<br>niiskus W1<br>või Warv |
|                    |                                                      |                   | Kriteerium               | Nihkepinged MPa  |                  | Varu % |                                     |                                   |                                      |
|                    |                                                      |                   |                          | t <sub>arv</sub> | t <sub>lub</sub> |        |                                     |                                   |                                      |
|                    |                                                      |                   | Üldine elastusmoodul     |                  |                  | 23.8%  | 109.44                              | 130.00                            |                                      |
| 1                  | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus) | 10.0              |                          |                  |                  |        | 109.44                              |                                   |                                      |
| 2                  | Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]                            | 15.0              | Nihkepinged              | 0.0463           | 0.1024           | 54.8%  | 95.96                               |                                   |                                      |
| 3                  | Tm_130 [grSa, CSa - kruusliiv ja jämeliiv, Cu>3]     | 40.0              | Nihkepinged              | 0.0383           | 0.0627           | 39.0%  | 77.42                               |                                   |                                      |
|                    | D - tolme saviliiv, raske tolme saviliiv, tolme ke   |                   | Nihkepinged aluspinnasel | 0.0188           | 0.0211           | 10.8%  |                                     |                                   | 0.780                                |
|                    | Katendi kogupaksus                                   | 65.0              |                          |                  |                  |        | Parandustegur Δ                     |                                   | 0.000                                |

## 8. Nõuded ja muud märkused

Tööd tuleb sooritada lähtudes Tee ehitamise kvaliteedi nõuetest, kus on muuhulgas kirjeldatud aluse ehitamiseks kasutatava kruuspinna vajalikud omadused:

„Sidumata segudest aluste ehitamiseks teedel, mille keskmine liiklussagedus on alla 200 auto ööpäevas, võib kasutada mineraalmaterjale, millel on täidetud järgnevad nõuded:

1. tera läbimõõt D on vähemalt 16 mm;
2. vastavalt standardile EVS-EN 13285 on soovitatav terakoostise kategooria valida kas  $G_A$ ,  $G_B$ ,  $G_C$ ,  $G_O$ ,  $G_P$  või  $G_E$ , samas peenosiste sisaldus peab vastama vähemalt kategooriale UF<sub>7</sub>;
3. jämetäitematerjali purustatud pindadega terade sisaldus peab vastama vähemalt kategooriale C 50 ja purunemiskindluse maksimaalväärtuse kategooria peab olema vähemalt LA<sub>40</sub>.“

Lisaks tuleb pindamisel lähtuda Maanteeameti Pindamisjuhiseist.

Kruusatee remondi ja pindamisega tolmuva kate ehitamise vahele peaks jääma tehnoloogiline paus, et parandatud teest saaks välja auruda üleliigne niiskus. Kogemused on näidanud, et kui seda ei järgita, kipub pindamine laiguti lagunema. Kui kruusatee remont tehakse sügisel, peaks pindamise tegema alles järgmise aasta suvel. Soovitus ei kehti juhul, kui pindamine tehakse kruusakihi asemel freespuru peale.

Konstruktiiivsete lahenduste juures võib optimaalse segu asendada freespuruga. Sellisel juhul minimaalne kihipaksus peab olema 8 cm.

**Kraavide puhastamine ja kaevamine**

Tee ääres enamasti ei ole kraave. Kraavid on olemas vaid:

- parem pool km 9.23...9.3 (70 m), km 7.460...7.760 (300 m), km 7.200...7.350 (150 m), km 4.350...4.550 (200 m), km 2.5...2.8 (300 m), km 2.3...2.4 (100 m).

- vasak pool km 8.1...8.25 (150 m), km 5.9...6.0 (100 m), km 3.35...3.6 (250 m), km 2.5...2.8 (300 m), 2.35...2.4 (50 m)

...ja need tuleb puhastada. Teetööde tehnilises kirjelduses öeldakse, et oleva kraavi põhi ja nõlvad tuleb puhastada kaevates kuni 0,5 m sügavuselt, sealjuures jälgides, et oleks tagatud minimaalne nõutav kraavi pikikalle ja minimaalne lubatav muldkeha nõlvus.

Kraavid tuleb kaevata:

- mõlemale poole teed km 2.9...3.35, km 3.65...4.35, km 4.550...5.900, km 6.000...6.900, km 6.990...7.200, km 7.350...7.460, km 7.76...8.1, km 8.25...9.23;
- paremale poole teed km 3.35...3.6, km 5.900...6.000, km 8.1...8.25;
- vasakule poole teed km 3.6...3.65, km 4.35...4.550, km 6.900...6.990 (paremal pool teed on puud ja mahaõit), km 7.200...7.350, km 7.460...7.760, km 9.23...9.3.

### **Mahasõidud**

Seoses kraavide kaevamisega tuleb rajada truupidega mahaõidud, mis on leitud vastavalt katastripiiridele (nii, et igale katastriüksusele oleks vähemalt üks ligipääs), aerofotodele ja tee ülesvõtetele:

- paremale poole: km 9.23 (koorida vaid kasvupinnas), km 8.57, km 7.03, km 6.98 (koorida vaid kasvupinnas), km 6.67, km 6.28, km 6.02, km 5.95, km 5.28, km 4.28, km 4.05, km 3.8, km 3.51.
- vasakule poole: km 8.57, km 8.40, 7.60, km 7.15, km 7.03, km 6.8, km 6.67, km 6.28, km 6.02, km 5.9, km 5.55, km 5.28, km 4.95, km 4.65, km 4.52, km 4.05, km 3.05 (koorida vaid kasvupinnas).

Kõik ülejäänud mahaõidud tuleb viia olemasoleva teega kokku.

Tolmuvaba kate tuleb rajada elukohtadesse viivatele mahaõitudele (v.t tabel 2).

| Spets nr. | Töö nimetus                                                                                            | Ühik | maht    | 2110-2500 | 2500-3000 | 3000-3500 | 3500-4000 | 4000-4500 | 4500-5000 | 5000-5500 | 5500-6000 | 6000-6500 | 6500-7000 | 7000-7500 |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|           | <b>Ettevalmistustööd</b>                                                                               |      |         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 20301     | Liiklusmärkide eemaldamine (koos postide ja vundamendiga) ja hilisem tagasipaigaldus                   | tk   | 16      | 1         | 1         | 2         |           | 2         |           | 1         |           | 3         |           | 2         |
| 20305     | Tähispostide eemaldamine ja hilisem tagasipaigaldus                                                    | tk   | 4       |           |           |           |           |           | 2         |           |           |           |           |           |
|           | <b>Mullatööd</b>                                                                                       |      |         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|           | <i>Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine KOKKU</i>                                                   |      | 28      |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 30103     | Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine (olemasolevatelt mahasõitudelt kultuurikihi eemaldamine)       | m³   | 28      |           |           |           |           | 3         | 3.0       | 2.0       | 3.0       | 5         | 4         | 3.0       |
| 30603     | Oleva mulde pealispinna planeerimine ja tihendamine                                                    | m²   | 50 351  | 2 730     | 3 500     | 3 500     | 3 500     | 3 500     | 3 500     | 3 500     | 3 500     | 3 500     | 3 500     | 3 500     |
| 30301     | Truupide puhastamine sh sisse-väljavoolude kultuurikihi eemaldamine                                    | m    | 152     | 21        |           |           | 25        | 15        | 21        | 15        | 15        |           | 12        | 20        |
| 30201     | Kraavide puhastamine                                                                                   | m    | 1 970   | 150       | 600       | 150       | 100       | 150       | 50        |           | 100       |           |           | 190       |
| 30107     | Uute kraavide kaevamine (h = 0.5 m)                                                                    | m³   | 2 725   |           | 50.0      | 212.5     | 212.5     | 212.5     | 237.5     | 250.0     | 90.0      | 250.0     | 222.5     | 208       |
|           | <i>Muldkeha ehitamine KOKKU</i>                                                                        |      | 141     |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 30402     | Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest, kurvide profiilkiht. Kruuspinnas                         | m³   | 91      |           |           |           | 56.0      | 35.0      |           |           |           |           |           |           |
| 30402     | Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest (mahasõidud). Kruuspinnas                                 | m³   | 50      |           |           |           |           | 6         | 6.0       | 4.0       | 6.0       | 8         | 6         | 6.0       |
|           | <b>Katendid</b>                                                                                        |      |         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 40507     | Kruusaluse rajamine keskmise laiusega 6.7 m, h = 15 cm                                                 | m²   | 48 193  | 2 613     | 3 350     | 3 350     | 3 350     | 3 350     | 3 350     | 3 350     | 3 350     | 3 350     | 3 350     | 3 350     |
| 40511     | Optimaalse segu (pos 5 või 6) paigaldus laiusega 6.5 m, h = 10 cm                                      | m²   | 46 755  | 2 535     | 3 250     | 3 250     | 3 250     | 3 250     | 3 250     | 3 250     | 3 250     | 3 250     | 3 250     | 3 250     |
| 44005     | Pindamine 2.5xE (eelpuistega 2x pindamine) laiusega 6 m                                                | m²   | 43 158  | 2 340     | 3 000     | 3 000     | 3 000     | 3 000     | 3 000     | 3 000     | 3 000     | 3 000     | 3 000     | 3 000     |
| 40507     | Kruusaluse rajamine mahasõitudele, keskmine h = 10 cm                                                  | m²   | 1 850.0 | 100       | 100       | 150       | 350       | 100       | 200       | 100       | 150       | 50        |           | 100       |
| 44501     | Mahasõitude ehitamine/Purustatud kruusast sirbikujulise profiiliga kate. MS tüüp I, keskmine h = 10 cm | m²   | 1 250.0 |           | 50        | 100       | 300       | 100       | 50        | 100       | 100       | 50        |           | 50        |
| 44005     | Mahasõitude pindamine 2.5xE                                                                            | m²   | 1 250.0 |           | 50        | 100       | 300       | 100       | 50        | 100       | 100       | 50        |           | 50        |
|           | <b>Truubid</b>                                                                                         |      |         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 51001     | Plastiktruup läbimõõduga 300 mm mahasõitude alla                                                       | m    | 200.0   |           |           |           |           | 24        | 24        | 16        | 24        | 32        | 24        | 24        |



| Spets nr. | Töö nimetus                                                                                            | Ühik | maht           | 7500-8000 | 8000-8500 | 8500-9000 | 9000-9303 |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|           | <b>Ettevalmistustööd</b>                                                                               |      |                |           |           |           |           |
| 20301     | Liiklusmärkide eemaldamine (koos postide ja vundamendiga) ja hilisem tagasipaigaldus                   | tk   | <b>16</b>      |           | 1         |           | 3         |
| 20305     | Tähispostide eemaldamine ja hilisem tagasipaigaldus                                                    | tk   | <b>4</b>       |           |           | 2         |           |
|           | <b>Mullatööd</b>                                                                                       |      |                |           |           |           |           |
|           | <i>Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine KOKKU</i>                                                   |      | <b>28</b>      |           |           |           |           |
| 30103     | Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine (olemasolevatelt mahasõitudelt kultuurikihi eemaldamine)       | m³   | <b>28</b>      | 1         | 1         | 2         | 1         |
| 30603     | Oleva mulde pealispinna planeerimine ja tihendamine                                                    | m²   | <b>50 351</b>  | 3 500     | 3 500     | 3 500     | 2 121     |
| 30301     | Truupide puhastamine sh sisse-väljavoolude kultuurikihi eemaldamine                                    | m    | <b>152</b>     | 8         |           |           |           |
| 30201     | Kraavide puhastamine                                                                                   | m    | <b>1 970</b>   | 260       | 150       |           | 70        |
| 30107     | Uute kraavide kaevamine (h = 0.5 m)                                                                    | m³   | <b>2 725</b>   | 185       | 213       | 250       | 133       |
|           | <i>Muldkeha ehitamine KOKKU</i>                                                                        |      | <b>141</b>     |           |           |           |           |
| 30402     | Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest, kurvide profiilkiht. Kruuspinnas                         | m³   | 91             |           |           |           |           |
| 30402     | Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest (mahasõidud). Kruuspinnas                                 | m³   | 50             | 2         | 2         | 4         |           |
|           | <b>Katendid</b>                                                                                        |      |                |           |           |           |           |
| 40507     | Kruusaluse rajamine keskmise laiusega 6.7 m, h = 15 cm                                                 | m²   | <b>48 193</b>  | 3 350     | 3 350     | 3 350     | 2 030     |
| 40511     | Optimaalse segu (pos 5 või 6) paigaldus laiusega 6.5 m, h = 10 cm                                      | m²   | <b>46 755</b>  | 3 250     | 3 250     | 3 250     | 1 970     |
| 44005     | Pindamine 2.5xE (eelpuistega 2x pindamine) laiusega 6 m                                                | m²   | <b>43 158</b>  | 3 000     | 3 000     | 3 000     | 1 818     |
| 40507     | Kruusaluse rajamine mahasõitudele, keskmine h = 10 cm                                                  | m²   | <b>1 850.0</b> | 50        | 150       | 100       | 150       |
| 44501     | Mahasõitude ehitamine/Purustatud kruusast sirbikujulise profiiliga kate. MS tüüp I, keskmine h = 10 cm | m²   | <b>1 250.0</b> | 50        | 100       | 100       | 100       |
| 44005     | Mahasõitude pindamine 2.5xE                                                                            | m²   | <b>1 250.0</b> | 50        | 100       | 100       | 100       |
|           | <b>Truubid</b>                                                                                         |      |                |           |           |           |           |
| 51001     | Plastiktruup läbimõõduga 300 mm mahasõitude alla                                                       | m    | <b>200.0</b>   | 8         | 8         | 16        |           |

# KULULOEND

Kõik maksumused EUR

| Art nr | Töö kirjeldus | Mõõdühik | Maht | Ühiku hind | Maksumus |
|--------|---------------|----------|------|------------|----------|
| 1      | 2             | 3        | 4    | 5          | 6        |

## Nr 1: ÜLDISED

|       |                                                    |           |   |        |        |
|-------|----------------------------------------------------|-----------|---|--------|--------|
| 10201 | Proovivõtt ja katsetamine                          | kogusumma | 1 | 500.00 | 500.00 |
| 10202 | Load. sh kommunikatsiooni valdajate kooskõlastused | kogusumma | 1 | 100.00 | 100.00 |
| 10203 | Infotahvliid                                       | kogusumma | 1 | 100.00 | 100.00 |
| 10204 | Tööpiirkonna korrashoid                            | kogusumma | 1 | 100.00 | 100.00 |
| 10206 | Tööohutus                                          | kogusumma | 1 | 50.00  | 50.00  |
| 10207 | Keskkonnanõuded                                    | kogusumma | 1 | 50.00  | 50.00  |
| 10211 | Tööde mõõdistamine ja märkimistööd                 | kogusumma | 1 | 100.00 | 100.00 |

Kokku ÜLDISED **1000.00**

## Nr 2: EHITUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE LÕIGUL

|       |                                                                                                                          |    |    |       |        |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|-------|--------|
| 20301 | Liiklusmärgi eemaldamine (koos postidega, vundamentidega jne.) ja hilisem tagasipaigaldus (kui jäävad ehitustöödel ette) | tk | 16 | 20.00 | 320.00 |
| 20305 | Tähispostide eemaldamine ja hilisem tagasipaigaldus (kui jäävad ehitustöödel ette)                                       | tk | 4  | 15    | 60.00  |

Kokku EHITUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE LÕIGUL **380.00**

## Nr 3: MULLATÖÖD

|       |                                                                     |    |       |       |          |
|-------|---------------------------------------------------------------------|----|-------|-------|----------|
| 30103 | Sobimatu pinnase kaevamine                                          | m³ | 28    | 3.25  | 91.00    |
| 30603 | Oleva mulde pealispinna planeerimine ja tihendamine                 | m² | 50351 | 0.50  | 25175.50 |
| 30301 | Truupide puhastamine sh sisse-väljavoolude kultuurikihi eemaldamine | m  | 152   | 23.51 | 3573.52  |
| 30201 | Kraavide puhastamine                                                | m  | 1970  | 4.27  | 8411.90  |
| 30107 | Uute kraavide kaevamine (h = 0.5 m)                                 | m³ | 2725  | 3.25  | 8856.25  |
| 30402 | Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest                        | m³ | 141   | 31.08 | 4382.28  |

Kokku MULLATÖÖD **50490.45**

## Nr 4: KATEND

|       |                                                                                                        |    |        |      |           |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------|------|-----------|
| 40507 | Kruusaluse rajamine keskmise laiusega 6.7 m, h = 15 cm                                                 | m² | 48 193 | 2.23 | 107470.61 |
| 40511 | Optimaalse segu (pos 5 või 6) paigaldus laiusega 6.5 m, h = 10 cm                                      | m² | 46 755 | 2.9  | 135588.05 |
| 44005 | Pindamine 2.5xE (eelpuistega 2x pindamine) laiusega 6 m                                                | m² | 43 158 | 2.2  | 94947.60  |
| 40507 | Kruusaluse rajamine mahasõitutele, keskmine h = 10 cm                                                  | m² | 1850   | 4.46 | 8251.00   |
| 44501 | Mahasõitude ehitamine/Purustatud kruusast sirbikujulise profiiliga kate. MS tüüp I, keskmine h = 10 cm | m² | 1250   | 5.80 | 7250.00   |
| 44005 | Mahasõitude pindamine 2.5xE                                                                            | m² | 1250   | 4.50 | 5625.00   |

Kokku KATEND **359132.26**

## Nr 5: DRENAAŽ JA TRUUBID

|       |              |   |     |       |          |
|-------|--------------|---|-----|-------|----------|
| 51001 | Plastiktruup | m | 200 | 71.52 | 14304.00 |
|-------|--------------|---|-----|-------|----------|

Kokku DRENAAŽ JA TRUUBID **14304.00**

**KOKKU ptk-d 411002.71**

ETTENÄGEMATA TÖÖD 5% 20550.14

**KOKKU KOOS ETTENÄGEMATA TÖÖDEGA 431552.85**

KÄIBEMAKS 20% 86310.57

**KOKKU KÄIBEMAKSUGA 517863.42**

Märkused:

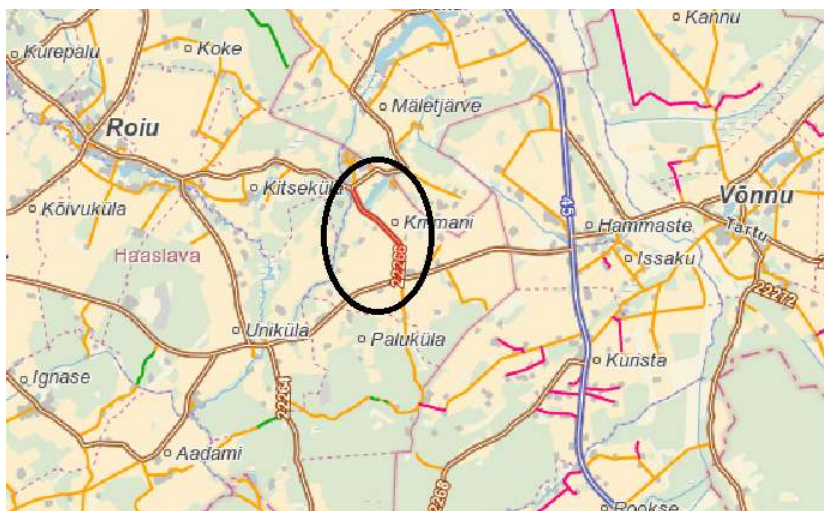
## Tee nr. 22266 Sillaotsa – Kriimani km 3,067 – 4,861 (1,794 km)

Tee seisukorra hindamiseks ja sobiliku remondimeetme valikuks koguti järgnevat infot:

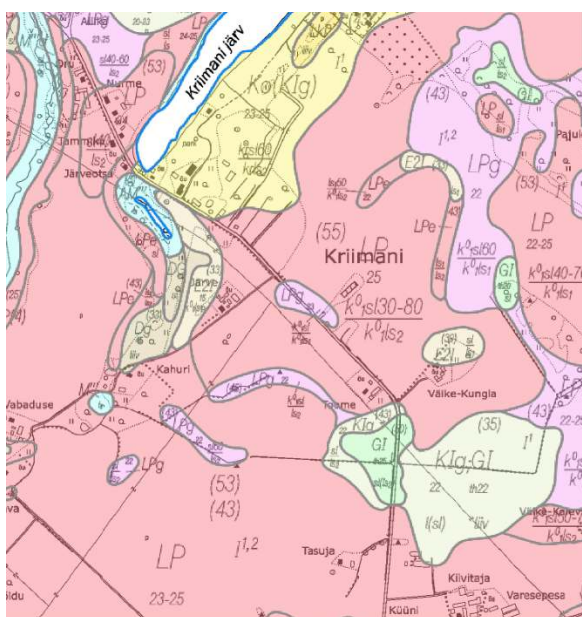
- varakevadine visuaalne vaatus;
- info kogumine andmebaasidest (Maa-ameti mullakaart, Teeregister);
- kandevõimemõõtmised FWD-seadmega kevadel;
- maaradari ülesõit koos tee ülesfilmimisega hiliskevadel (kui teekate on kuiv ja maapind tahenenud);

### 1. Objekti asukoht

Objekti asukoht on näidatud joonisel 1. Joonistel 2 on kujutatud objekt asetatuna mullakaardile, mis võimaldab anda sellele esmase ülevaate esineva aluspinnase ja niiskuspakkonna osas.



Joonis 1. Tee nr. 22266 Sillaotsa – Kriimani km 3,067 – 4,861 (Teeregister)



Joonis 2. Tee nr. 22266 Sillaotsa – Kriimani km 3,067 – 4,861 asetatuna mullakaardile (Maa-amet).

Mullakaardi järgi asub enamus teelõiku kahkja leetunud mulla levikualal, mida iseloomustatakse kui „karbonaadivaesel kaheosalisel lähtekivimil kujunenud mullad, millel kihisemine mullaprofiilis enamasti puudub. Lõimiseks on valdavalt saviliiv liivsavi, kerge liivsavi keskmisel ja raskel liivsavi ja harvem raske liivsavi savil (kahekihiline lähtekivim). Tulenevalt mulla kahekihilisusest, kannatavad nad ülaveest tingitud lühiajalise liigniiskuse all.“ Seega on piirkond enamasti kuiv. Lühikeste lõikudena esineb ka leetja gleimulla ja leostunud mulla levikut ning need on keskmiselt või nõrgalt liigniisked mullad.

Mullakaardi põhjal saab järeldada, et pinnasest tingitud liigniiskuse mõju teele on vähene.

## 2. Tee üldiseloomustus Teeregistri põhjal

Teeregistri alusel on tegemist V-klassi maanteeaga.

Teed on remonditud aastal 2014, kui vahemikus km 3.067...3.840 on paigaldatud 10...20 cm kruusasegu nr 2, misjärel 12 cm kruusasegu nr 3. Ülejäänud teelõigu alus on ehitatud aastal 1970, mille peale on paigaldatud aastal 2014 8 cm kruusasegu nr 3.

Teekatte laius on 6.5 m.

Objektil asub kaks truupi:

- plasttruup km 3.426, 14 m pikk, 1 m läbimõõduga. Paigaldatud aastal 2014 ja heas seisukorras;
- raudbetoontruup km 4.391, 15.2 m pikk, 1 m läbimõõduga. Paigaldatud aastal 1987 ja väga heas seisukorras.

Objektil on 21 mahasõitu, mille asukohad on näidatud tabelis 1.

Tabel 1

### Sillaotsa – Kriimani tee mahasõidud

| Asukoht |         | Liigitus | Laius | Mahasõidutee kate | Katte ulatus                | Truubi olemasolu | Mahasõidutee kasutusotstarve | Märkus               |
|---------|---------|----------|-------|-------------------|-----------------------------|------------------|------------------------------|----------------------|
| 3131    | paremal | eratee   | 4,0   | kruus             | nokk puudub                 | truup puudub     | elukohta sissesõit           | elamu tagaaid        |
| 3142    | vasakul | eratee   | 3,0   | kruus             | nokk puudub                 | truup puudub     | põllu- ja metsamajandus      | põld, elamu          |
| 3149    | vasakul | eratee   | 3,0   | kruus             | nokk puudub                 | truup on         | elukohta sissesõit           | taluhoo              |
| 3227    | paremal | eratee   | 4,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup puudub     | elukohta sissesõit           | elamu aed kasvuhoone |
| 3250    | vasakul | eratee   | 3,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup puudub     | elukohta sissesõit           | elamu                |
| 3315    | paremal | eratee   | 3,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup puudub     | elukohta sissesõit           | taluhoo              |
| 3316    | vasakul | eratee   | 3,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup puudub     | elukohta sissesõit           | elamu                |
| 3350    | paremal | eratee   | 3,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup puudub     | elukohta sissesõit           | elamu                |
| 3384    | paremal | eratee   | 3,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup puudub     | elukohta sissesõit           | elamu                |
| 3466    | vasakul | eratee   | 3,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup puudub     | elukohta sissesõit           | elamu                |
| 3542    | vasakul | eratee   | 3,0   | kruus             | nokk puudub                 | truup on         | elukohta sissesõit           | elamu                |
| 3669    | vasakul | eratee   | 3,0   | kruus             | nokk puudub                 | truup puudub     | muu                          | mahasõit             |
| 3828    | paremal | eratee   | 3,0   | kruus             | nokk puudub                 | truup on         | elukohta sissesõit           | taluhoo              |
| 3972    | vasakul | muu      | 3,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup puudub     | põllu- ja metsamajandus      | põld                 |
| 4173    | vasakul | muu      | 5,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup on         | põllu- ja metsamajandus      | põld                 |
| 4174    | paremal | eratee   | 4,0   | katteta           | katteta noka pikkus 6 ja >m | truup puudub     | elukohta sissesõit           | elamu                |
| 4246    | vasakul | eratee   | 3,0   | kruus             | nokk puudub                 | truup on         | elukohta sissesõit           | elamu                |
| 4561    | paremal | eratee   | 3,0   | kruus             | nokk puudub                 | truup on         | elukohta sissesõit           | elamu                |
| 4711    | vasakul | eratee   | 3,0   | kruus             | nokk puudub                 | truup puudub     | elukohta sissesõit           | elamu                |
| 4711    | paremal | muu      | 4,0   | katteta           | nokk puudub                 | truup puudub     | põllu- ja metsamajandus      | põld                 |
| 4775    | vasakul | eratee   | 3,0   | kruus             | nokk puudub                 | truup puudub     | elukohta sissesõit           | elamu                |

Liiklussagedus 2016: 81 AKÖL (sõidua autod ja pakiautod 85%, veoautod ja autobussid 4%, autorongid 11%, arvudes 68 sõidua autot, 4 veoautot ja 9 autorongi).

Arvutades vajalik elastsusmoodul 2016 liikluse järgi arvestades, et veoautode ja autobusside siirdetegur on 2.67 ja autorongidel 3.76 ning et tee rajategur on 0.55, tuleb koormussageduseks  $Q = (4 \cdot 2.67 + 9 \cdot 3.76) \cdot 0.55 = 24.5$  V<sub>1</sub>/ööp. E<sub>vaj</sub> on seega 153 MPa. Tolmuvaba katte ehitamisel



liiklussagedus muutub tõenäoliselt vähe, kuna tee esimesed kolm kilomeetrit on jätkuvalt kruusatee. Kui ka see viiakse tolmuva katta alla, ei kasva ka siis tõenäoliselt liiklussagedus suuresti, kuna väga häid liiklemisvõimalusi pakuvad ümbritsevad maanteed (teed nr 22265, 22140), mistõttu Sillaotsa – Kriimani tee jääb peamiselt kohalike elanike ja põllumajandustehnika kasutada.

Tavapärased liiklussageduse kasvuks lugeda 1.5% aastas. Siirdekate eluiga on 7 aastat, seega võib seitsme aasta pärast (aastal 2023) oodata liiklussagedust 91 AKÖL. Kasutades eeldust, et liikluse koosseis jääb samaks, saadakse 4 veoautot ja autobussi ning 10 autorongi, mis teeb  $Q = 26.6 V_1/\text{ööp}$ , kust  $E_{\text{vaj}} = 156 \text{ MPa}$ .

### 3. Tee visuaalse vaatluse info

Tee on üldiselt heas korras, kattes on mõningaid auke ja peamiseks probleemiks on „treppis“ teekate, mis viitab sellele, et kattekruus on liiga liivane (foto 1). Teeääres olid servavallid, mistõttu mõjutas sinna kogunenud vesi kandevõimemõõtmise tulemusi (foto 2).



Fotod 1 ja 2. Teekate on liivane, mistõttu tekivad kergesti augud ja „trepp“. Tee ääres on servavall, mistõttu teekate on pehme.

### 4. Kandevõime

Kandevõime mõõdeti objektil 13.04.17 KUAB kahemassilise FWD-seadmega, mis suudab mõõta läbipaindeid üle 5000  $\mu\text{m}$  ja mille koormusimpulss on tavapärasest FWD-seadmetest tänu kahemassilisele süsteemile pikem, mistõttu on seade kruusateedel mõõtmisteks väga hästi sobilik. Mõõtmine sooritati malekorras iga 50 m tagant.

Mõõtmistulemuse põhjal arvutati kandevõime kasutades valemit 1. Seadme küljes oli kõrgtäpne GPS (+/- 5 cm), millega registreeriti nii punkti asukoht kui absoluutkõrgus seadme pealt (seega on teekatte pinna suhtes kõrgused suhtelised).

Arvutatud kandevõime mõlemas sõidusuunas on esitatud joonisel 3, millest nähtub, et vajalik kandevõime on ca 1/3 ulatuses tagatud ja ca 2/3 ulatuses alla 153 MPa (keskmine kandevõime selles 2/3 lõigus on 120 MPa. Joonistel 4, 5 ja 6 on esitatud SCI 200, BDI ja BCI 1200 parameetrid, millest nähtub, et kõik parameetrid ületavad madalama kandevõimega lõigus soovitusliku väärtuse, kuid eriti kõrgel on SCI väärtus, mis viitab fotole 2, mille järgi olid tee ääred mõõtmisaegselt üleniiskunud, mistõttu tuleb pöörata tähelepanu sellele, et vesi ei jääks tee ääres olevate servavallide ette pidama.

$$E_{eq} = \frac{0,25\pi * (1 - \nu^2) * F * S}{d_0}$$

Valem 1

kus

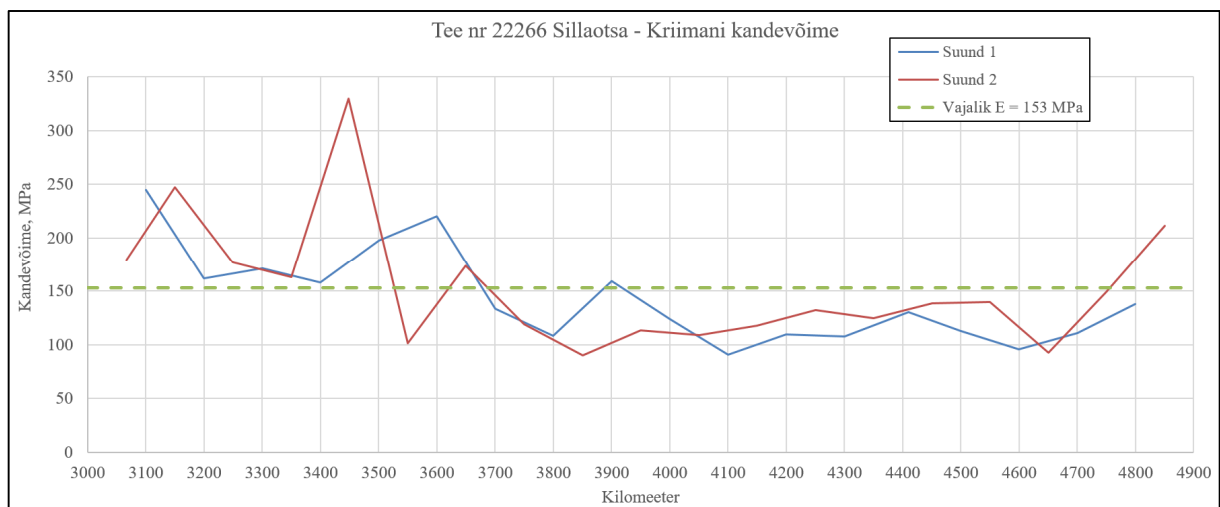
$E_{eq}$  – üldine E-moodul koormusplaadi keskmes, MPa;

$\nu$  – Poisson' tegur (kruusateedel tuleks arvestada 0,35);

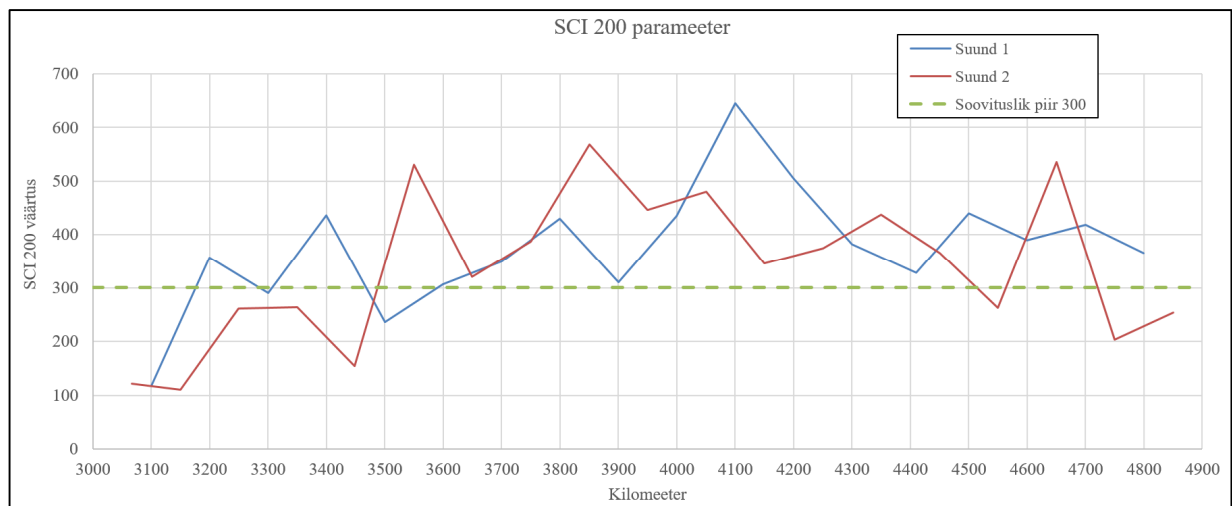
F – kontaktsurve koormusplaadi all, kPa (300 mm koormusplaadi ja 50 kN koormuse kasutamisel saadakse 707 kPa);

S – koormusplaadi diameeter, mm;

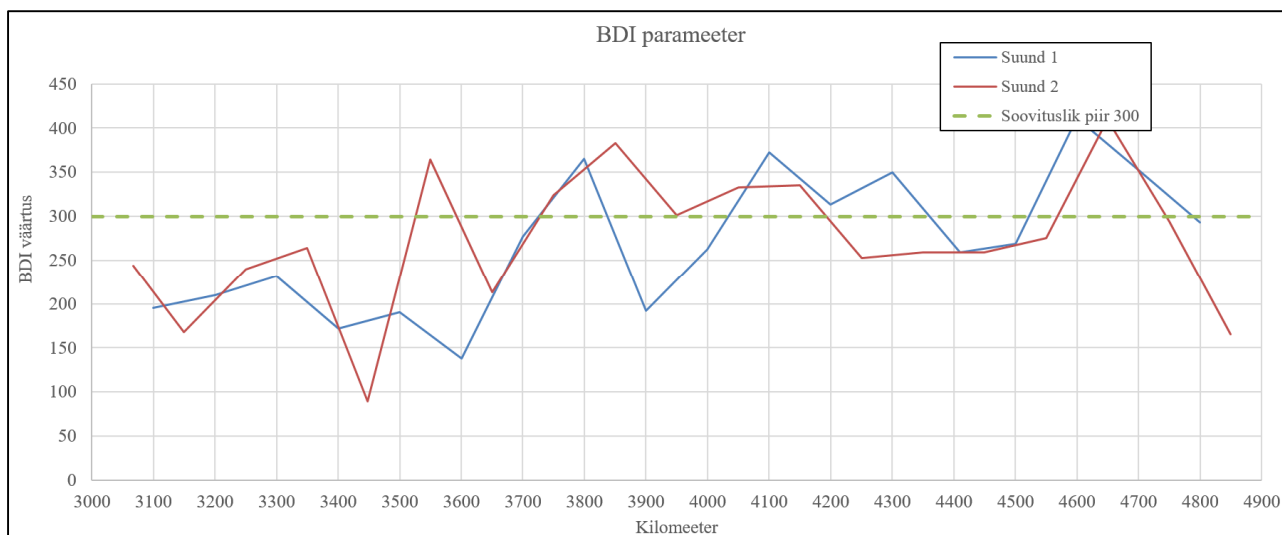
$d_0$  – vajum koormusplaadi keskmes,  $\mu\text{m}$ .



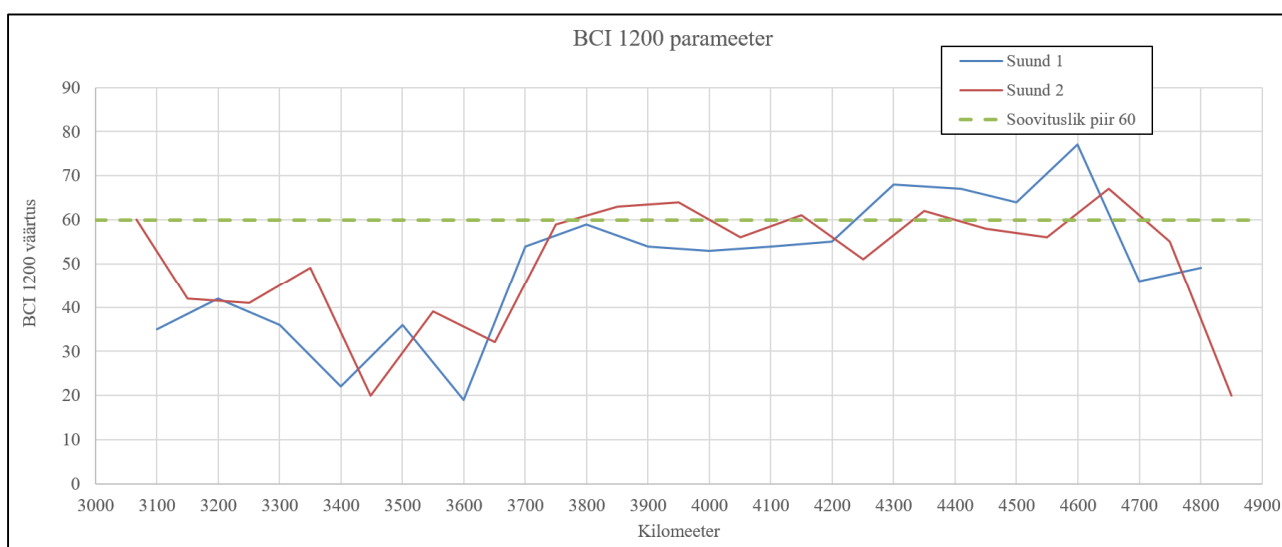
Joonis 3. Sillaotsa – Kriimani kandevõime.



Joonis 4. SCI 200 parameeter ületab enamikes kohtades soovitusliku piiri.



Joonis 5. BDI parameeter ületab mitmetes kohtades soovitusliku piiri.



Joonis 6. BCI parameeter ületab soovitusliku piiri seal, kus kandevõime on alla vajaliku.

## 5. Tee remondilahendus

Teatav seos tuleb välja sellest, kui vaadata tolmutõrje tegemise piirkondi ja tee remondi ajaligu. Nimelt lõigus km 3.067...3.840 on teekatendit uuendatud aastal 2014 ning tolmutõrjet tehakse soolalahusega km 3.067...3.600. Vaadates kandevõimetulemusi nähtub, et kandevõime vähenemine toimub km 3.600 juures. Teisalt tehakse tolmutõrjet ka vahemikus km 4.100...4.861, kuid see ei ole kandevõimetulemusi mõjutanud.

Andmete põhjal saab järeldada seda, et esimeses lõigus vastab olemasolev materjal terakoostise poolest nõuetele ning seal on tolmutõrje abil hoitud peenosis teekattes. Maaradari põhjal on teekatendi kihipaksused kogu objektil sarnased. Teise tolmutõrje piirkonna erinevus esimesest on selles, et teekate on olemasoleva maapinnaga samal tasemel ning esinevad vee äravoolu takistavad servavallid. Seega tagades vee takistuseta äravoolu teekattelt, suureneb ka kandevõime.

Arvestades tee head seisukorda, tee ümbruskonda ja mõõtmisaegseid tingimusi (teekonstruktsioon oli märg, tee ääres vee äravoolu takistavad servavallid, kattekrusa seisukorda) saab järeldada, et

teekatendit ei ole vaja lisakihtide abil tugevdada ja piisab sellest, kui paigaldada peale uus kulumiskiht optimaalsest kruusasegust, kuid tingimusel, et servavallid oleks eemaldatud, kraavid puhastatud ja olemasolev teekate hõõveldamisega profileeritud.

#### Lõik 1. Km 3.067...3.530:

1. profileerida olemasolev teekate nii, et tagatud oleks vajalik põiklalle 4%. Lõikamissügavus peab ulatuma aukude põhjani või olema min. 5 cm;
2. vahetult hõõveldamise järgselt, ilma olemasolevat teed tihendamata, paigaldada 5 cm optimaalset kruusasegu (pos 5) ja tihendada;
3. teha eelpuistega pindamine 2.5xE.

#### Lõik 2. km 3.530...4.861:

1. puhastada teeäärsed kraavid ja eemaldada servavall;
2. profileerida olemasolev teekate nii, et tagatud oleks vajalik põiklalle 4%. Lõikamissügavus peab ulatuma aukude põhjani või olema min 5 cm;
3. paigaldada 12 cm optimaalset kruusasegu (pos 5 või 6);
4. teha eelpuistega pindamine 2.5xE

### **6. Muud**

Kruusatee remondi ja pindamisega tolmuva kate ehitamise vahele peaks jääma tehnoloogiline paus, et parandatud teest saaks välja auruda üleliigne niiskus. Kogemused on näidanud, et kui seda ei järgita, kipub pindamine laiguti lagunema. Kui kruusatee remont tehakse sügisel, peaks pindamise tegema alles järgmise aasta suvel. Soovitus ei kehti juhul, kui pindamine tehakse kruusakihi asemel freespuru peale.

Pindamine tuleb teha lähtudes Maanteeameti Pindamisjuhise.

Konstruktivsete lahenduste juures võib optimaalse segu asendada freespuruga. Sellisel juhul minimaalne kihipaksus peab olema 8 cm.

#### **Võsa ja puud**

Tee maa-ala on puhas ja ühegi puu ega võsa eemaldamist ette ei nähta.

#### **Kraavide puhastamine ja kaevamine**

Tee ääres on km 3.530...4.861 olemas väga madalad kraavid, mis tuleb puhastada. Teetööde tehnilises kirjelduses öeldakse, et oleva kraavi põhi ja nõlvad tuleb puhastada kaevates kuni 0,5 m sügavuselt, sealjuures jälgides, et oleks tagatud minimaalne nõutav kraavi pikikalle ja minimaalne lubatav muldkeha nõlvus. Koos kraavide puhastamise ja süvendamisega tuleb üle vaadata kõik objektile olemasolevad truupid, et need oleks puhtad ja toimimine tagatud.

#### Kraavi puhastamine, parem pool:

km 3.530...3.870 (340 m) ja km 4.230...4.680 (450 m).

#### Kraavi puhastamine, vasak pool:

km 3.530...3.840 (310 m), km 4.060...4.250 (190 m), 4.300...4.400 (100 m).



Kraavide kaevamine:

Vasak pool km 3.840...3.980 (140 m), km 4.400...4.710 (310 m).

Servavalli eemaldamine:

Parem pool km 4.680...4.861

Vasak pool km 4.730...4.780.

**Mahasõidud**

Paremale poole km 4.140 (vahetult enne hekki) tuleks rajada uus mahasõit põllule, mis eeldab kasvupinnase eemaldamist ja kruusa paigaldust.

Üldiselt on mahasõidud heas korras ja kaetud kruusaga. Elukohta sissesõidud tuleb viia pindamise alla, mistõttu tuleb sinna paigaldada uus optimaalse segu kiht (12 cm) ja need pinnata 2.5xE:

- paremal km 3.149, km 3.350, km 3.384, km 3.828, km 4.174, km 4.561;
- vasakul km 3.250, km 3.542, km 3.696, km 4.246, km 4.711, km 4.775.

| Spets nr. | Töö nimetus                                                                                            | Ühik | maht     | 3067-3530 | 3530-4861 |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|-----------|-----------|
|           | <b>Ettevalmistustööd</b>                                                                               |      |          |           |           |
| 20301     | Liiklusmärkide eemaldamine (koos postide ja vundamendiga) ja hilisem tagasipaigaldus                   | tk   | 1        |           | 1         |
| 20305     | Tähispostide eemaldamine ja hilisem tagasipaigaldus                                                    | tk   | 8        | 6         | 2         |
|           | <b>Mullatööd</b>                                                                                       |      |          |           |           |
|           | <b><i>Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine KOKKU</i></b>                                            |      | 4        |           |           |
| 30103     | Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine (teepeenarde kultuurikihi koorimine)                           | m³   | 3        |           | 3         |
|           | Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine (olemasolevatelt mahasõitudelt kultuurikihi eemaldamine)       | m³   | 1        |           | 1.0       |
| 30603     | Oleva mulde pealispinna planeerimine ja tihendamine                                                    | m²   | 11 661   | 3 010     | 8 652     |
| 30301     | Truupide puhastamine sh sisse-väljavoolude kultuurikihi eemaldamine                                    | m    | 55       | 18        | 37        |
| 30201     | Kraavide puhastamine                                                                                   | m    | 1 390    |           | 1 390     |
| 30107     | Uute kraavide kaevamine (h = 0.5 m)                                                                    | m³   | 113      |           | 112.5     |
|           | <b><i>Muldkeha ehitamine KOKKU</i></b>                                                                 |      | 1        |           |           |
| 30402     | Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest (mahasõidud). Looduslik kruus.                            | m³   | 1        |           | 1.0       |
|           | <b>Katendid</b>                                                                                        |      |          |           |           |
| 40511     | Optimaalse segu (pos 5) paigaldus laiusega 6.5 m, h = 5 cm                                             | m²   | 3 009.5  | 3 010     |           |
| 40511     | Optimaalse segu (pos 5 või 6) paigaldus laiusega 6.5 m, h=12cm                                         | m²   | 8 651.5  |           | 8 652     |
| 44005     | Pindamine 2.5xE (eelpuistega 2x pindamine) laiusega 6 m                                                | m²   | 10 764.0 | 2 778     | 7 986     |
| 44501     | Mahasõitude ehitamine/Purustatud kruusast sirbikujulise profiiliga kate. MS tüüp I, keskmine h = 12 cm | m²   | 275.0    | 75        | 200       |
| 44005     | Mahasõitude pindamine 2.5xE                                                                            | m²   | 275.0    | 75        | 200       |

# KULULOEND

Kõik maksumused EUR

| Art nr                                             | Töö kirjeldus                                                                                          | Möödühik  | Maht   | Ühiku hind | Maksumus        |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------|------------|-----------------|
| 1                                                  | 2                                                                                                      | 3         | 4      | 5          | 6               |
| <b>Nr 1: ÜLDISED</b>                               |                                                                                                        |           |        |            |                 |
| 10201                                              | Proovivõtt ja katsetamine                                                                              | kogusumma | 1      | 500.00     | 500.00          |
| 10202                                              | Load. sh kommunikatsiooni valdajate kooskõlastused                                                     | kogusumma | 1      | 100.00     | 100.00          |
| 10203                                              | Infotahvlid                                                                                            | kogusumma | 1      | 100.00     | 100.00          |
| 10204                                              | Tööpiirkonna korrashoid                                                                                | kogusumma | 1      | 100.00     | 100.00          |
| 10206                                              | Tööohutus                                                                                              | kogusumma | 1      | 50.00      | 50.00           |
| 10207                                              | Keskkonnanõuded                                                                                        | kogusumma | 1      | 50.00      | 50.00           |
| 10211                                              | Tööde mõõdistamine ja märkimistööd                                                                     | kogusumma | 1      | 100.00     | 100.00          |
| Kokku ÜLDISED                                      |                                                                                                        |           |        |            | <b>1000.00</b>  |
| <b>Nr 2: EHITUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE LÕIGUL</b> |                                                                                                        |           |        |            |                 |
| 20301                                              | Liiklusmärkide eemaldamine (koos postide ja vundamendiga) ja hilisem tagasipaigaldus                   | tk        | 1      | 20.00      | 20.00           |
| 20305                                              | Tähispostide eemaldamine ja hilisem tagasipaigaldus                                                    | tk        | 8      | 15.00      | 120.00          |
| Kokku EHITUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE LÕIGUL        |                                                                                                        |           |        |            | <b>140.00</b>   |
| <b>Nr 3: MULLATÖÖD</b>                             |                                                                                                        |           |        |            |                 |
| 30103                                              | Sobimatu pinnase kaevamine                                                                             | m³        | 4      | 3.25       | 14.46           |
| 30603                                              | Oleva mulde pealispinna planeerimine ja tihendamine                                                    | m²        | 11661  | 0.50       | 5830.50         |
| 30301                                              | Truupide puhastamine sh sisse-väljavoolude kultuurikihi eemaldamine                                    | m         | 55     | 23.51      | 1297.75         |
| 30201                                              | Kraavide puhastamine                                                                                   | m         | 1390   | 4.27       | 5935.30         |
| 30107                                              | Uute kraavide kaevamine (h = 0.5 m)                                                                    | m³        | 113    | 3.25       | 365.63          |
| 30402                                              | Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest (mahasõidud).                                             | m³        | 1      | 31.08      | 31.08           |
| Kokku MULLATÖÖD                                    |                                                                                                        |           |        |            | <b>13474.72</b> |
| <b>Nr 4: KATEND</b>                                |                                                                                                        |           |        |            |                 |
| 40511                                              | Optimaalse segu (pos 5) paigaldus laiusega 6.5 m, h=5 cm                                               | m²        | 3009.5 | 1.5        | 4514.25         |
| 40511                                              | Optimaalse segu (pos 5 või 6) paigaldus laiusega 6.5 m, h=12 cm                                        | m²        | 8651.5 | 3.47       | 30020.71        |
| 44005                                              | Pindamine 2.5xE (eelpuistega 2x pindamine) laiusega 6 m                                                | m²        | 10764  | 2.2        | 23680.80        |
| 44501                                              | Mahasõitude ehitamine/Purustatud kruusast sirbikujulise profiiliga kate. MS tüüp I, keskmine h = 12 cm | m²        | 275    | 6.94       | 1908.50         |
| 44005                                              | Mahasõitude pindamine 2.5xE                                                                            | m²        | 275    | 4.50       | 1237.50         |
| Kokku                                              |                                                                                                        |           |        |            | <b>61361.76</b> |

|                                        |                 |
|----------------------------------------|-----------------|
| <b>KOKKU ptk-d</b>                     | <b>75976.47</b> |
| ETTENÄGEMATA TÖÖD 5%                   | 3798.82         |
| <b>KOKKU KOOS ETTENÄGEMATA TÖÖDEGA</b> | <b>79775.30</b> |
| KÄIBEMAKS 20%                          | 15955.06        |
| <b>KOKKU KÄIBEMAKSUGA</b>              | <b>95730.36</b> |

Märkused:

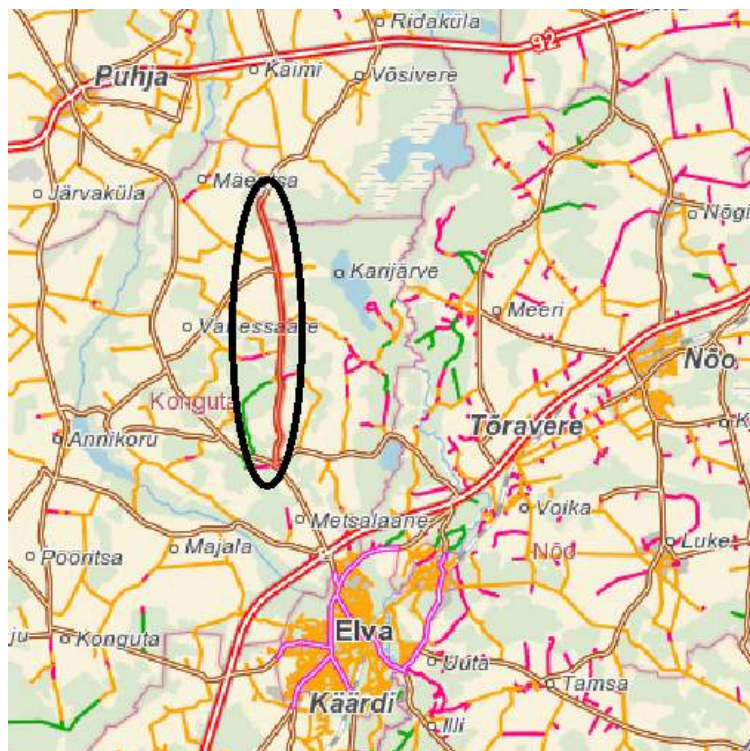
## Tee nr. 22122 Ulila – Laane km 4,811 – 10,979

Tee seisukorra hindamiseks ja sobiliku remondimeetme valikuks koguti järgnevat infot:

- varakevadine visuaalne vaatus;
- info kogumine andmebaasidest (Maa-ameti mullakaart, Teeregister);
- kandevõimemõõtmised FWD-seadmega kevadel;
- maaradari ülesõit koos tee ülesfilmimisega hiliskevadel (kui teekate on kuiv ja maapind tahenenud);
- geoloogiliste puuraukude puurimine kohtadesse, mis on valitud vastavalt objekti visuaalsele vaatlusele ja FWD tulemuste analüüsile.

### 1. Objekti asukoht

Objekti asukoht on näidatud joonisel 1.



Joonis 1. Tee nr. 22122 Ulila – Laane km 4,811 – 10,979 asukoht (Teeregister)

### 2. Tee üldisloomustus Teeregistri põhjal

Teeregistri alusel on tegemist V-klassi maanteega.

Kruusatee väljaehitamise tase on vaheldumisi eri lõikudes 4 ja 5:

- km 4.811...5.540 – 5;
- km 5.540...6.280 – 4;
- km 6.280...6.490 – 5;
- km 6.490...7.135 – 4;
- km 7.135...10.979 – 5.

Tee laius:

- vahemikus km 4.811...6.600 on 8.0 m;
- vahemikus 6.600...10.979 on 8.5 m.

Liiklussagedus 2016 on 148 AKÖL (sõiduaudod ja pakiaudod 92%, veoaudod ja autobussid 1%, autorongid 7%, arvuliselt sõiduaudod ja pakiaudod 135, veoaudod ja autobussid 2 ja autorongid 11 a/ööp). Kasutades 2016 a andmeid saadakse, et veoaudode ja autobusside siirdetegur on 2.67 ja autorongidel 3.76 ning tee rajategur on 0.55, seega  $Q = (2 \cdot 2.67 + 11 \cdot 3.76) \cdot 0.55 = 25.7 \text{ V}_1/\text{ööp}$ , mis teeb  $E_{\text{vaj}} = 154.7 \text{ MPa}$ .

Peale tolmuvaaba katte ehitust tõenäoliselt liiklussagedus suureneb. Tavaliselt eeldatakse liikluse kasvu 1.5% aastas, kuid antud juhul võib kasv olla suurem, kuna teeolud muutuvad oluliselt paremaks. Siirdekateendi arvutuslik eluiga on 7 aastat ja kasutades 1.5% aastast kasvu, saadakse 165 AKÖL. Kui sõidukite liigituse osakaal jääb samaks, saadakse et teel liigub 3 veoautot ja autobussi ning 12 autorongi, mis teeb  $Q = (3 \cdot 2.67 + 12 \cdot 3.76) \cdot 0.55 = 29.2 \text{ V}_1/\text{ööp}$ , mille järgi  $E_{\text{vaj}} = 158.6 \text{ MPa}$ . **Arvutustes kasutatakse  $E_{\text{vaj}} = 160 \text{ MPa}$ .**

Katendikihtide osas Teeregistris info puudub.

Kattekihtide osas on järgmine info:

- km 0.05...4.811 (ehk eelnev lõik) – aastal 2008 on ehitatud 6 cm freespurukate, mis on pinnatud viimati 2012.
- km 4.811...10.979 – aastatel 2008 ja 2009 on paigaldatud uus kulumiskiht optimaalse terastikuga kruusliivast.

Käsitletavale lõigule eelnevale lõigule ehk km 0.05...4.811 on ehitatud pinnatud freespurukate. Vaadates Teeregistrist selle seisukorda, saab välja tulla järgmist, mille järgi on tolmuvaaba katte rajamine end õigustanud:

- keskmine tasasus on aastal 2014 olnud 2.72 mm/m (väikseim 1.73 ja suurim väärtus 4.62), mis tähendab, et teekate on üldiselt rahuldavas seisukorras (teekate on suhteliselt ebatasane, esineb üksikuid kergeid heitusid, kuid sõidukiirus on üldiselt lähedal lubatule maksimaalsele sõidukiirusele, sõites on vaja teepinda jälgida);
- defektide inventeerimine on tehtud aastal 2017, mille järgi on teekate heas sisukorras. Esineb üksikuid kitsaid pikipragusid ja katte serva defekte. Lappimisi on tehtud väga vähe.

Objektile asub 8 truupi, millest millest 7 on heas seisukorras, kuid üks vajab puhastamist (tabel 1).

Tabel 1

#### Objekti truubid

| Asukoht | Ehitusaasta | Truubi remont | Truubi pikkus | Päiste olemasolu | Ava 1 läbimõõt | Seisukorra hinne                      | Truubi ehitamise materjal |
|---------|-------------|---------------|---------------|------------------|----------------|---------------------------------------|---------------------------|
| 5180    | 1962        | 2008          | 14,0          | päiseid ei ole   | 1,0            | esineb üksikuid pisipuudusi (hea)     |                           |
| 5489    | 1962        | 2008          | 15,0          | päiseid ei ole   | 0,75           | esineb üksikuid pisipuudusi (hea)     |                           |
| 6356    | 1962        |               | 16,7          | päiseid ei ole   | 1,0            | kuni 1/3 läbimõõdust umbes (rahuldav) |                           |
| 7378    | 1962        |               | 17,5          | päised on        | 1,0            | väga hea                              |                           |
| 8078    | 2009        |               | 12,0          | päiseid ei ole   | 0,6            | esineb üksikuid pisipuudusi (hea)     | plast                     |
| 8504    | 1962        |               | 12,8          | päised on        | 0,75           | esineb üksikuid pisipuudusi (hea)     |                           |
| 8974    | 1962        |               | 12,3          | päised on        | 0,75           | esineb üksikuid pisipuudusi (hea)     |                           |
| 10994   | 2013        |               | 14,0          | päiseid ei ole   | 0,6            | väga hea                              | plast                     |



Mahasõidud on esitatud tabelis 2, milles rohelisega märgitud on ristumised suuremate kohalike teedega, mille mahasõidud oleks soovituslik viia samuti tolmuvaba katte alla. Punasega märgitud on rohtukasvanud mahasõidud, millelt tuleb eemaldada kasvupinnas.

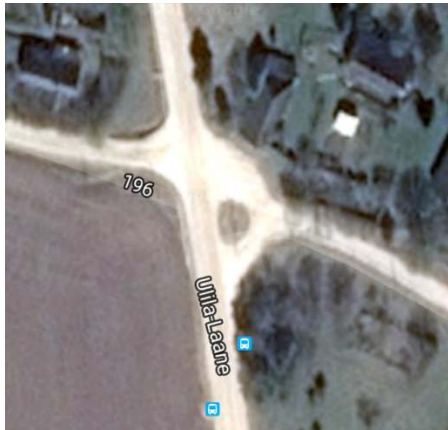
Lisaks mahasõitudele on kaks ristumist riigiteedega. Ristumiskohad on soovituslik viia tolmuvaba katte alla:

- km 6.508 ristumine teega nr 22196; kohas on ka ümberpööramisekskoht (joonis 2, foto 1).
- km 10.958 ristumine teega nr 22153 (joonis 3, foto 2).

Tabel 2

### Mahasõidud

| Asukoht |         | Liigitus    | Mahasõidutee kasutusotstarve | Mahasõidutee nimi | Laius |
|---------|---------|-------------|------------------------------|-------------------|-------|
| 4906    | paremal | eratee      | põllu- ja metsamajandus      | metsatee          | 3,0   |
| 5190    | paremal | eratee      | põllu- ja metsamajandus      | põld              | 3,0   |
| 5402    | paremal | eratee      | põllu- ja metsamajandus      | põld              | 3,0   |
| 5404    | vasakul | eratee      | elukohta sissesõit           | talu              | 3,0   |
| 5534    | vasakul | kohalik tee | piiramata otstarbega         | suurem tee        | 5,0   |
| 5536    | paremal | kohalik tee | piiramata otstarbega         | suurem tee        | 5,0   |
| 5687    | paremal | eratee      | põllu- ja metsamajandus      | põld              | 3,0   |
| 6160    | vasakul | kohalik tee | piiramata otstarbega         | tee               | 4,0   |
| 6165    | paremal | kohalik tee | piiramata otstarbega         | suurem tee        | 5,0   |
| 6282    | vasakul | eratee      | elukohta sissesõit           | talu              | 3,0   |
| 6435    | paremal | eratee      | elukohta sissesõit           | talu              | 3,0   |
| 6505    | vasakul | kohalik tee | piiramata otstarbega         | suurem tee        | 5,0   |
| 6570    | paremal | eratee      | põllu- ja metsamajandus      |                   |       |
| 6983    | paremal | eratee      | põllu- ja metsamajandus      | põld              | 3,0   |
| 6983    | vasakul | eratee      | põllu- ja metsamajandus      | põld              | 3,0   |
| 7636    | vasakul | eratee      | põllu- ja metsamajandus      | põld              | 3,5   |
| 7692    | paremal | kohalik tee | piiramata otstarbega         | suurem tee        | 5,0   |
| 7842    | vasakul | eratee      | elukohta sissesõit           | talud             | 4,0   |
| 7896    | vasakul | eratee      | põllu- ja metsamajandus      | põld              | 3,0   |
| 8019    | paremal | eratee      | elukohta sissesõit           | talu              | 3,0   |
| 8136    | paremal | eratee      | elukohta sissesõit           | talu              | 3,0   |
| 8236    | vasakul | eratee      | põllu- ja metsamajandus      | võsa              | 3,0   |
| 8340    | paremal | eratee      | karjäär                      | Põrgumäe karjäär  | 5,0   |
| 8388    | vasakul | eratee      | põllu- ja metsamajandus      | põld, võsa        | 3,0   |
| 8756    | paremal | eratee      | põllu- ja metsamajandus      | põld, võsa        | 3,0   |
| 8942    | vasakul | eratee      | elukohta sissesõit           | talu              | 3,0   |
| 8961    | paremal | eratee      | elukohta sissesõit           | talu              | 4,0   |
| 8990    | vasakul | eratee      | elukohta sissesõit           | talu              | 4,0   |
| 9467    | vasakul | eratee      | elukohta sissesõit           | talu              | 3,0   |
| 9650    | paremal | eratee      | elukohta sissesõit           | talu              | 3,0   |
| 9699    | vasakul | eratee      | karjäär                      | Karijärve karjäär | 5,0   |
| 9720    | vasakul | eratee      | karjäär                      | Karijärve karjäär | 5,0   |
| 10009   | paremal | eratee      | elukohta sissesõit           | talu              | 3,0   |
| 10118   | vasakul | eratee      | põllu- ja metsamajandus      | karjatee          | 3,0   |
| 10421   | paremal | eratee      | elukohta sissesõit           | elamu -hoov       | 3,0   |
| 10631   | paremal | kohalik tee | elukohta sissesõit           | talu              | 4,0   |
| 10833   | paremal | eratee      | põllu- ja metsamajandus      | põld              | 3,0   |



Joonis 2 (Google maps), foto 1. Km 6.508 asub ümberpöörämiskohaga ristmik.



Joonis 3 (Google maps), foto 2. Ristumine teega km 10.958.

### 3. Tee visuaalse vaatluse info

Tee peamised probleemid on aukus ja treppis teekate ning küngaste pealesõitudel olevad läbivajunud kohad. Viimane on probleemiks seetõttu, et teekonstruktsioon on väga õhuke ning vesi pressib end välja. Teehooldaja sõnul oli tee ca 10 aastat tagasi seisukorras, kus kevadeti liinibuss sõita ei saanud, kuid olukord on paranenud. Teehooldaja on rajanud kõige probleemsematesse kohtadesse, küngaste pealesõitudele, kalasabakujuliselt sisse drenaazi, mis on suunatud kraavi poole, et saada vett konstruktsioonist välja. Tegemist on ca 30 cm laiuse kraaviga, mis on täidetud geotekstiiliga ümbritsetud killustikuga ning seejärel kaetud kruusaga.

Kevadise vaatluse ajal avastati kolm kohta, kus tee on läbi vajunud:

- km 7.50 (fotod 3 ja 4);
- km 8.00 (foto 5);
- km 9.60 (fotod 6 ja 7).



Fotod 3 ja 4 asukohast km 7.50 näitavad probleeme kandevõimega. Nähtava defekti olemusest võib oletada, et keset tõusu pressib vesi välja, mis nõuab dreniiva kihi kasutamist.



Foto 5 asukohast km 8.00 näitab probleeme kandevõimega ja savise aluspinnase tee keskelt ülespressimisega või üleniiskunud kattekruusaga.



Fotod 6 ja 7 asukohast km 9.60 näitavad probleeme kandevõimega. Nähtava defekti olemusest võib oletada, et keset tõusu pressib vesi välja, mis nõuab dreniiva kihi kasutamist.

Tee servades esineb servavall, mistõttu vesi ei saa kattelt ära ning teeääred on pehmed, mis mõjutasid tugevalt kandevõimeväärtusi. Kindlasti mõjutab tee olukorda ka see, et pikiprofiil on väga palju üles-alla (tüüpiline olukord Lõuna-Eestis), mistõttu vesi liigub piki teed, mitte teega risti olles seega



teekattel pikemat aega, mis tähendab ka suuremat võimalust, et vesi imbub teesse vähendades kandevõimet. Taolised kohad avalduvad selgelt ka kandevõimemõõtmise tulemustes, kus märke tõusul ja laskumistel on kandevõimed madalad ning SCI väärtused väga kõrged. Mõningaid näiteid on fotodel 8...11.



Fotod 8, 9, 10 ja 11 erinevatest kohtadest teel näitavad, et tee servad on kevadeti väga pehmed ning suures osas teest on ääres servad üleval, mis takistab vee äravoolu.

#### 4. Kandevõime

Kandevõime mõõdeti objektil 13.04.17 KUAB kahemassilise FWD-seadmega, mis suudab mõõta läbipaindeid üle 5000  $\mu\text{m}$  ja mille koormusimpulss on tavapärasest FWD-seadmetest tänu kahemassilisele süsteemile pikem, mistõttu on seade kruusateedel mõõtmisteks väga hästi sobilik. Mõõtmise sooritati malekorras iga 50 m tagant.

Mõõtmistulemuse põhjal arvutati kandevõime kasutades valemit 1. Seadme küljes oli kõrgtäpne GPS (+/- 5 cm), millega registreeriti nii punkti asukoht kui absoluutkõrgus seadme pealt (seega on teekatte pinna suhtes kõrgused suhtelised).

Arvutatud kandevõime mõlemas sõidusuunas on esitatud joonisel 4. Teelõigu keskmine kandevõime 135 MPa, kuid kogu teelõigu pikkuses on punkte, mis langevad sellest märgatavalt allapoole – kõige madalamate punktide kandevõime on ca 60 MPa.

Kõikides madala kandevõimega kohtades on SCI ja BDI väärtused märkimisväärselt kõrged (joonised 5 ja 6), kuid BCI parameeter on enamasti allpool soovituslikku piiri (joonis 7), mis näitab, et probleem on katendikihtides – need on kas üleniiskunud, ebapiisavate tugevusomadustega (kas väga liivased, nagu tavapärane Lõuna – Eestile ja/või suure peenosisesisaldusega) või on teekatend liiga õhuke asudes savisel pinnasel. Viimasele järeldusele viitab eelkõige see, et BCI parameeter on enamasti madal, paikkond on kuiv ja seega sügavamal olev savi või moreen (?) on jäik, kuid pealmised kihid veest tugevalt mõjutatud.

Kandevõimetulemuste analüüs esitatakse peale geoloogiliste andmete kokkuvõtet järgmises peatükis.

$$E_{eq} = \frac{0,25\pi * (1 - \nu^2) * F * S}{d_0}$$

Valem 1

kus

$E_{eq}$  – üldine E-moodul koormusplaadi keskmes, MPa;

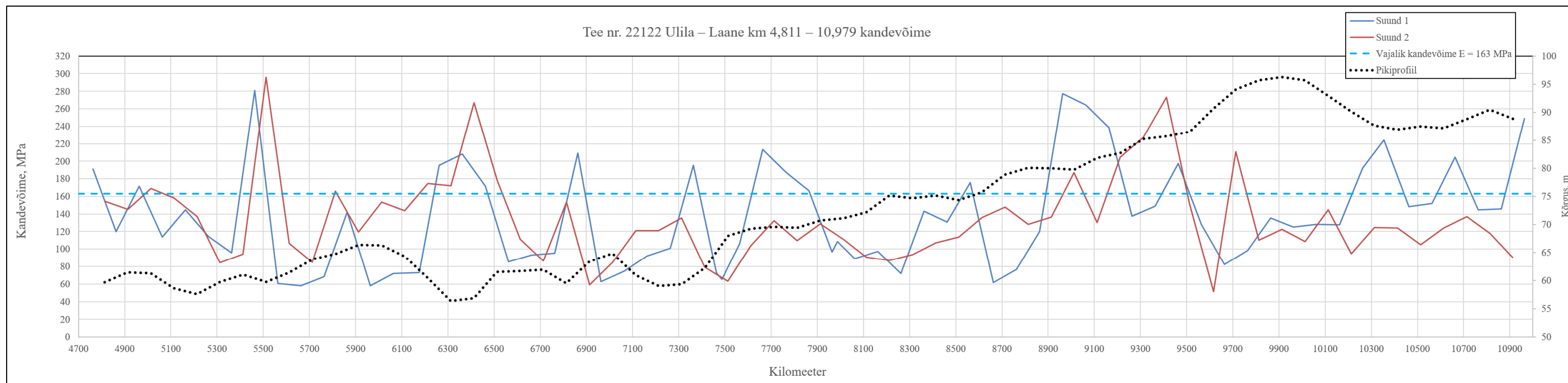
$\nu$  – Poisson' tegur (kruusateedel tuleks arvestada 0,35);

F – kontaktsurve koormusplaadi all, kPa (300 mm koormusplaadi ja 50 kN koormuse kasutamisel saadakse 707 kPa);

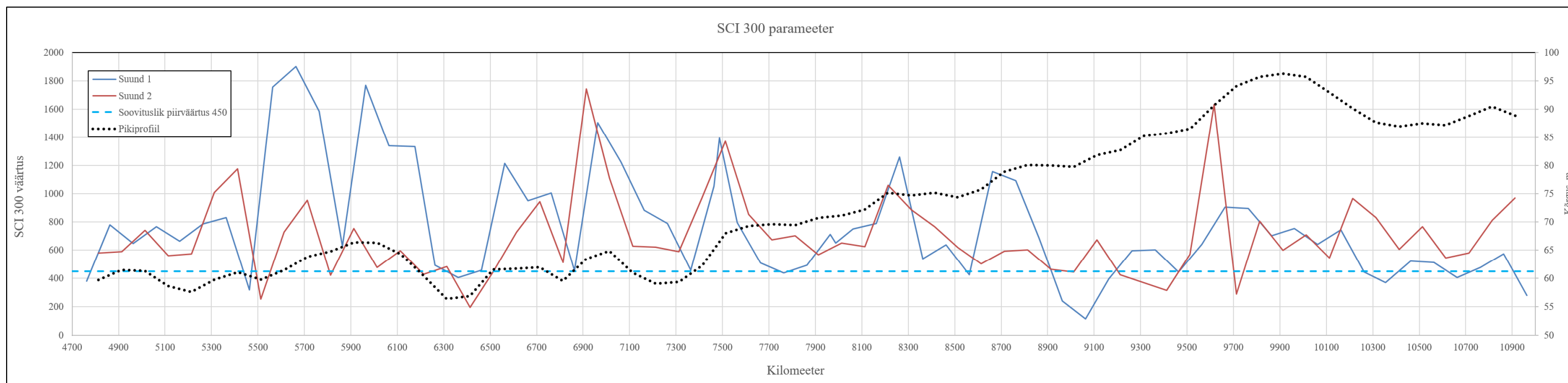
S – koormusplaadi diameeter, mm;

$d_0$  – vajum koormusplaadi keskmes,  $\mu\text{m}$ .

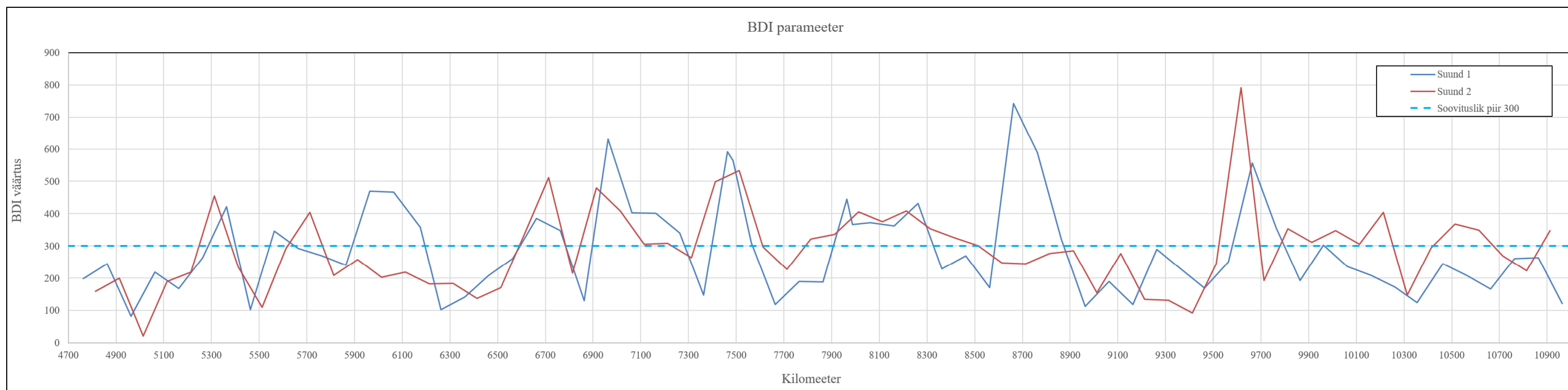




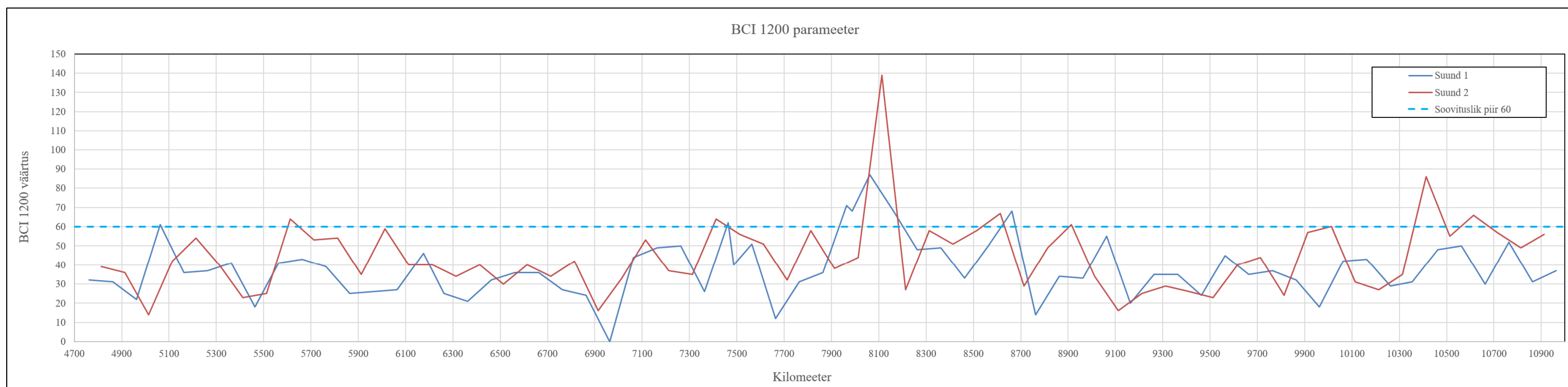
Joonis 4. Teelõigu kandevõime mõlemas sõidusuunas koos pikiprofiiliga.



Joonis 5. SCI 300 parameeter koos pikiprofiiliga.



Joonis 6. BDI parameeter.

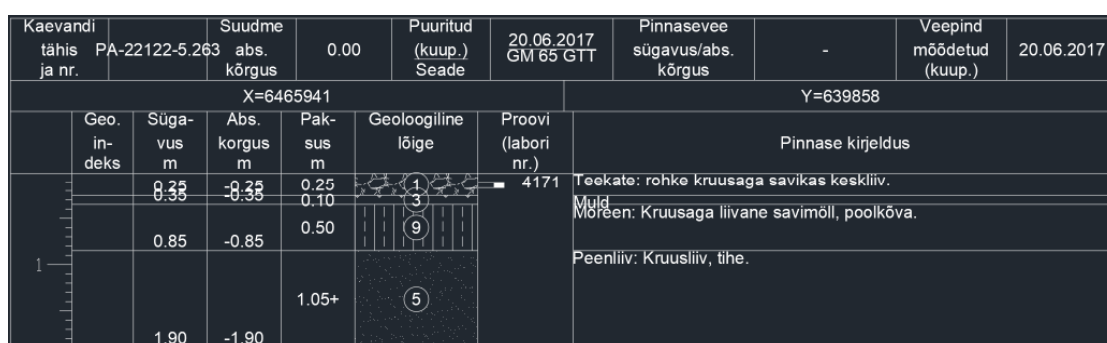


Joonis 7. BCI 1200 parameeter.

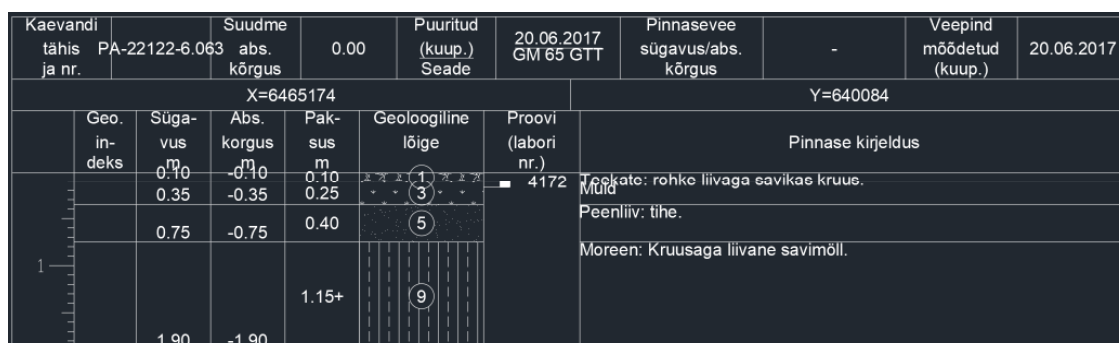
## 5. Geoloogia

Tulenevalt FWD mõõdistustest ja objekti vaatlusest valiti välja kohad, kust võtta puuraugud kihipaksuste, kuid eelkõige materjaliomaduste määramiseks. Puuraugud võeti kaheksast kohast:

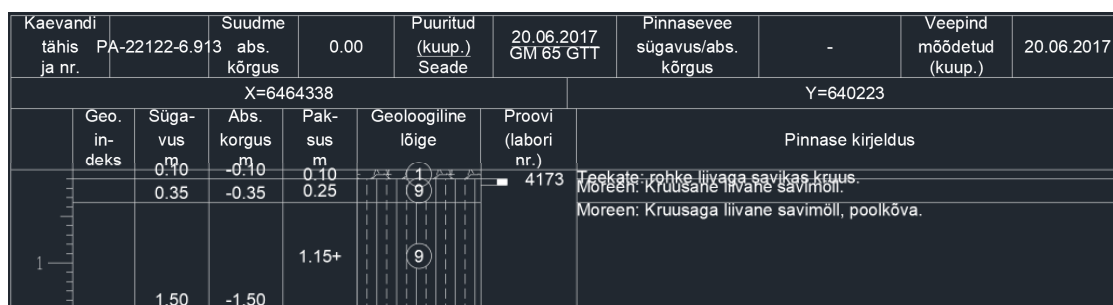
- km 5.263 (suund 1, kandevõime 114 MPa, joonis 8);
- km 6.063 (suund 1, kandevõime 72 MPa, joonis 9);
- km 6.913 (suund 2, kandevõime 59 MPa, joonis 10);
- km 7.487 (suund 1, kandevõime 65 MPa, joonis 11);
- km 7.513 (suund 2, kandevõime 63 MPa, joonis 12);
- km 8.313 (suund 2, kandevõime 94 MPa, joonis 13);
- km 9.617 (suund 2, kandevõime 52 MPa, joonis 14);
- km 10.513 (suund 2, kandevõime 105 MPa, joonis 15).



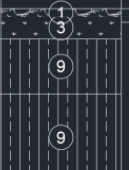
Joonis 8. Geoloogiline lõige km 5.263.



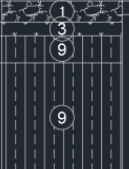
Joonis 9. Geoloogiline lõige km 6.063.



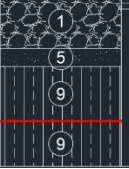
Joonis 10. Geoloogiline lõige km 6.913.

|                             |                   |                          |                  |                                                                                   |                           |                                              |   |                                |            |
|-----------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------|---|--------------------------------|------------|
| Kaevandi<br>tähis<br>ja nr. | PA-22122-7.487    | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00             | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade                                                      | 20.06.2017<br>GM 65 GTT   | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus         | - | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 20.06.2017 |
| X=6463767                   |                   |                          |                  |                                                                                   | Y=640275                  |                                              |   |                                |            |
| Geo.<br>in-<br>deks         | Süga-<br>vus<br>m | Abs.<br>kõrgus<br>m      | Pak-<br>sus<br>m | Geoloogiline<br>lõige                                                             | Proovi<br>(labori<br>nr.) | Pinnase kirjeldus                            |   |                                |            |
| 1                           | 0.10              | -0.10                    | 0.10             |  | 4174                      | Teekate: rohke kruueaga savikas keskliiv.    |   |                                |            |
|                             | 0.35              | -0.35                    | 0.25             |                                                                                   |                           | Muld                                         |   |                                |            |
|                             | 0.95              | -0.95                    | 0.60             |                                                                                   |                           | Moreen: Kruusane liivane savimõll, poolkõva. |   |                                |            |
|                             | 1.90              | -1.90                    | 0.95+            |                                                                                   |                           | Moreen: Kruusaga liivane savimõll, poolkõva. |   |                                |            |

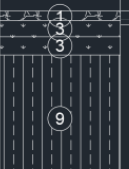
Joonis 11. Geoloogiline lõige km 7.487.

|                             |                   |                          |                  |                                                                                   |                           |                                                         |   |                                |            |
|-----------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------|---|--------------------------------|------------|
| Kaevandi<br>tähis<br>ja nr. | PA-22122-7.513    | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00             | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade                                                      | 20.06.2017<br>GM 65 GTT   | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus                    | - | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 20.06.2017 |
| X=6463742                   |                   |                          |                  |                                                                                   | Y=640282                  |                                                         |   |                                |            |
| Geo.<br>in-<br>deks         | Süga-<br>vus<br>m | Abs.<br>kõrgus<br>m      | Pak-<br>sus<br>m | Geoloogiline<br>lõige                                                             | Proovi<br>(labori<br>nr.) | Pinnase kirjeldus                                       |   |                                |            |
| 1                           | 0.25              | -0.25                    | 0.25             |  | 4175                      | Teekate: rohke kruueaga savikas keskliiv.               |   |                                |            |
|                             | 0.40              | -0.40                    | 0.15             |                                                                                   |                           | Muld                                                    |   |                                |            |
|                             | 0.70              | -0.70                    | 0.30             |                                                                                   |                           | Moreen: Kruusane liivane savimõll, keskthine.           |   |                                |            |
|                             | 1.90              | -1.90                    | 1.20+            |                                                                                   |                           | Moreen: Kruusaga liivane savimõll, sitke kuni poolkõva. |   |                                |            |

Joonis 12. Geoloogiline lõige km 7.513.

|                             |                   |                          |                  |                                                                                     |                           |                                                              |            |                                |            |
|-----------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------|------------|
| Kaevandi<br>tähis<br>ja nr. | PA-22122-8.313    | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00             | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade                                                        | 20.06.2017                | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus                         | 1.40/-1.40 | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 20.06.2017 |
| X=6462945                   |                   |                          |                  |                                                                                     | Y=640252                  |                                                              |            |                                |            |
| Geo.<br>in-<br>deks         | Süga-<br>vus<br>m | Abs.<br>kõrgus<br>m      | Pak-<br>sus<br>m | Geoloogiline<br>lõige                                                               | Proovi<br>(labori<br>nr.) | Pinnase kirjeldus                                            |            |                                |            |
| 1                           | 0.60              | -0.60                    | 0.60             |  | 4176                      | Teekate: rohke kruusaga savikas keskliiv.                    |            |                                |            |
|                             | 0.80              | -0.80                    | 0.20             |                                                                                     |                           | Peenliiv: Kruusliiv.                                         |            |                                |            |
|                             | 1.40              | -1.40                    | 0.60             |                                                                                     |                           | Moreen: Kruusaga liivane savimõll, sitke kuni poolkõva.      |            |                                |            |
|                             | 1.90              | -1.90                    | 0.50+            |                                                                                     |                           | Moreen: Kruusane liivane savimõll, poolkõva, veeküllastunud. |            |                                |            |

Joonis 13. Geoloogiline lõige km 8.313.

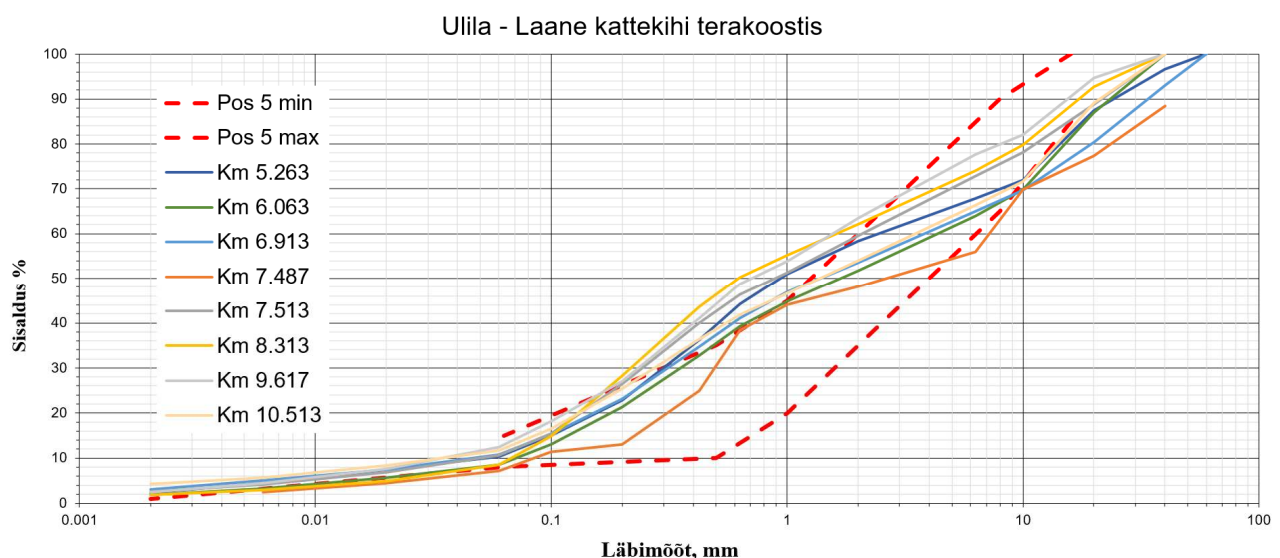
|                             |                   |                          |                  |                                                                                     |                           |                                              |   |                                |            |
|-----------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------|---|--------------------------------|------------|
| Kaevandi<br>tähis<br>ja nr. | PA-22122-9.617    | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00             | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade                                                        | 20.06.2017<br>GM 65 GTT   | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus         | - | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 20.06.2017 |
| X=6461656                   |                   |                          |                  |                                                                                     | Y=640186                  |                                              |   |                                |            |
| Geo.<br>in-<br>deks         | Süga-<br>vus<br>m | Abs.<br>kõrgus<br>m      | Pak-<br>sus<br>m | Geoloogiline<br>lõige                                                               | Proovi<br>(labori<br>nr.) | Pinnase kirjeldus                            |   |                                |            |
| 1                           | 0.12              | -0.12                    | 0.12             |  | 4177                      | Teekate: rohke kruusaga savikas keskliiv.    |   |                                |            |
|                             | 0.30              | -0.30                    | 0.18             |                                                                                     |                           | Mulda: sisaldab kruusa.                      |   |                                |            |
|                             | 0.50              | -0.50                    | 0.20             |                                                                                     |                           | Muld                                         |   |                                |            |
|                             | 1.90              | -1.90                    | 1.40+            |                                                                                     |                           | Moreen: Kruusaga liivane savimõll, poolkõva. |   |                                |            |

Joonis 14. Geoloogiline lõige km 9.617.

|                          |                   |                          |                  |                              |                           |                                              |   |                                |            |
|--------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------|---|--------------------------------|------------|
| Kaevandi<br>tähis ja nr. | PA-22122-10.513   | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00             | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 20.06.2017<br>GM 65 GTT   | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus         | - | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 20.06.2017 |
| X=6461655                |                   |                          |                  |                              | Y=640155                  |                                              |   |                                |            |
| Geo.<br>in-<br>deks      | Süga-<br>vus<br>m | Abs.<br>kõrgus<br>m      | Pak-<br>sus<br>m | Geoloogiline<br>lõige        | Proovi<br>(labori<br>nr.) | Pinnase kirjeldus                            |   |                                |            |
| 1                        | 0.50              | -0.50                    | 0.50             |                              | 4178                      | Teekate: rohke liivaga savikas kruus.        |   |                                |            |
|                          | 0.75              | -0.75                    | 0.25             |                              |                           | Muld                                         |   |                                |            |
|                          | 1.90              | -1.90                    | 1.15+            |                              |                           | Moreen: Kruusaga liivane savimõll, poolkõva. |   |                                |            |

Joonis 15. Geoloogiline lõige km 10.513.

Kattekihist võeti ka proovid, millest määrati terastikulased koostised. Tulemused on esitatud joonisel 16, mille kohaselt on enamik proove väga liivased, mis kindlasti mõjutas ka kandevõimetulemusi.



Joonis 16. Kattekihi terakoostised.

Teelõigul avastati kolm probleemset kohta, kus tee oli läbi vajunud ning kõikidest nendest võeti ka geoloogiapunkt, mis näitasid väga tagasihoidlikke teekatendi paksusi:

- km 7.50 (fotod 3 ja 4) paremal pool teed on teekatendi paksus vaid 10 cm kulumiskihist, mille all on 25 cm mulda, mille all looduslik pinnas (kruusane liivane savimõll). Vasakul pool teed on teekatendi paksus 25 cm, mille all 15 cm mulda ja mille all looduslik pinnas (kruusane liivane savimõll).
- km 8.00 (foto 5) kohalt geoloogiapunkti ei võetud, kuid maaradari andmetele tuginedes on ka selles kohas teekatendi paksus vaid 10...11 cm, mille all looduslik pinnas.
- km 9.60 (fotod 6 ja 7) kohal on teekatendi paksus 12 cm, mille all 18 cm orgaanikaga kruusa, 20 cm mulda ja looduslik pinnas kruusaga liivane savimõll.

Arvestades seda, kui õhukesed on teekatendi kihipaksused (sisuliselt on olemasoleval maapinnal vaid õhuke kruusast kulumiskihit), on kandevõimed üllatavalt kõrged ja tee heas korras. Km 8.3 ja 10.5 on teekatte paksused veidi suuremad – vastavalt 60 ja 50 cm, kuid kandevõime ei ole sellevõrra kõrgem (väärtused vastavalt 94 ja 105 MPa). Võrdluseks võib kasutada km 5.26, kus teekatendi paksus on



25 cm, kuid kandevõime 114 MPa. Peamine, millest kandevõime taolise katendi ja taoliste materjalide puhul sõltub, on veesisaldus.

## 6. Tee jagamine homogeenseteks lõikudeks

Arvestades kandevõimemõõtmise tulemusi, probleemseid piirkondi, geoloogia puurauke, kihipaksusi maaradari järgi, pikiprofiili ning mahasõite ja ristmikke, saab käsitletava tee jagada järgmistesse lõikudesse koos vajaliku iseloomustusega:

**Lõik 1: km 4.811...5.200.** Metsavaheline lõik, tee on vaid natukene olemasolevast maapinnast kõrgemal. Tee ääres on madalad vallid, mistõttu vesi jääb tee äärtesse seisma. Keskmiseks kandevõimeks võib arvestada 140 MPa.

**Lõik 2: km 5.200...6.880.** Maastik liigub üles-alla, mistõttu tee ehitamisel on kohati täidetud ja kohati koosneb konstruktsioon vaid ca 10 cm paksusest teekattest, mille all on õhuke mullakiht, mis asetseb moreenil. Seetõttu vaheldub ka kandevõime väga suurelt olles vahemikus 267 ja 58 MPa (madalamaid väärtusi mõjutab ka tee äärde kogunev vesi, mis ei saa kattelt ära voolata). Kuna maastiku vaheldumine on suur, ei ole otstarbekas ega ka võimalik teha lõiku lühemateks lõikudeks ning antud piirkonda tuleb rajada ühesugune katend. Kandevõime, mida kasutada katendiarvutuse jaoks, on 75 MPa. Sisuliselt võib hetkelist olukorda kujutleda tabelis 3 näidatud arvutusega, millega on saavutatud mõõdetud keskmine kandevõime (75.7 MPa).

Tabel 3

Lõigu 2 olukord kõige halvemas kohas väljendatuna katendiarvutusega

| ARVUTUSE KÄIK                                                     |             |                                                              |                                                     |                                                      |                                                |                                                     |                          |         |                        |
|-------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|---------|------------------------|
| Kihi nimetus                                                      | Kihi paksus | Kihi elast-<br>susmoodul<br>$E_{\text{ekv}}$<br>arvutamiseks | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>nihkele | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>paindele | Arvutatud<br>tõmbe-<br>pinged $R_{\text{max}}$ | Lubata-<br>vad<br>tõmbe-<br>pinged $R_{\text{lub}}$ | Sise-<br>hõõrde-<br>nurk | Nidusus | Kihtide<br>seotistegur |
|                                                                   | cm          | MPa                                                          | MPa                                                 | MPa                                                  | MPa                                            | MPa                                                 | Kraad                    | C       | K3                     |
| Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus)              | 13.0        | 180                                                          |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 45.0                     | 0.030   | 9.5                    |
| D - tolmne saviliiv, raske tolmne saviliiv, tolmne kerge liivsavi |             | 55.3                                                         |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 21.2                     | 0.024   | 1.5                    |

| ARVUTUSE TULEMUSED                                    |                   |                          |                  |                  |         |                                     |                                   |                                      |  |
|-------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------------|---------|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--|
| Kihi nimetus                                          | Kihi paksus<br>cm | Tugevuse näitaja         |                  |                  |         | Üldine<br>elastus-<br>moodul<br>Mpa | Vajalik<br>elastus-<br>moodul MPa | Arvutuslik<br>niiskus W1<br>või Warv |  |
|                                                       |                   | Kriteerium               | Nihkepinged MPa  |                  | Varu %  |                                     |                                   |                                      |  |
|                                                       |                   |                          | $t_{\text{arv}}$ | $t_{\text{lub}}$ |         |                                     |                                   |                                      |  |
|                                                       |                   | Üldine elastusmoodul     |                  |                  | -30.4%  | 75.68                               | 160.00                            |                                      |  |
| Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus)  | 13.0              |                          |                  |                  |         | 75.68                               |                                   |                                      |  |
| D - tolmne saviliiv, raske tolmne saviliiv, tolmne ke |                   | Nihkepinged aluspinnasel | 0.0858           | 0.0414           | -107.3% |                                     |                                   | 0.646                                |  |
| Katendi kogupaksus                                    | 13.0              |                          |                  |                  |         | Parandustegur $\Delta$              |                                   | 0.000                                |  |

**Lõik 3: km 6.880...7.060.** Künkapealne, kus teekatendi kihipaksus on vaid ca 10 cm, mille all on moreen. FWD vajumikausi alusel nähtub, et maapinna lähedal olevad kihid on üleniiskunud, kuid juba 30 cm sügavamal hakkab kihi jäikus suurenema (seda kinnitavad ka geoloogia andmed joonisel 10).

Konstruktsiooni tugevdamine eeldab kihipaksuste suurendamist, kuid kuna läbi selle muutuks kungas järsemaks ja nähtavus halvemaks, tuleks kaevata kungas vähemalt rajatava konstruktsiooni paksuse võrra madalamaks (foto 12). Lõigu pikkus on valitud maaradariprofiili alusel nii, kus tee läheb üle täitest süvendisse.

FWD tagasiarvutuse põhjal on moreeni e-moodul mõõtepunktides 30 cm sügavusel ca 60 MPa, mille saab võtta katendiarvutuse aluseks, kui kungas kaevatakse madalamaks.



Foto 12. Künkal vahemikus km 6.880...7.060 on teekatte paksus vaid 10 cm, mistõttu on ka kandevõime madal. Kuna nähtavus on halb, ei ole võimalik suurendada kihipaksust künkal, vaid see tuleb kaevata lisatava katendi võrra madalamaks.

Lõik 4: km 7.060...7.350. Tee laskub künkast orgu. Mõõdetud kandevõimet mõjutas piki teed valgusvesi. Keskmiseks kandevõimeks võib arvestada 120 MPa.

Lõik 5: km 7.350...7.600. Tee tõuseb orust künka peale. Mõõdetud kandevõime on madal (ca 60 MPa), teekatendi paksus on vaid 10...20 cm, mille all on õhuke mullakiht, misjärel moreen. Nähtavate defektide tõttu võib arvata, et veetase on kõrge ning läbi tee pressib välja vesi. Kuna tegemist on tõusuga, siis kihipaksuse suurendamine on keeruline, mistõttu tuleks olemasolev teekate koos mullaga eemaldada ja asendada hästi filtreeruva materjaliga, sobilikuks on fraktsioneeritud killustik.

FWD tagasiarvutuse põhjal on moreeni e-moodul mõõtepunktides on 30 cm sügavusel ca 55 MPa, mille saab võtta katendiarvutuse aluseks, kui kungas kaevatakse madalamaks.

Lõik 6: km 7.600...8.330. Vahelduv maastik, mistõttu tee on jäänud olemasoleva maapinnaga tasa ning maaradari alusel on kihipaksused enamasti väga väikesed (10...15 cm). Geoloogia punktis km 8.3 on teekatte paksus 60 cm, kuid tegemist on lühikese kohaga, kus on tehtud täidet. Konstruktsioon vajab tugevdamist, keskmiseks kandevõimeks arvestada 100 MPa.

Lõik 7: km 8.330...8.620. Tee on ehitatud täitele, mistõttu kandevõimed on kõrgemad. Madalamad kandevõimeväärtused saadi, kuna vesi oli valgunud tee äärde pehmendades teekatet. Keskmiseks kandevõimeks arvestada 130 MPa.

Lõik 8: km 8.620...8.830. Maastik tõuseb kõrgemale, mistõttu teekonstruktsiooni kihipaksused on väga väikesed (ca 10 cm). Olemasolev teekate koos mullaga tuleks eemaldada ja asendada uue konstruktsiooniga. Sama olukord, mis lõigus 3.

Lõik 9: km 8.830...9.500. Kandevõime on kõrge, keskmine väärtus lõigul ca 180 MPa. Konstruktsiooni tugevdada pole vajadust.

Lõik 10: km 9.500...9.700. Tee tõuseb künkale, teekatendi paksus on väga väike (10...15 cm). Tõusul on defekt, mis viitab, et keset kungast võib vesi välja pressida. Olemasolev teekate koos mullaga tuleks eemaldada ja asendada uue konstruktsiooniga. Kasutada võiks geosüntetilist drenmatti, mis kogub vee kokku juhtides selle tee äärtesse kraavi ja orgu. Oru põhjas tuleb drenmatti otsa paigaldada dreentoru, mis viiks vee kraavidesse.

Lõik 11: km 9.700...10.979. Keskmise kandevõime on ca 130 MPa, madalamad väärtused on tingitud ebahomogeensest teekattest („liivataskud“) ja sellest, et vesi on tee äärtes teekatet pehmenanud.

## 7. Katendilahendused lõikude kaupa

Lõik 1: km 4.811...5.200:

1. eemaldada servavallid;
2. profileerida tee kogu laiuses nii, et lõikamissügavus oleks min. 10 cm, mis võimaldab muuta katte ühtlasemaks. Tagada põikkalle sirgetel 4% ja kurvides kuni 6%.
3. paigaldada 8 cm freespuru, mis pinnata 2.5xE.

Lõik 2: km 5.200...6.880:

1. puhastada olemasolevad kraavid 0.5 m sügavuselt. Eemaldada kogu lõigu pikkuses tee ääres olevad servavallid;
2. puhastada mahasõitude truubid tagades vee vaba voolamise võimalus. Puhastada truubid ja nende ümbrus km 5.489 ja km 6.356;
3. profileerida tee kogu laiuses (alatest kraavi või nõlva äärest) nii, et lõikamissügavus oleks vähemalt aukude sügavuselt. Tagada põikkalle sirgetel 4% ja kurvides kuni 6%.
4. paigaldada 12 cm purustatud optimaalset kruusasegu (pos. 5 või 6, katendiarvutus tabelis 4, kuhu on sisse arvestatud ka juba olemasolev kulumiskiht tabelist 3);
5. paigaldada 8 cm freespuru, mis pinnata 2.5xE.

Tabel 4

Lõigu 2 katendiarvutus

| ARVUTUSE KÄIK                                                     |             |                                                              |                                                     |                                                     |                                                |                                                     |                          |         |                               |
|-------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|---------|-------------------------------|
| Kihi nimetus                                                      | Kihi paksus | Kihi elast-<br>susmoodul<br>$E_{\text{ekv}}$<br>arvutamiseks | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>nihkele | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>painele | Arvutatud<br>tõmbe-<br>pinged $R_{\text{max}}$ | Lubata-<br>vad<br>tõmbe-<br>pinged $R_{\text{lub}}$ | Sise-<br>hõõrde-<br>nurk | Nidusus | Kihptide<br>seotistegur<br>K3 |
|                                                                   | cm          | MPa                                                          | MPa                                                 | MPa                                                 | MPa                                            | MPa                                                 | Kraad                    | C       |                               |
| Pinnatud freespurukate                                            | 8.0         | 400                                                          |                                                     |                                                     |                                                |                                                     |                          |         |                               |
| Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus)              | 25.0        | 180                                                          |                                                     |                                                     |                                                |                                                     | 45.0                     | 0.030   | 9.5                           |
| D - tolmne saviliiv, raske tolmne saviliiv, tolmne kerge liivsavi |             | 55.3                                                         |                                                     |                                                     |                                                |                                                     | 21.2                     | 0.024   | 1.5                           |

| ARVUTUSE TULEMUSED                                    |                   |                          |                  |                  |        |                                     |                                   |                                      |
|-------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------------|--------|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Kihi nimetus                                          | Kihi paksus<br>cm | Tugevuse näitaja         |                  |                  |        | Üldine<br>elastus-<br>moodul<br>Mpa | Vajalik<br>elastus-<br>moodul MPa | Arvutuslik<br>niiskus W1<br>või Warv |
|                                                       |                   | Kriteerium               | Nihkepinged MPa  |                  | Varu % |                                     |                                   |                                      |
|                                                       |                   |                          | $t_{\text{arv}}$ | $t_{\text{lub}}$ |        |                                     |                                   |                                      |
|                                                       |                   | Üldine elastusmoodul     |                  |                  | 10.6%  | 120.33                              | 160.00                            |                                      |
| Pinnatud freespurukate                                | 8.0               |                          |                  |                  |        | 120.33                              |                                   |                                      |
| Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus)  | 25.0              | Nihkepinged              | 0.0422           | 0.3278           | 87.1%  | 96.67                               |                                   |                                      |
| D - tolmne saviliiv, raske tolmne saviliiv, tolmne ke |                   | Nihkepinged aluspinnasel | 0.0405           | 0.0414           | 2.3%   |                                     |                                   | 0.646                                |
| Katendi kogupaksus                                    | 33.0              |                          |                  |                  |        | Parandustegur $\Delta$              |                                   | 0.000                                |

Lõik 3: km 6.880...7.060:

1. lõigu 3 katendiarvutus on näidatud tabelis 5, mille kohaselt tuleb kasutada 26 cm kruuspinnast ja 8 cm freespuru;
2. kaevata küngas tabelis 5 näidatud katendi võrra madalamaks kraavi põhjast kraavi põhjani. Kuna põhi peab olema 4% kahepoolse kaldega;
  - a. jätta alles mõlemal pool teed mahasõidud eemaldades vaid pealmise vegetatsiooni;
3. paigaldada tee alla II profiili geotekstiil;

4. ehitada välja tabelis 5 näidatud konstruktsioon nii, et tee ja kõrval oleva künka vahele moodustuks kraav ning pinnata tee 2.5xE.

Tabel 5

### Lõigu 3 katendiarvutus

| ARVUTUSE KÄIK                                                     |             |                                                              |                                                     |                                                      |                                                |                                                     |                          |         |                              |
|-------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|---------|------------------------------|
| Kihi nimetus                                                      | Kihi paksus | Kihi elast-<br>susmoodul<br>$E_{\text{ekv}}$<br>arvutamiseks | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>nihkele | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>paindele | Arvutatud<br>tõmbe-<br>pinged $R_{\text{max}}$ | Lubata-<br>vad<br>tõmbe-<br>pinged $R_{\text{lub}}$ | Sise-<br>hõõrde-<br>nurk | Nidusus | Kihtide<br>seotistegur<br>K3 |
|                                                                   | cm          | MPa                                                          | MPa                                                 | MPa                                                  | MPa                                            | MPa                                                 | Kraad                    | C       |                              |
| Pinnatud freespurukate                                            | 8.0         | 400                                                          |                                                     |                                                      |                                                |                                                     |                          |         |                              |
| Tm_150 [Gr - Kruuspinna]                                          | 26.0        | 150                                                          |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 43.0                     | 0.010   | 8.0                          |
| D - tolmne saviliiv, raske tolmne saviliiv, tolmne kerge liivsavi |             | 55.3                                                         |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 21.2                     | 0.024   | 1.5                          |

| ARVUTUSE TULEMUSED                                    |                   |                          |                  |                  |        |                                   |                                 |                                   |
|-------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------------|--------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Kihi nimetus                                          | Kihi paksus<br>cm | Tugevuse näitaja         |                  |                  |        | Üldine elastsus-<br>moodul<br>Mpa | Vajalik elastsus-<br>moodul MPa | Arvutuslik niiskus W1<br>või Warv |
|                                                       |                   | Kriteerium               | Nihkepinged MPa  |                  | Varu % |                                   |                                 |                                   |
|                                                       |                   |                          | t <sub>arv</sub> | t <sub>lub</sub> |        |                                   |                                 |                                   |
|                                                       |                   | Üldine elastsusmoodul    |                  |                  | 4.8%   | 114.07                            | 160.00                          |                                   |
| Pinnatud freespurukate                                | 8.0               |                          |                  |                  |        | 114.07                            |                                 |                                   |
| Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]                             | 26.0              | Nihkepinged              | 0.0447           | 0.0920           | 51.4%  | 90.53                             |                                 |                                   |
| D - tolmne saviliiv, raske tolmne saviliiv, tolmne ke |                   | Nihkepinged aluspinnasel | 0.0406           | 0.0414           | 1.8%   |                                   |                                 | 0.646                             |
| Katendi kogupaksus                                    | 34.0              |                          |                  |                  |        | Parandustegur Δ                   |                                 | 0.000                             |

#### Lõik 4: km 7.060...7.350:

- puhastada olemasolevad kraavid 0.5 m sügavuselt. Eemaldada kogu lõigu pikkuses tee ääres olevad servavallid;
- profileerida tee kogu laiuses nii, et lõikamissügavus oleks min. 10 cm, mis võimaldab muuta katte ühtlasemaks;
- paigaldada 10 cm optimaalset purustatud kruusasegu (pos 5 või 6), mille peale 8 cm freespuuru;
- pinnata tee 2.5xE.

#### Lõik 5: km 7.350...7.600:

- lõigus on oluline juhtida ära potentsiaalne vesi, mis väljub keset tõusu. Selleks on vaja kasutada hästifiltreeruvat materjali, mis peaks olema fraktsioneeritud (16/32) või ridakillustik (4/32). Lõigu katendiarvutus on näidatud tabelis 6.
- kaevata kungas tabelis 6 näidatud katendi võrra madalamaks kraavi põhjast kraavi põhjani. Kuna põhi peab olema 4% kahepoolse kaldega;
- paigaldada II profiili eraldav geotekstiil;
- ehitada välja tabelis 6 näidatud konstruktsioon nii, et tee ja kõrval oleva maapinna vahele moodustuks kraav ning pinnata tee 2.5xE.

Tabel 6

## Lõigu 5 katendiarvutus

| ARVUTUSE KÄIK                                                  |             |                                                       |                                                     |                                                      |                                         |                                              |                          |         |                              |
|----------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------|---------|------------------------------|
| Kihi nimetus                                                   | Kihi paksus | Kihi elast-<br>susmoodul<br>$E_{ekv}$<br>arvutamiseks | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>nihkele | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>paindele | Arvutatud<br>tõmbe-<br>pinged $R_{max}$ | Lubata-<br>vad<br>tõmbe-<br>pinged $R_{lub}$ | Sise-<br>hõõrde-<br>nurk | Nidusus | Kihtide<br>seotistegur<br>K3 |
|                                                                | cm          | MPa                                                   | MPa                                                 | MPa                                                  | MPa                                     | MPa                                          | Kraad                    | C       |                              |
| Pinnatud freespurukate                                         | 8.0         | 400                                                   |                                                     |                                                      |                                         |                                              |                          |         |                              |
| Reakillustik, mittestandardne killustikusegu                   | 25.0        | 200                                                   |                                                     |                                                      |                                         |                                              | 45.0                     | 0.040   | 9.0                          |
| D - tolme saviliiv, raske tolme saviliiv, tolme kerge liivsavi |             | <b>55.3</b>                                           |                                                     |                                                      |                                         |                                              | 21.2                     | 0.024   | 1.5                          |

| ARVUTUSE TULEMUSED                                 |                   |                          |                  |                  |        |                                   |                                 |                                |
|----------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------------|--------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Kihi nimetus                                       | Kihi paksus<br>cm | Tugevuse näitaja         |                  |                  |        | Üldine elastsus-<br>moodul<br>Mpa | Vajalik elastsus-<br>moodul MPa | Arvutuslik niiskus W1 või Warv |
|                                                    |                   | Kriteerium               | Nihkepinged MPa  |                  | Varu % |                                   |                                 |                                |
|                                                    |                   |                          | t <sub>arv</sub> | t <sub>lub</sub> |        |                                   |                                 |                                |
|                                                    |                   | Üldine elastsusmoodul    |                  |                  | 14.6%  | 124.70                            | 160.00                          |                                |
| Pinnatud freespurukate                             | 8.0               |                          |                  |                  |        | 124.70                            |                                 |                                |
| Reakillustik, mittestandardne killustikusegu       | 25.0              |                          |                  |                  |        | 100.96                            |                                 |                                |
| D - tolme saviliiv, raske tolme saviliiv, tolme ke |                   | Nihkepinged aluspinnasel | 0.0393           | 0.0414           | 5.0%   |                                   |                                 | 0.646                          |
| Katendi kogupaksus                                 | 33.0              |                          |                  |                  |        | Parandustegur Δ                   |                                 | 0.000                          |

## Lõik 6: km 7.600...8.330:

1. puhastada olemasolevad kraavid 0.5 m sügavuselt. Eemaldada kogu lõigu pikkuses tee ääres olevad servavallid;
2. profileerida tee kogu laiuses nii, et lõikamissügavus oleks vähemalt aukude sügavuselt. Tagada põiklalle 4%;
3. km 8.0 mahaõidu juures oli kevadise vaatluse ajal tee keskel pehme koht – paigaldada sinna II profiili geotekstiil vahemikus km 7.99...8.04 (50 m, joonis 17);
4. paigaldada 20 cm kruuspinnast;
5. paigaldada 8 cm freespuru, mis pinnata 2.5xE.



Joonis 17. Geotekstiili paigaldamise koht km 7.99...8.04 (Maa-amet).



#### Lõik 7: km 8.330...8.620:

1. puhastada olemasolevad kraavid 0.5 m sügavuselt. Eemaldada kogu lõigu pikkuses tee ääres olevad servavallid;
2. profileerida tee kogu laiuses nii, et lõikamissügavus oleks min. 10 cm, mis võimaldab muuta katte ühtlasemaks. Tagada põikkalle 4%;
3. paigaldada 10 cm optimaalset purustatud kruusasegu (pos. 5 või 6), mille peale 8 cm freespuru;
4. pinnata tee 2.5xE.

#### Lõik 8: km 8.620...8.830:

1. kasutada sama lahendust, mis lõigus 5.

#### Lõik 9: km 8.830...9.500:

1. eemaldada tee servast vee äravoolu takistavad servavallid;
2. profileerida tee kogu laiuses nii, et lõikamissügavus oleks min. 10 cm, mis võimaldab muuta katte ühtlasemaks;
3. paigaldada 8 cm freespuru, mis pinnata 2.5xE.

#### Lõik 10: km 9.500...9.700:

1. kasutada sama lahendust, mis lõigus 5.

#### Lõik 11: km 9.700...10.979:

1. puhastada olemasolevad kraavid 0.5 m sügavuselt ja kaevata uued 0.5 m sügavused kraavid mõlemale poole teed km 9.720...9.860 ja paremale poole teed km 10.350...10.700. Eemaldada tee servast vee äravoolu takistavad servavallid;
2. profileerida tee kogu laiuses nii, et lõikamissügavus oleks min. 10 cm, mis võimaldab muuta katte ühtlasemaks. Tagada põikkalle sirgetel 4% ja kurvides kuni 6%.
3. paigaldada 10 cm optimaalset purustatud kruusasegu (pos. 5 või 6), mille peale 8 cm freespuru;
4. pinnata tee 2.5xE.

### **8. Muud**

Tööd tuleb sooritada lähtudes Tee ehitamise kvaliteedi nõuetest, kus on muuhulgas kirjeldatud aluse ehitamiseks kasutatava kruuspinnase vajalikud omadused:

„Sidumata segudest aluste ehitamiseks teedel, mille keskmine liiklussagedus on alla 200 auto ööpäevas, võib kasutada mineraalmaterjale, millel on täidetud järgnevad nõuded:

1. tera läbimõõt D on vähemalt 16 mm;
2. vastavalt standardile EVS-EN 13285 on soovitatav terakoostise kategooria valida kas G<sub>A</sub>, G<sub>B</sub>, G<sub>C</sub>, G<sub>O</sub>, G<sub>P</sub> või G<sub>E</sub>, samas peenosiste sisaldus peab vastama vähemalt kategooriale UF<sub>7</sub>;
3. jämetäitematerjali purustatud pindadega terade sisaldus peab vastama vähemalt kategooriale C 50 ja purunemiskindluse maksimaalväärtuse kategooria peab olema vähemalt LA<sub>40</sub>.“

Lisaks tuleb killustiku kasutamisel lähtuda Maanteeameti Killustikust katendikihtide ehitamise juhise, pindamisel lähtuda Maanteeameti Pindamisjuhise ja geosünteedide kasutamisel tuleb lähtuda nende paigaldusjuhendist.

Tee ääres on üldiselt olemas madalad kraavid, kuid need tuleb puhastada. Teetööde tehnilises kirjelduses öeldakse, et oleva kraavi põhi ja nõlvad tuleb puhastada kaevates kuni 0,5 m sügavuselt, sealjuures jälgides, et oleks tagatud minimaalne nõutav kraavi pikikalle ja minimaalne lubatav muldkeha nõlvus. Koos kraavide puhastamise ja süvendamisega tuleb üle vaadata kõik objektile olevad truubid, et need oleks puhtad ja toimimine tagatud.

Võsa on enamasti teest piisavalt kaugel, kuid eemaldada tuleks järgmistes kohtades olev võsa ja seal olevad puud:

- km 10.25...10.35 väliskurvis olev võsa (ca 100 m<sup>2</sup>, lisaks ka 7 teele kõige lähemal olevat puud);
- km 9.30...9.40 vasakul teepoolel olev võsa (ca 100 m<sup>2</sup>);
- km 9.11...9.19 vasakul teepoolel olev võsa (ca 80 m<sup>2</sup>, lisaks ka 3 teele lähedal olevat puud);
- mahasõidu juures km 8.990 olev nähtavust piirav võsa (ca 20 m<sup>2</sup>);
- võsa vasakul teepoolel oleva Aru bussipeatuse ümber km 8.839 (ca 20 m<sup>2</sup>);
- paremal teepoolel olev võsa vahemikus km 8.35...8.50 (ca 120 m<sup>2</sup>);
- paremal teepoolel olev võsa vahemikus km 6.3...6.4 (ca 100 m<sup>2</sup>).

Kõik mahasõidud tuleb olemasoleva teega kokku viia kasutades tabelis 7 olevaid orienteeruvaid kihipaksusi ja materjale. Punasega märgitud mahasõitude puhul on ette nähtud huumuskihi eemaldamine ja tõstmine kruuspinnasega tõstmine olemasoleva teega samale tasemele. Rohelisega märgitud mahasõidud tuleks viia tolmuva katte alla, sama kehtib järgmistele ristmikele:

- km 6.508 ristumine teega nr 22196 (k.a vasakul pool olev ümberpööratav koht);
- km 10.958 ristumine teega nr 22153.

Tabel 7

## Mahasõitute lahendused

| Asukoht |         | Liigitus    | Mahasõidutee kasutusotstarve | Mahasõidutee nimi | Laius |  | Kruus, cm | Opt. segu, cm | Freespuru, cm | Pindamine |
|---------|---------|-------------|------------------------------|-------------------|-------|--|-----------|---------------|---------------|-----------|
| 4906    | paremal | eratee      | põllu- ja metsamajandus      | metsatee          | 3,0   |  |           |               | 8             | jah       |
| 5190    | paremal | eratee      | põllu- ja metsamajandus      | põld              | 3,0   |  | 20        |               |               |           |
| 5402    | paremal | eratee      | põllu- ja metsamajandus      | põld              | 3,0   |  | 20        |               |               |           |
| 5404    | vasakul | eratee      | elukohta sissesõit           | tal               | 3,0   |  |           | 10            | 8             | jah       |
| 5534    | vasakul | kohalik tee | piiramata otstarbega         | suurem tee        | 5,0   |  |           | 10            | 8             | jah       |
| 5536    | paremal | kohalik tee | piiramata otstarbega         | suurem tee        | 5,0   |  |           | 10            | 8             | jah       |
| 5687    | paremal | eratee      | põllu- ja metsamajandus      | põld              | 3,0   |  | 10        |               |               |           |
| 6160    | vasakul | kohalik tee | piiramata otstarbega         | tee               | 4,0   |  |           | 10            | 8             | jah       |
| 6165    | paremal | kohalik tee | piiramata otstarbega         | suurem tee        | 5,0   |  |           | 10            | 8             | jah       |
| 6282    | vasakul | eratee      | elukohta sissesõit           | tal               | 3,0   |  |           | 10            | 8             | jah       |
| 6435    | paremal | eratee      | elukohta sissesõit           | tal               | 3,0   |  | 20        |               |               |           |
| 6505    | paremal | kohalik tee | piiramata otstarbega         | suurem tee        | 5,0   |  |           | 10            | 8             | jah       |
| 6570    | paremal | eratee      | põllu- ja metsamajandus      |                   |       |  | 20        |               |               |           |
| 6983    | paremal | eratee      | põllu- ja metsamajandus      | põld              | 3,0   |  | 10        |               |               |           |
| 6983    | vasakul | eratee      | põllu- ja metsamajandus      | põld              | 3,0   |  | 10        |               |               |           |
| 7636    | vasakul | eratee      | põllu- ja metsamajandus      | põld              | 3,5   |  | 20        |               |               |           |
| 7692    | paremal | kohalik tee | piiramata otstarbega         | suurem tee        | 5,0   |  |           | 15            | 8             | jah       |
| 7842    | vasakul | eratee      | elukohta sissesõit           | talud             | 4,0   |  |           | 15            | 8             | jah       |
| 7896    | vasakul | eratee      | põllu- ja metsamajandus      | põld              | 3,0   |  | 30        |               |               |           |
| 8019    | paremal | eratee      | elukohta sissesõit           | tal               | 3,0   |  |           | 10            | 8             | jah       |
| 8136    | paremal | eratee      | elukohta sissesõit           | tal               | 3,0   |  |           | 10            | 8             | jah       |
| 8236    | vasakul | eratee      | põllu- ja metsamajandus      | võsa              | 3,0   |  | 20        |               |               |           |
| 8340    | paremal | eratee      | karjäär                      | Põrgumäe karjäär  | 5,0   |  |           | 10            | 8             | jah       |
| 8388    | vasakul | eratee      | põllu- ja metsamajandus      | põld, võsa        | 3,0   |  | 20        |               |               |           |
| 8756    | paremal | eratee      | põllu- ja metsamajandus      | põld, võsa        | 3,0   |  | 20        |               |               |           |
| 8942    | vasakul | eratee      | elukohta sissesõit           | tal               | 3,0   |  |           |               | 8             | jah       |
| 8961    | paremal | eratee      | elukohta sissesõit           | tal               | 4,0   |  |           |               | 8             | jah       |
| 8990    | vasakul | eratee      | elukohta sissesõit           | tal               | 4,0   |  |           |               | 8             | jah       |
| 9467    | vasakul | eratee      | elukohta sissesõit           | tal               | 3,0   |  |           | 10            |               |           |
| 9650    | paremal | eratee      | elukohta sissesõit           | tal               | 3,0   |  |           | 10            | 8             | jah       |
| 9699    | vasakul | eratee      | karjäär                      | Karjäärve karjäär | 5,0   |  |           | 0             | 10            | jah       |
| 9720    | vasakul | eratee      | karjäär                      | Karjäärve karjäär | 5,0   |  |           | 0             | 10            | jah       |
| 10009   | paremal | eratee      | elukohta sissesõit           | tal               | 3,0   |  |           | 10            | 8             | jah       |
| 10118   | vasakul | eratee      | põllu- ja metsamajandus      | karjatee          | 3,0   |  |           | 10            |               |           |
| 10421   | paremal | eratee      | elukohta sissesõit           | elamu -hoov       | 3,0   |  |           | 10            |               |           |
| 10631   | paremal | kohalik tee | elukohta sissesõit           | tal               | 4,0   |  |           | 10            | 8             | jah       |
| 10833   | paremal | eratee      | põllu- ja metsamajandus      | põld              | 3,0   |  |           | 10            |               |           |

| Spets nr. | Töö nimetus                                                                                               | Ühik | maht     | 4811-5200 | 5200-6880 | 6880-7060 | 7060-7350 | 7350-7600 | 7600-8330 | 8330-8620 | 8620-8830 | 8830-9500 | 9500-9700 | 9700-10979 |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
|           | <b>Ettevalmistustööd</b>                                                                                  |      |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |
| 20202     | Raadamine, juurimine ja teemaa-ala puhastamine (korrastada nii, et oleks võimalik hooldus mehhanismidega) | m²   | 540      |           | 100       |           |           |           |           | 120       |           | 220       |           | 100        |
| 20208     | Üksikpuude langetamine koos kändude juurimisega (freesimisega)                                            | tk   | 10       |           |           |           |           |           |           |           |           | 3         |           | 7          |
| 20301     | Liiklusmärkide eemaldamine (koos postide ja vundamendiga) ja hilisem tagasipaigaldus                      | tk   | 7        |           |           |           |           |           | 2         |           | 1         | 2         |           | 2          |
| 20305     | Tähispostide eemaldamine ja hilisem tagasipaigaldus                                                       | tk   | 23       |           | 10        |           | 2         |           | 2         | 2         |           | 2         |           | 5          |
|           | <b>Mullatööd</b>                                                                                          |      |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |
|           | <b>Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine KOKKU</b>                                                      |      | 2 630    |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |
| 30103     | Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine (teepeenarde kultuurikihi koorimine)                              | m³   | 110      | 7.8       | 34        |           | 6         |           | 15        | 6         |           | 13        |           | 29         |
|           | Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine (olemasolevatelt mahasõitudelt kultuurikihi eemaldamine)          | m³   | 6        |           | 1.8       | 1.2       |           |           | 1.2       | 0.6       | 0.6       |           |           | 0.6        |
|           | Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine (külmakerked)                                                     | m³   | 2 514    |           |           | 551       |           | 744       |           |           | 625       |           | 595       |            |
| 30603     | Oleva mulde pealispinna planeerimine ja tihendamine                                                       | m²   | 51 394   | 3 112     | 13 440    | 1 530     | 2 465     | 2 125     | 6 205     | 2 465     | 1 785     | 5 695     | 1 700     | 10 872     |
| 30301     | Truupide puhastamine sh sisse-väljavoolude kultuurikihi eemaldamine                                       | m    | 192      | 22        | 68        |           |           | 18        | 20        | 19        | 12        | 14        |           | 20         |
| 30201     | Kraavide puhastamine                                                                                      | m    | 6 250    |           | 2 800     |           | 140       |           | 1 460     | 420       |           |           |           | 1 430      |
| 30107     | Uute kraavide kaevamine (h = 0.5 m)                                                                       | m³   | 70       |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 70         |
| 30701     | Geotekstiil, eraldav (II profiil)                                                                         | m²   | 7 120    |           |           | 1 440     |           | 2 000     | 400       |           | 1 680     |           | 1 600     |            |
|           | <b>Muldkeha ehitamine KOKKU</b>                                                                           |      | 10       |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |
| 30402     | Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest (mahasõidud). Looduslik kruus.                               | m³   | 10       |           | 3.6       | 1.2       |           |           | 2.4       | 1.2       | 1.2       |           |           | 0.6        |
|           | <b>Katendid</b>                                                                                           |      |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |
| 40507     | Kruusaluse rajamine keskmise laiusega 7.5 m, h = 20 cm                                                    | m²   | 5 475.0  |           |           |           |           |           | 5 475     |           |           |           |           |            |
| 40507     | Kruusaluse rajamine keskmise laiusega 7.5 m, h = 26 cm                                                    | m²   | 1 350.0  |           |           | 1 350     |           |           |           |           |           |           |           |            |
| 40501     | Killustikaluse rajamine keskmise laiusega 7.5 m, h = 25 cm                                                | m²   | 4 950.0  |           |           |           |           | 1 875     |           |           | 1 575     |           | 1 500     |            |
| 40511     | Optimaalse segu (pos 5 või 6) paigaldus laiusega 7.1 m, h = 10 cm                                         |      | 13 198.9 |           |           |           | 2 059     |           |           | 2 059     |           |           |           | 9 081      |
| 40511     | Optimaalse segu (pos 5 või 6) paigaldus laiusega 7.1 m, h = 12 cm                                         | m²   | 11 928.0 |           | 11 928    |           |           |           |           |           |           |           |           |            |
| 44006     | Freepurukatte rajamine laiusega 7.0 m, h = 8 cm                                                           | m²   | 43 176.0 | 2 723     | 11 760    | 1 260     | 2 030     | 1 750     | 5 110     | 2 030     | 1 470     | 4 690     | 1 400     | 8 953      |
| 44005     | Pindamine 2.5xE (eelpuistega 2x pindamine) laiusega 6 m                                                   | m²   | 37 008.0 | 2 334     | 10 080    | 1 080     | 1 740     | 1 500     | 4 380     | 1 740     | 1 260     | 4 020     | 1 200     | 7 674      |
| 44501     | Mahasõitude ehitamine/Purustatud kruusast sirbikujulise profiiliga kate. MS tüüp I, keskmine h = 10 cm    | m²   | 800.0    |           | 280       |           |           |           | 160       | 40        |           |           | 80        | 240        |
| 44006     | Mahasõitude freepurukatte ehitamine, h = 8 cm                                                             | m²   | 900.0    | 100       | 280       |           |           |           | 160       | 40        |           | 120       | 80        | 120        |
| 44005     | Mahasõitude pindamine 2.5xE                                                                               | m²   | 900.0    | 100       | 280       |           |           |           | 160       | 40        |           | 120       | 80        | 120        |

# KULULOEND

Kõik maksumused EUR

| Art nr        | Töö kirjeldus                                      | Möödühik  | Maht | Ühiku hind | Maksumus |
|---------------|----------------------------------------------------|-----------|------|------------|----------|
| 1             | 2                                                  | 3         | 4    | 5          | 6        |
| Nr 1: ÜLDISED |                                                    |           |      |            |          |
| 10201         | Proovivõtt ja katsetamine                          | kogusumma | 1    | 500.00     | 500.00   |
| 10202         | Load. sh kommunikatsiooni valdajate kooskõlastused | kogusumma | 1    | 100.00     | 100.00   |
| 10203         | Infotahvliid                                       | kogusumma | 1    | 100.00     | 100.00   |
| 10204         | Tööpiirkonna korrashoid                            | kogusumma | 1    | 100.00     | 100.00   |
| 10206         | Tööohutus                                          | kogusumma | 1    | 50.00      | 50.00    |
| 10207         | Keskkonnanõuded                                    | kogusumma | 1    | 50.00      | 50.00    |
| 10211         | Tööde mõõdistamine ja märkimistööd                 | kogusumma | 1    | 100.00     | 100.00   |

Kokku ÜLDISED **1000.00**

## Nr 2: EHITUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE LÕIGUL

|       |                                                                                                                           |    |     |       |        |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|-------|--------|
| 20202 | Raadamine, juurimine ja teemaa-ala puhastamine (korrastada nii, et oleks võimalik hooldus mehhanismidega)                 | m² | 540 | 0.59  | 318.60 |
| 20208 | Üksikpuude langetamine koos kändude juurimisega (freesimisega)                                                            | tk | 10  | 64.41 | 644.10 |
| 20301 | Liiklusemärgi eemaldamine (koos postidega, vundamentidega jne.) ja hilisem tagasipaigaldus (kui jäävad ehitustöödel ette) | tk | 7   | 20.00 | 140.00 |
| 20305 | Tähispostide eemaldamine ja hilisem tagasipaigaldus (kui jäävad ehitustöödel ette)                                        | tk | 23  | 15    | 345.00 |

Kokku EHITUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE LÕIGUL **1447.70**

## Nr 3: MULLATÖÖD

|       |                                                                     |    |       |       |          |
|-------|---------------------------------------------------------------------|----|-------|-------|----------|
| 30103 | Sobimatu pinnase kaevamine                                          | m³ | 2630  | 3.25  | 8548.35  |
| 30603 | Oleva mulde pealispinna planeerimine ja tihendamine                 | m² | 51394 | 0.50  | 25696.75 |
| 30301 | Truupide puhastamine sh sisse-väljavoolude kultuurikihi eemaldamine | m  | 192   | 23.51 | 4520.97  |
| 30201 | Kraavide puhastamine                                                | m  | 6250  | 4.27  | 26687.50 |
| 30107 | Uute kraavide kaevamine (h = 0.5 m)                                 | m³ | 70    | 3.25  | 227.50   |
| 30701 | Geotekstiil, eraldav (II profiil)                                   | m² | 7120  | 0.82  | 5838.40  |
| 30402 | Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest (mahasõidud).          | m³ | 10    | 31.08 | 317.02   |

Kokku MULLATÖÖD **71836.48**

## Nr 4: KATEND

|       |                                                                                                        |    |         |      |          |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------|------|----------|
| 40507 | Kruusaluse rajamine keskmise laiusega 7.5 m, h = 20 cm                                                 | m² | 5475    | 2.97 | 16260.75 |
| 40507 | Kruusaluse rajamine keskmise laiusega 7.5 m, h = 26 cm                                                 | m² | 1350    | 3.86 | 5211.00  |
| 40501 | Killustikaluse rajamine keskmise laiusega 7.5 m, h = 25 cm                                             | m² | 4950    | 7.87 | 38956.50 |
| 40511 | Optimaalse segu (pos 5 või 6) paigaldus laiusega 7.1 m, h = 10 cm                                      | m² | 13198.9 | 2.9  | 38276.81 |
| 40511 | Optimaalse segu (pos 5 või 6) paigaldus laiusega 7.1 m, h = 12 cm                                      | m² | 11928   | 3.47 | 41390.16 |
| 44006 | Freepurukatte rajamine laiusega 7.0 m, h = 8 cm                                                        | m² | 43176   | 1.06 | 45766.56 |
| 44005 | Pindamine 2.5xE (celpuistega 2x pindamine) laiusega 6 m                                                | m² | 37008   | 2.20 | 81417.60 |
| 44501 | Mahasõitude ehitamine/Purustatud kruusast sirbikujulise profiiliga kate. MS tüüp I, keskmine h = 10 cm | m² | 800     | 6    | 4800.00  |
| 44006 | Mahasõitude freepurukatte ehitamine, h = 8 cm                                                          | m² | 900     | 2.5  | 2250.00  |
| 44005 | Mahasõitude pindamine 2.5xE                                                                            | m² | 900     | 4.50 | 4050.00  |

Kokku **278379.38**

**KOKKU ptk-d 352663.56**

ETTENÄGEMATA TÖÖD 5% **17633.18**

**KOKKU KOOS ETTENÄGEMATA TÖÖDEGA 370296.74**

KÄIBEMAKS 20% **74059.35**

**KOKKU KÄIBEMAKSUGA 444356.09**

Märkused:



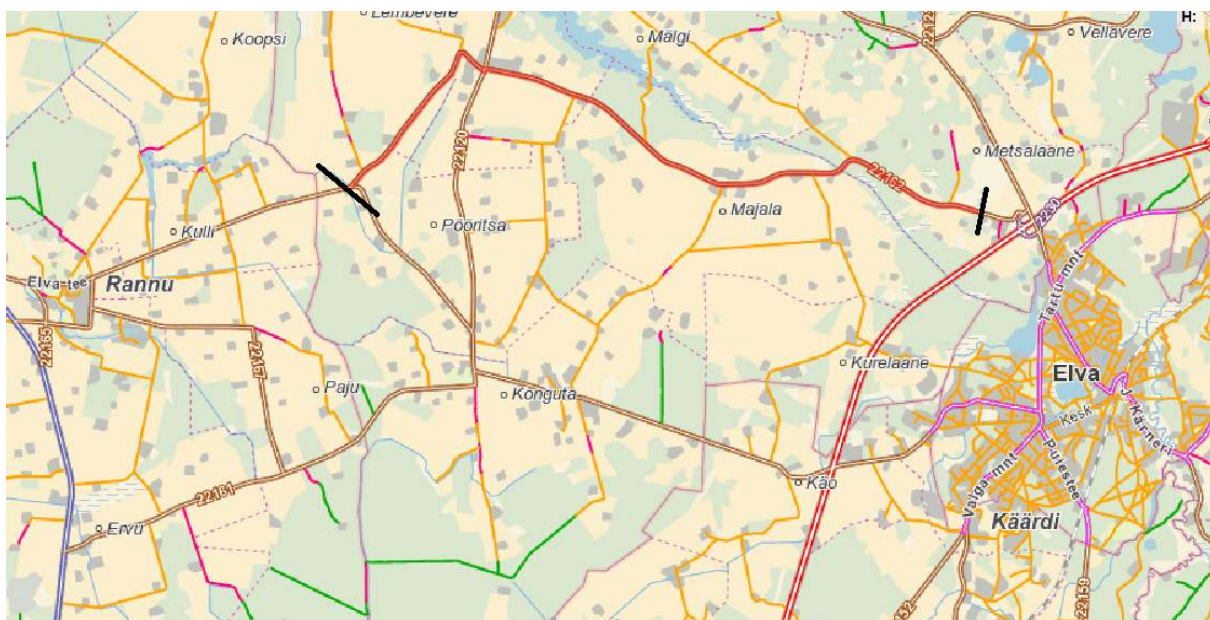
## Tee nr. 22162 Metsalaane – Kulli km 0,698 – 9,221

Tee seisukorra hindamiseks ja sobiliku remondimeetme valikuks koguti järgnevat infot:

- varakevadine visuaalne vaatus;
- info kogumine andmebaasidest (Maa-ameti mullakaart, Teeregister);
- kandevõimemõõtmised FWD-seadmega kevadel;
- maaradari ülesõit koos tee ülesfilmimisega hiliskevadel (kui teekate on kuiv ja maapind tahenenud);
- geoloogiliste puuraukude puurimine kohtadesse, mis on valitud vastavalt objekti visuaalsele vaatlusele ja FWD tulemuste analüüsile.

### 1. Objekti asukoht

Objekti asukoht on näidatud joonisel 1.



Joonis 1. Tee nr. 22162 Metsalaane – Kulli km 0,698 – 9,221 asukoht (Teeregister)

### 2. Tee üldiseloomustus Teeregistri põhjal

Teeregistri alusel on tegemist V-klassi maanteega.

Kruusatee väljaehitamise tase on lõigus km 0.698...2.440 „5“ ja lõigus km 2.440...6.802 „4“. Ülejäänud tee osas hindamist pole tehtud.

Sõidutee laius on kogu teel 6.0 m, kuid katte ja mulde laiused vahelduvad suuresti (tabel 1).

Tabel 1

## Tee laiused

| Algus | Lopp | Pikkus | Katte laius | Sõidutee laius | Vasak peenar | Parem peenar | Mulde laius | Pindala |
|-------|------|--------|-------------|----------------|--------------|--------------|-------------|---------|
| 698   | 4500 | 3802   | 8,5         | 6,0            | 0,0          | 0,0          | 8,5         | 32317   |
| 4500  | 4700 | 200    | 7,5         | 6,0            | 0,0          | 0,0          | 7,5         | 1500    |
| 4700  | 5600 | 900    | 8,0         | 6,0            | 0,0          | 0,0          | 8,0         | 7200    |
| 5600  | 6802 | 1202   | 8,5         | 6,0            | 0,0          | 0,0          | 8,5         | 10217   |
| 6802  | 6830 | 28     | 6,6         | 6,0            | 0,75         | 0,75         | 8,1         | 185     |
| 6830  | 6860 | 30     | 6,1         | 6,0            | 2,0          | 1,5          | 9,6         | 183     |
| 6860  | 6866 | 6      | 6,0         | 6,0            | 1,5          | 1,5          | 9,0         | 36      |
| 6889  | 6948 | 59     | 6,0         | 6,0            | 1,5          | 1,5          | 9,0         | 354     |
| 6948  | 9221 | 2273   | 7,0         | 6,0            | 0,0          | 0,0          | 7,0         | 15911   |
| 9221  | 9255 | 34     | 6,0         | 6,0            | 1,0          | 1,0          | 8,0         | 204     |

Liiklussagedus 2016 vahemikus km 0.698...6.866 on 178 AKÖL (sõiduaudod ja pakiaudod 95%, veoaudod ja autobussid 5%, autorongid 0%, arvuliselt sõiduaudod ja pakiaudod 168, veoaudod ja autobussid 9 ja autorongid 1 a/ööp).

Liiklussagedus 2016 vahemikus km 6.889...9.221 on 123 AKÖL (sõiduaudod ja pakiaudod 92%, veoaudod ja autobussid 4%, autorongid 4%, arvuliselt sõiduaudod ja pakiaudod 111, veoaudod ja autobussid 6 ja autorongid 6 a/ööp).

Koormussageduse arvutamiseks on veoaudode ja autobusside siirdetegur 2.67 ja autorongidel 3.76. Tee rajategur on 0.55. Aasta 2016 andmetele tuginedes on koormussagedus järgmine:

- $Q_{\text{km } 0.698 \dots 6.866} = (9 \cdot 2.67 + 1 \cdot 3.76) \cdot 0.55 = 15.3 \text{ V}_1/\text{ööp}$ , mis teeb  $E_{\text{vaj}} = 138.9 \text{ MPa}$ .
- $Q_{\text{km } 6.889 \dots 9.221} = (6 \cdot 2.67 + 6 \cdot 3.76) \cdot 0.55 = 21.2 \text{ V}_1/\text{ööp}$ , mis teeb  $E_{\text{vaj}} = 148.8 \text{ MPa}$ .

Peale tolmuvaaba katte ehitust tõenäoliselt liiklussagedus suureneb. Tavaliselt eeldatakse liikluse kasvu 1.5% aastas, kuid antud juhul võib kasv olla suurem, kuna teeolud muutuvad oluliselt paremaks.

Siirdekateni arvutuslik eluiga on 7 aastat ja kasutades 1.5% aastast kasvu, saadakse:

- km 0.698...6.866: 200 AKÖL. Kui liikluse koosseis jääb samaks, saadakse  $Q = (10 \cdot 2.67 + 2 \cdot 3.76) \cdot 0.55 = 18.8 \text{ V}_1/\text{ööp}$ , mis teeb  $E_{\text{vaj}} = 145.2 \text{ MPa}$ ;
- km 6.889...9.221: 139 AKÖL. Kui liikluse koosseis jääb samaks, saadakse  $Q = (8 \cdot 2.67 + 8 \cdot 3.76) \cdot 0.55 = 28.3 \text{ V}_1/\text{ööp}$ , mis teeb  $E_{\text{vaj}} = 157.6 \text{ MPa}$ .

Arvestades, et tõenäoliselt suureneb liiklussagedus teel peale tolmuvaaba katte rajamist vähemalt esimestel aastatel enam, kui 1.5%, kasutatakse katendiarvutuses lõigul:

- **km 0.698...6.866  $E_{\text{vaj}} = 150 \text{ MPa}$  ja**
- **km 6.889...9.221  $E_{\text{vaj}} = 160 \text{ MPa}$ .**

Katendikihtide osas on Teeregistris info, et km 6.948...9.221 on aastal 1978 ehitatud purustatud kruusliivast (optimaalne segu) kate.

Kattekihtide osas on Teeregistris toodud välja, et km 0.698...6.802 on aastast 1978 pärinev kruuskate, kuigi objekti vaatluse alusel peab olema seda uuendatud ka hiljem. Km 6.948...9.221 on aastal 2016

paigaldatud keskmiselt 11 cm paksune uus kulumiskiht. Vahepealsel lõigul ehk km 6.802...6.948 paikneb ristumine riigiteega nr 22120, mille mahasõidud teele 22162 on tehtud mustkatttega aastal 1982.

Tuginedes objekti vaatlusele, on Teeregistri andmed truupide ja mahasõitude osas puudulikud. Järgnevalt on neid täiendatud – lisandunud truupide asukohad on välja toodud eraldi, mahasõitude info on lisatud tabelisse.

Teeregistri alusel asub objektil 15 truupi, millest 4 vajavad korrastamist või välja vahetamist (tabelis 2 märgitud punasega). Maaradariprofiililt nähtub, et truubid asuvad veel:

- km 2.220;
- km 3.510;
- km 3.970;
- km 4.220.

Objektil on „lisatruubid“ tähistatud ka tähispostidega. Erinevus Teeregistri andmetega on veel see, et km 1.608 asub plastiktruup, mitte raudbetoonist truup.

Tabel 2

#### Objekti truubid

| Asukoht | Ehitusaasta | Truubi pikkus | Päiste olemasolu | Ava 1 läbimõõt | Seisukord                             | Truubi ehitamise materjal | Märkused  |
|---------|-------------|---------------|------------------|----------------|---------------------------------------|---------------------------|-----------|
| 865     | 1965        | 11,5          | päised on        | 0,5            | esineb üksikuid pisipuudusi (hea)     | raudbetoon                |           |
| 1176    | 1965        | 10,0          | päiseid ei ole   | 0,5            | esineb üksikuid pisipuudusi (hea)     | raudbetoon                |           |
| 1608    | 1965        | 10,4          | päised on        | 0,75           | väga hea                              | raudbetoon                |           |
| 2409    | 1965        | 11,3          | päised on        | 1,5            | esineb üksikuid pisipuudusi (hea)     | raudbetoon                |           |
| 3287    | 1965        | 11,7          | päised on        | 0,75           | esineb üksikuid pisipuudusi (hea)     | raudbetoon                |           |
| 4417    | 1965        | 9,5           | päiseid ei ole   | 0,5            | kuni 1/3 läbimõõdust umbes (rahuldav) | raudbetoon                | 1/3 kinni |
| 4588    | 1965        | 11,0          | päised on        | 0,5            | kuni 1/3 läbimõõdust umbes (rahuldav) | raudbetoon                | 1/2 kinni |
| 4909    | 1960        | 12,2          | päised on        | 0,5            | kuni 1/3 läbimõõdust umbes (rahuldav) | raudbetoon                | 1/3 kinni |
| 5145    | 1960        | 17,1          | päised on        | 0,75           | esineb üksikuid pisipuudusi (hea)     | raudbetoon                |           |
| 5442    | 1960        | 13,4          | päised on        | 0,5            | esineb üksikuid pisipuudusi (hea)     | raudbetoon                |           |
| 5881    | 1960        | 15,0          | päised on        | 1,0            | kuni 1/3 läbimõõdust umbes (rahuldav) | raudbetoon                |           |
| 6828    | 1960        | 11,4          | päised on        | 0,75           | esineb üksikuid pisipuudusi (hea)     | raudbetoon                |           |
| 7476    | 2016        | 12,0          | päiseid ei ole   | 0,5            |                                       | plast                     |           |
| 7842    | 2016        | 12,0          | päiseid ei ole   | 0,5            |                                       | plast                     |           |
| 9208    | 2016        | 12,0          | päiseid ei ole   | 0,5            |                                       | plast                     |           |

Mahasõidud on esitatud tabelis 3, milles rohelisega märgitud on ristumised suuremate kohalike teedega. Punasega märgitud on rohtukasvanud mahasõidud, millelt tuleb eemaldada kasvupinnas. Andmed mahasõitude kohta on võrreldes Teeregistriga uuendatud ehk täpsustatud on mõningaid asukohti ja lisatud on uusi mahasõite vastavalt objektile nähtule.

Tabel 3

## Mahasõidud

| Asukoht |         | Liigitus    | Laius | Mahasõidu kate | Katte ulatus                | Truubi olemasolu | Mahasõidu kasutus       | Mahasõidu nimi |
|---------|---------|-------------|-------|----------------|-----------------------------|------------------|-------------------------|----------------|
| 696     | vasakul | eratee      | 4,0   | katteta        | nokk puudub                 | truup puudub     | elukohta sissesõit      | talud          |
| 997     | paremal | eratee      | 4,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | muu                     | ms.            |
| 998     | vasakul | eratee      | 4,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | muu                     | ms.            |
| 1352    | paremal | eratee      | 4,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | elukohta sissesõit      | talu-allee     |
| 1352    | vasakul | eratee      | 3,0   | katteta        | nokk puudub                 | truup puudub     | põllu- ja metsamajandus | põllule sõit   |
| 1530    | paremal | eratee      | 3,0   | katteta        | nokk puudub                 | truup puudub     | põllu- ja metsamajandus | põllule sõit   |
| 1944    | paremal | eratee      | 4,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | muu                     | ms.            |
| 2192    | paremal | eratee      | 4,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | muu                     | ms.            |
| 2222    | paremal | kohalik tee | 5,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | piiramata otstarbega    | suurem tee     |
| 2494    | vasakul | eratee      | 4,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | elukohta sissesõit      | talud          |
| 2750    | vasakul | eratee      | 4,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | muu                     | ms.            |
| 2865    | vasakul | eratee      | 3,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | elukohta sissesõit      | elamu-värv     |
| 2965    | vasakul | eratee      | 3,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | elukohta sissesõit      | elamu-hoov     |
| 3330    | vasakul | eratee      | 3,0   | katteta        | nokk puudub                 | truup puudub     | põllu- ja metsamajandus | põllule sõit   |
| 3550    | vasakul | eratee      | 4,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | elukohta sissesõit      | talud          |
| 3634    | paremal | eratee      | 4,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | elukohta sissesõit      | talud          |
| 3766    | paremal | eratee      | 4,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | muu                     | ms.            |
| 3776    | vasakul | kohalik tee | 5,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | piiramata otstarbega    | suurem tee     |
| 3926    | paremal | eratee      | 4,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | elukohta sissesõit      | talud          |
| 4040    | paremal | eratee      | 4,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | elukohta sissesõit      | talud          |
| 4330    | paremal | eratee      | 4,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | elukohta sissesõit      | talud          |
| 4612    | vasakul | eratee      | 4,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup on         | muu                     | ms.            |
| 4634    | paremal | eratee      | 4,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | muu                     | ms.            |
| 4793    | paremal | kohalik tee | 5,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | põllu- ja metsamajandus | suur metsatee  |
| 4807    | vasakul | kohalik tee | 5,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | piiramata otstarbega    | suurem tee     |
| 4905    | vasakul | eratee      | 3,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup on         | elukohta sissesõit      | elamu-hoov     |
| 5290    | vasakul | eratee      | 3,0   | katteta        | nokk puudub                 | truup puudub     | põllu- ja metsamajandus | põllule sõit   |
| 5290    | paremal | eratee      | 3,0   | katteta        | nokk puudub                 | truup puudub     | põllu- ja metsamajandus | metsa          |
| 5498    | vasakul | eratee      | 4,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | elukohta sissesõit      | talud          |
| 5658    | paremal | eratee      | 4,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | muu                     | ms.            |
| 5709    | vasakul | eratee      | 3,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | elukohta sissesõit      | elamu-hoov     |
| 5720    | paremal | eratee      | 3,0   | katteta        | nokk puudub                 | truup puudub     | põllu- ja metsamajandus | põllule sõit   |
| 5788    | vasakul | kohalik tee | 5,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | piiramata otstarbega    | suurem tee     |
| 6236    | paremal | eratee      | 4,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | tegevuskoht             | väetisehoidla  |
| 6328    | paremal | kohalik tee | 5,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | piiramata otstarbega    | suurem tee     |
| 6557    | paremal | muu         | 5,0   | kruus          | katteta noka pikkus 6 ja >m | truup puudub     | piiramata otstarbega    | bensiinijaam   |
| 6627    | paremal | muu         | 5,0   | kruus          | katteta noka pikkus 6 ja >m | truup puudub     | piiramata otstarbega    | bensiinijaam   |
| 6734    | paremal | eratee      | 5,0   | kruus          | katteta noka pikkus 6 ja >m | truup puudub     | tegevuskoht             | tootmishoone   |
| 6955    | vasakul | eratee      | 4,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | elukohta sissesõit      | talud          |
| 6955    | paremal | eratee      | 3,0   | katteta        | nokk puudub                 | truup puudub     | muu                     | ms.            |
| 6963    | paremal | eratee      | 3,0   | katteta        | nokk puudub                 | truup puudub     | elukohta sissesõit      | ???            |
| 7082    | vasakul | eratee      | 4,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | elukohta sissesõit      | talud          |
| 7229    | paremal | kohalik tee | 5,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup on         | piiramata otstarbega    | 3310010        |
| 7539    | paremal | muu         | 6,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | põllu- ja metsamajandus | põld           |
| 7747    | paremal | muu         | 6,0   | kruus          | noka pikkus 1...5m          | truup on         | põllu- ja metsamajandus | põld           |
| 7747    | vasakul | eratee      | 3,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | põllu- ja metsamajandus | põld           |
| 8447    | paremal | eratee      | 4,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | elukohta sissesõit      | talud          |
| 8700    | paremal | eratee      | 3,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | põllu- ja metsamajandus | põld           |
| 9015    | paremal | kohalik tee | 5,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup puudub     | piiramata otstarbega    | 3310009        |
| 9120    | vasakul | muu         | 5,0   | kruus          | nokk puudub                 | truup on         | piiramata otstarbega    | nõ lõikav tee  |

## 3. Tee visuaalse vaatluse info

Suures pildis saab tee jagada kaheks, muutus toimub ristumisel teega nr 22120. Vahemikus km 0.698...6.802 on remontimata kruusatee ja vahemikus km 6.948...9.221 on aastal 2016 tehtud kruusatee remont. Hoolimata remondist, oli kulumiskiht mõlemas lõigus aukus.



#### Vahemik km 0.698...6.802

Objekti peamiseks probleemiks on aukus ja treppis teekate. Teekatte koostis visuaalse vaatluse põhjal on muutlik, osades piirkondades on kattes rohkem peenosist, mis hoiab lahtist materjali kinni (nendes piirkondades tehakse soolaga tolmutõrjet või on varjus), kuid teistes kohtades on materjal väga liivane (seal, kus tolmutõrjet ei tehta). Suurema peenosisega kohtades on teekattes teravad löökaugud, liivastes piirkondades trepp. Fotod olukorrast on fotodel 1...4.



Fotod 1...4. Tee peamiseks probleemiks on aukus ja treppis teekate. Kattematerjal on liivane, mis on treppis. Varjulistes kohtades või tolmutõrjelõikudes on kattes teravad löökaugud.

Praktiliselt kogu tee pikkuses on tee ääres (kas mõlemal või ühel pool teed) madalad kraavid (foto 5), mis vajavad puhastamist ja/või süvendamist.

Kandevõimemõõtmise aegu (13.04) oli ilm sombune ja tibutas vihma. Tee oli hiljuti hõõveldatud, mistõttu tee ääred olid pehmed ja kogusid vett (fotod 6 ja 7). Samuti oli pea kogu teelõigu pikkuses vee äravoolu takistavad servavallid. Kõik see mõjutas tugevalt kandevõimemõõtmise tulemusi.





Foto 5. Tee ääres olid madalad kraavid, mis vajavad puhastamist.



Fotod 6 ja 7. Tee ääred olid pehmed, samuti oli servavalli, mis kõik mõjutasid kandevõimetulemusi.

Visuaalsel vaatlusel teel kandevõimeprobleeme ei tuvastatud, kuid teemeistri sõnutsi esineb probleeme küngastel. Seda kinnitas ka kandevõimemõõtmine, kui enamus madalaid väärtusi saadi küngastelt. Üheks kohaks, kus visuaalsel vaatlusel võis oletada, et on esinenud probleeme kandevõimega, on km 3.450, kus künka peal oli tee ebatasane. Kohast saadi kandevõime 74 MPa ja võeti geoloogia punkt, mis näitas, et teekatte paksus oli vaid 20 cm, mille all oli 50 cm mulda (joonis ...).



Foto 8 asukohast km 3.500, kus teekatte kihipaksus on väike (20 cm) ja madal kandevõime.

Km 4.588 oli betoontruup poolenisti umbes ja üks rõngas küljest ära. Ummistuse põhjus on teisel pool tee toimunud põllumaa erodeerumine, mis oli osaliselt ummistanud ka mahasõidu truubi (fotod 9...12).





Fotod 9...12. Põllumaa erosioon oli osaliselt ummistanud kraavi ja truubid.

#### Vahemik km 6.948...9.221

Aastal 2016 on tehtud kruusatee remont koos kraavide puhastamise/kaevamisega. Visuaalselt erines remonditud lõik remontimata lõigust uuendatud kulumiskihi ja korrastatud kraavide poolest, kuid teekatte oli kevadel samuti aukus (foto 13) ning suvepoole treppis ja tolmas (foto 14).



Fotod 13 ja 14. Remonditud teelõigul oli samuti probleeme aukude ja treppis teekatttega.

#### **4. Kandevoime**

Kandevoime mõõdeti objektil 13.04.17 KUAB kahemassilise FWD-seadmega, mis suudab mõõta läbipaindeid üle 5000  $\mu\text{m}$  ja mille koormusimpulss on tavapärasest FWD-seadmetest tänu kahemassilisele süsteemile pikem, mistõttu on seade kruusateedel mõõtmisteks väga hästi sobilik. Mõõtmine sooritati malekorras iga 50 m tagant.

Mõõtmistulemuse põhjal arvutati kandevoime kasutades valemit 1. Seadme küljes oli kõrgtäpne GPS ( $\pm 5$  cm), millega registreeriti nii punkti asukoht kui absoluutkõrgus seadme pealt (seega on teekatte pinna suhtes kõrgused suhtelised).

Arvutatud kandevõime mõlemas sõidusuunas on esitatud joonisel 2. SCI, BDI ja BCI väärtused on esitatud joonistel vastavalt 3, 4 ja 5. Koos kandevõime ja vajumikausiparameetritega on joonistel välja toodud ka tee pikiprofiil, millelt nähtub, et madalad kandevõimed koos väga kõrge SCI väärtusega on enamasti laskumiste/tõusude peal ning kandevõime on suurem küngete vahel. Põhjus selles, nagu fotol 6 kujutatud, et vesi valgub laskumistel piki teed muutes kattekruusa pehmeks ja nõrgestades kogu teekatendit. Samuti takistavad servavallid vee äravoolu teekattelt.

Teine põhjus madalale kandevõimele on õhukesed teekatendi kihipaksused, teisisõnu on tee kulumiskiht kõrgemates kohtades (küngastel) paigaldatud olemasolevale maapinnale (Lõuna-Eestis reeglina moreenile, moreeni ja teekatte vahel võib olla veel ka õhuke mullakiht), mis tähendab, et tegelikult ei ole teekatendit kunagi välja ehitatudki. Küngete vahel on reeglina teekatendi tusedus seoses kunagiste täitetöödega suurem, mistõttu on seal ka kandevõimed kõrgemad.

Kogu teelõigu keskmine kandevõime on 147 MPa, kuid vahelduvus on väga suur ja kõige madalamad mõõdetud väärtused olid 45...60 MPa. Seega ei ole võimalik ja teisalt ka mõistlik koostada kogu tee pikkuses ühtset katendilahendust, vaid kõiki madala kandevõimeväärtusega punkte peab analüüsima eraldi, mille tulemusel saab jagada tee iseloomulikeks lõikudeks, mida tehakse järgmises peatükis.

Kandevõimevõrdluse saab teha veel lõikude km 0.698...6.802 ja km 6.948...9.221 vahel ehk võrdlus remontimata ja remonditud kruusatee vahel. Remontimata lõigu keskmine kandevõime on 137 MPa ja remonditud teel 166 MPa, mis näitab, et remont on olnud edukas. Siiski on vajalikust oluliselt madalamaid kandevõimepunkte ka remonditud lõigul ja nende põhjusi käsitletakse samuti järgmises peatükis.

$$E_{eq} = \frac{0,25\pi * (1 - \nu^2) * F * S}{d_0}$$

Valem 1

kus

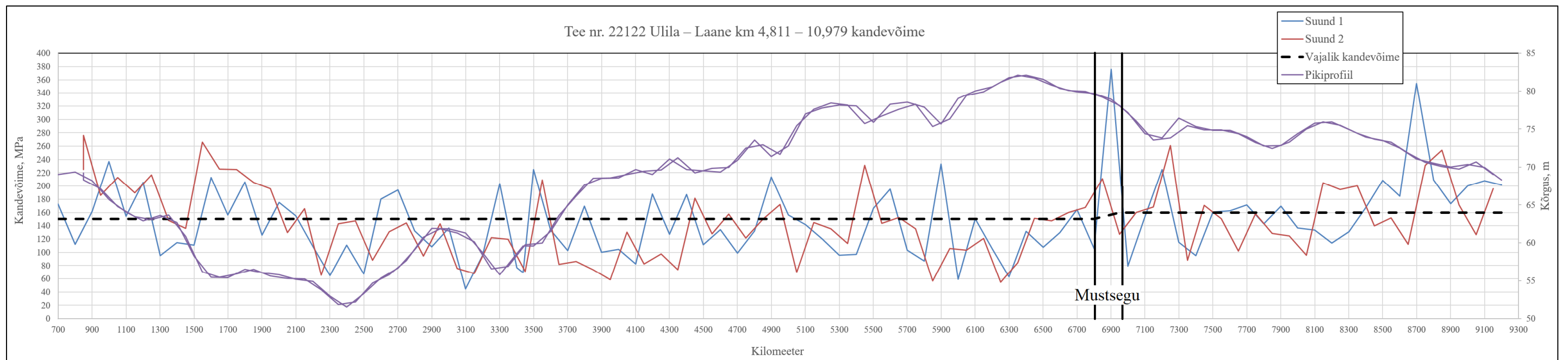
$E_{eq}$  – üldine E-moodul koormusplaadi keskmes, MPa;

$\nu$  – Poisson' tegur (kruusateedel tuleks arvestada 0,35);

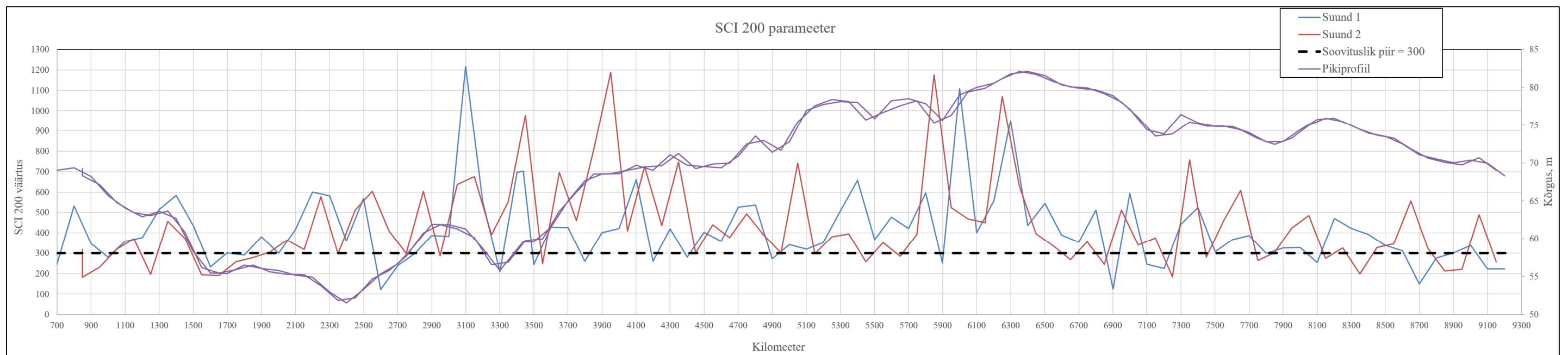
$F$  – kontaktsurve koormusplaadi all, kPa (300 mm koormusplaadi ja 50 kN koormuse kasutamisel saadakse 707 kPa);

$S$  – koormusplaadi diameeter, mm;

$d_0$  – vajum koormusplaadi keskmes,  $\mu\text{m}$ .

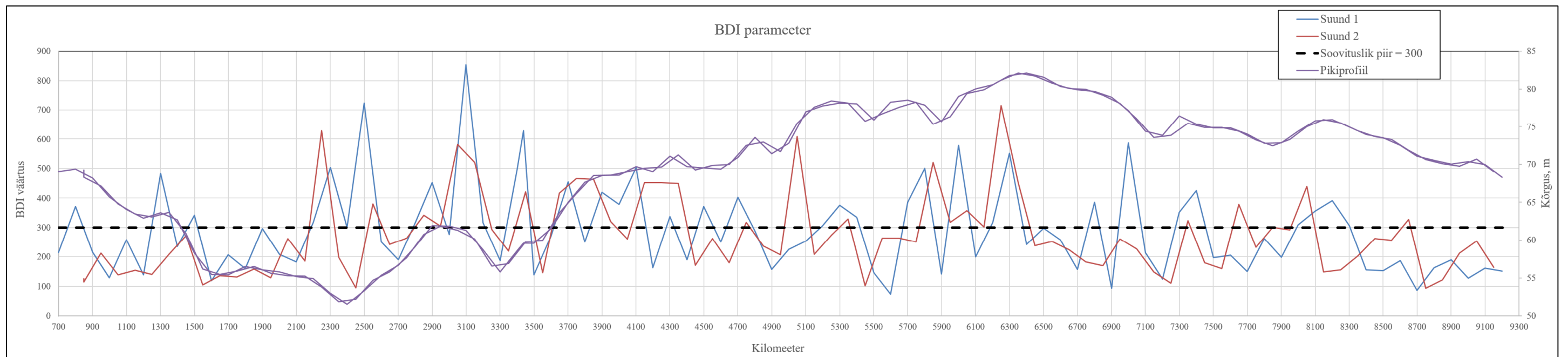


Joonis 2. Teelõigu kandevõime mõlemas sõidusuunas koos pikiprofiiliga (pikiprofiili punkt on võetud mõlemalt poolt teed malekorras iga 50 m tagant, mistõttu on need mõnevõrra erinevad).

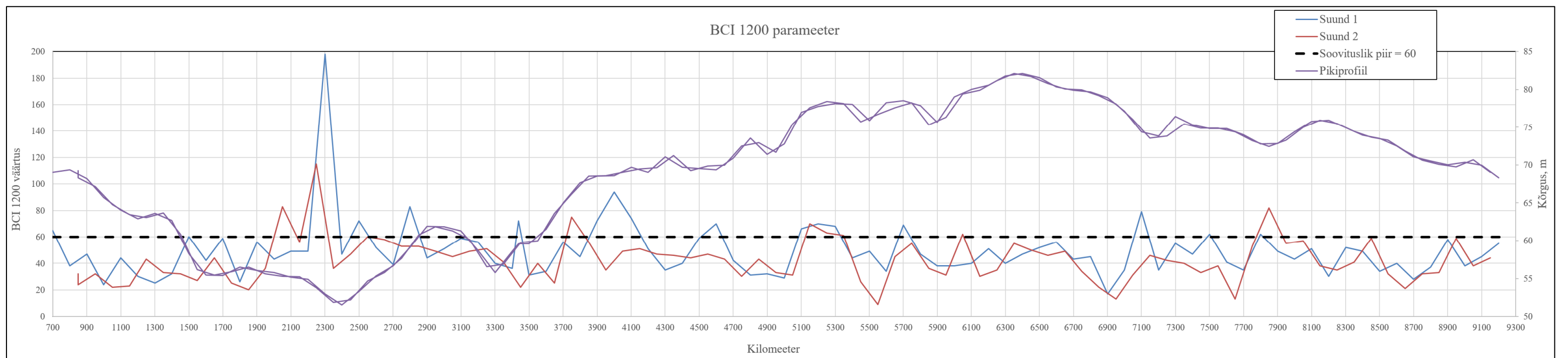


Joonis 3. SCI 200 parameeter koos pikiprofiiliga, millelt nähtub, et eriti suured SCI väärtused on eelkõige laskumiste peal. Mõõtmisajal tibutas vihma, mistõttu kattekruus oli märg. Seoses tee profiiliga ja servavallide olemasoluga valgus vesi küngastelt alla muutes kruusa pehmeks. Erinevus on näha vana ja uue kruusatee vahel (km 0.698...6.802 vs km 6.948...9.221), kus viimases lõigus on väärtused väiksemad, mis tulenevad kattekruusa parematest omadustest ja servavallide puudumisest.





Joonis 4. BDI parameeter on suures osas ületatud.



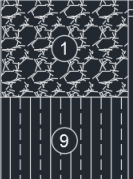
Joonis 5. BCI 1200 parameeter on valdavalt allpool soovituslikku piiri. Kohtades, kus väärtus on ületatud (näiteks km 2.300), langeb tee profiil alla ehk tee on kahe künga vahepeal kohas, kuhu koguneb ümbritsevast keskkonnast vett.



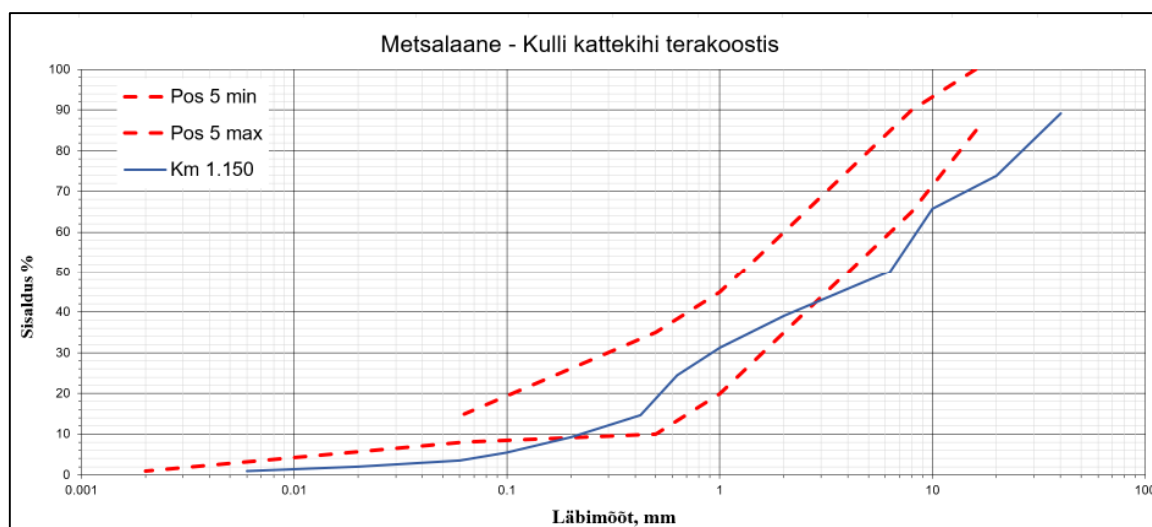
## 5. Tee jagamine homogeenseteks lõikudeks

### Lõik 1 – km 0.698...2.150

Piirkond on kuiv ja teekatend enamasti välja ehitatud (geoloogiapunkt joonisel 6), kuigi maaradari järgi teekatendi paksus vaheldub – madalad kandevõimepunktid saadi km 0.8 ja km 1.300...1.500, kus on künkapealne ja õhuke teekatend (ca 30 cm) looduslikul pinnasel. Tõusudel on kandevõimet mõjutanud ka mööda teed voolav vesi, mis pehmendab katendit. Kattekihist võetud proovi terakoostis on esitatud joonisel 7, millelt nähtub, et teekattena on kasutatud kas looduslikku kruusa või on kattekihi kruusa terakoostist muudetud lisades sellele jämetäitematerjali.

|                              |                     |                          |                     |                              |                                                                                   |                                      |                                                |                                |            |
|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| Kaevandi<br>tähtis<br>ja nr. | PA-22162-1.150      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 20.06.2017<br>GM 65 GTT                                                           | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | -                                              | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 20.06.2017 |
| X=6458660                    |                     |                          |                     |                              | Y=639868                                                                          |                                      |                                                |                                |            |
|                              | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige                                                             | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                              |                                |            |
| 1                            |                     | 1.00                     | -1.00               | 1.00                         |  | 4162                                 | Teekate: rohke liivaga mällikas kruus.         |                                |            |
|                              |                     | 1.90                     | -1.90               | 0.90+                        |                                                                                   |                                      | Moreen: orgaanikaga kruusaga liivane savimöll. |                                |            |

Joonis 6. Geoloogiline lõige km 1.150 (suund 2).



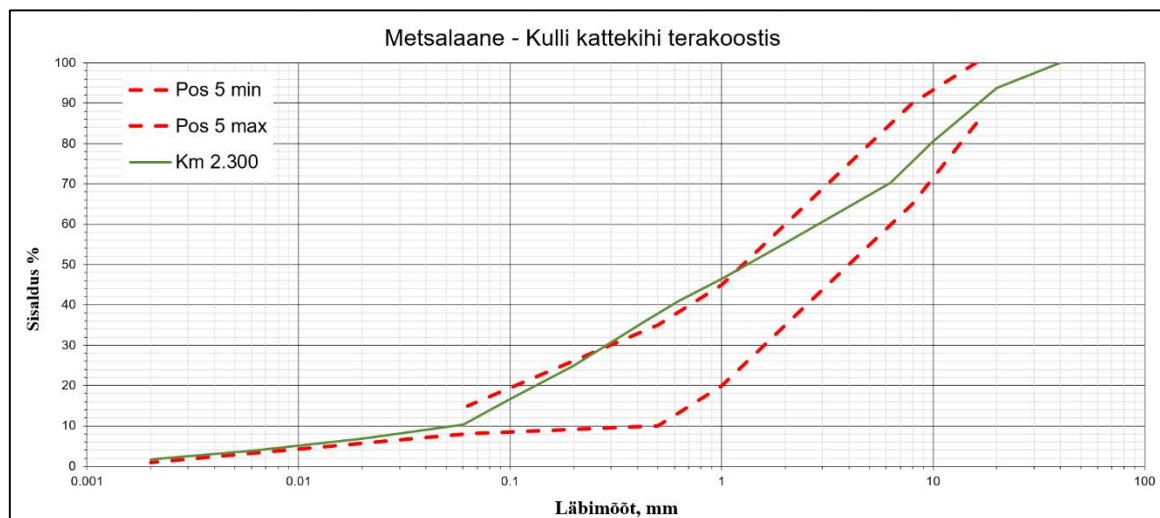
Joonis 7. Kattekihi terakoostis (sügavuselt 0...15 cm) km 1.150 kohalt.

### Lõik 2 – km 2.150...2.550

Tee laskub orgu, piirkond muutub silmnähtavalt niiskeks. Tee muldkeha on välja ehitatud ja teekonstruktsiooni paksus on maaradari järgi 0.5...1.0 m, sama näitab ka geoloogiapunkt km 2.300 (joonis 8). Kandevõimet mõjutab tõenäoliselt liigniiskus ja tee alla jäetud mullakiht, mis hoiab niiskust kinni – mullakihi orgaanikasisaldus kuumutuskao järgi oli 12.8%, mis on oluliselt suurem, kui teistest punktidest võetud proovidel (km 3.100 – 3.3%, km 3.439 – 1.6% ja km 4.100 – 2.2%). Kattekihi terakoostis praktiliselt vastab pos. 5 nõuetele väljudes kergelt liivafraktsiooni kohalt (joonis 9).

|                              |                     |                          |                     |                              |                                                                                   |                                      |                                                 |                                |            |
|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| Kaevandi<br>tähtis<br>ja nr. | PA-22162-2.300      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 20.06.2017<br>GM 65 GTT                                                           | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | 1.50/-1.50                                      | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 20.06.2017 |
| X=6458977                    |                     |                          |                     |                              | Y=639218                                                                          |                                      |                                                 |                                |            |
|                              | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige                                                             | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                               |                                |            |
| 1                            |                     | 0.50                     | -0.50               | 0.50                         |  | 4163                                 | Teekate: rohke kruusaga mällikas keskliiv.      |                                |            |
|                              |                     | 0.70                     | -0.70               | 0.20                         |                                                                                   |                                      | Täide: kruusliiv.                               |                                |            |
|                              |                     | 1.15                     | -1.15               | 0.45                         |                                                                                   |                                      | Muld                                            |                                |            |
|                              |                     | 1.90                     | -1.90               | 0.75+                        |                                                                                   |                                      | Peenliiv: kesktihe, alates 1,5m veeküllastunud. |                                |            |

Joonis 8. Geoloogiline lõige km 2.300 (suund 1).



Joonis 9. Kattekihi terakoostis (sügavuselt 0...15 cm) km 2.300 kohalt.

Kõige nõrgemad kandevõimed saadi km 2.250 (65 MPa), km 2.300 (65 MPa) ja km 2.500 (67 MPa). Nendes punktides on tugevalt ületatud SCI, BDI ja BCI väärtused, mis võimaldab järeldada, et madal kandevõime on tingitud alt kapillaartõusuga ülespoole liikuvast veest.

FWD tagasiarvutuse kohaselt on punktis km 2.300 sügavusel 60 ja 75 cm oleva materjali kandevõime ca 28 MPa. Tabelis 4 on esitatud KAPiga tehtud katendiarvutus, millega on saadud aluspinnase ja teekatendi samad kandevõimed, mis mõõtmisaegselt. Tegemist on hüpoteetilise katendiarvutusega, kuna kasutatud materjalid ja kihipaksused ei korreleeru täielikult antud punktist saadud geoloogiaga; siiski saab seda kasutada sobiliku katendilahenduse väljatöötamisel.

Tabel 4

## Lõigu 2 mõõtmisaegne katendiarvutus

| ARVUTUSE KÄIK                                                  |             |                                                       |                                                     |                                                      |                                         |                                              |                          |         |                              |
|----------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------|---------|------------------------------|
| Kihi nimetus                                                   | Kihi paksus | Kihi elast-<br>susmoodul<br>$E_{ekv}$<br>arvutamiseks | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>nihkele | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>paindele | Arvutatud<br>tõmbe-<br>pinged $R_{max}$ | Lubata-<br>vad<br>tõmbe-<br>pinged $R_{lub}$ | Sise-<br>hõõrde-<br>nurk | Nidusus | Kihtide<br>seotistegur<br>K3 |
|                                                                | cm          | MPa                                                   | MPa                                                 | MPa                                                  | MPa                                     | MPa                                          | Kraad                    | C       |                              |
| Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus)           | 10.0        | 180                                                   |                                                     |                                                      |                                         |                                              | 45.0                     | 0.030   | 9.5                          |
| Tm_65 [CclSa - jäme kerge saviliiv]                            | 50.0        | 65                                                    |                                                     |                                                      |                                         |                                              | 40.0                     | 0.005   | 3.0                          |
| D - tolme saviliiv, raske tolme saviliiv, tolme kerge liivsavi |             | <b>28.9</b>                                           |                                                     |                                                      |                                         |                                              | 11.8                     | 0.009   | 1.5                          |

| ARVUTUSE TULEMUSED                                   |                   |                          |                  |                  |         |                                   |                                 |                                   |
|------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------------|---------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Kihi nimetus                                         | Kihi paksus<br>cm | Tugevuse näitaja         |                  |                  |         | Üldine elastsus-<br>moodul<br>Mpa | Vajalik elastsus-<br>moodul MPa | Arvutuslik niiskus W1<br>või Warv |
|                                                      |                   | Kriteerium               | Nihkepinged MPa  |                  | Varu %  |                                   |                                 |                                   |
|                                                      |                   |                          | t <sub>arv</sub> | t <sub>lub</sub> |         |                                   |                                 |                                   |
|                                                      |                   | Üldine elastsusmoodul    |                  |                  | -36.3%  | 64.93                             | 150.00                          |                                   |
| Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus) | 10.0              |                          |                  |                  |         | 64.93                             |                                 |                                   |
| Tm_65 [CclSa - jäme kerge saviliiv]                  | 50.0              | Nihkepinged              | 0.0482           | 0.0179           | -169.4% | 50.31                             |                                 |                                   |
| D - tolme saviliiv, raske tolme saviliiv, tolme ke   |                   | Nihkepinged aluspinnasel | 0.0294           | 0.0161           | -82.3%  |                                   |                                 | 0.831                             |
| Katendi kogupaksus                                   | 60.0              |                          |                  |                  |         | Parandustegur Δ                   |                                 | 0.000                             |

Lõik 3 – km 2.550...2.750

Keskmine kandevõime 150 MPa, kuid SCI väärtus ületab piiri. Tegemist on laskumisega, kus vesi voolab mööda teed.

Lõik 4 – km 2.750...4.400

Tee liigub üles-alla ning sama on ka kandevõime ja teekatendi kihipaksustega – joonistel 10...12 on kujutatud geoloogilised läbilõiked km 3.100, 3.439 ja 4.100, mille alusel on teekatendi paksused vastavalt 30, 20 ja 20 cm, mille all on ca 50 cm mulda, kuid mille orgaanikasisaldused on madalad (km 3.100 – 3.3%, km 3.439 – 1.6% ja km 4.100 – 2.2%), mistõttu ei ole otstarbekas teha massivahetust. Joonisel 13 on kujutatud kattekihi terakoostised võetuna geoloogiapunktidest, mis näitab, et materjal on kogu lõigus suhteliselt sarnane olles lähedal pos. 5 nõuetele.

Madala kandevõime põhjus on pigem teekatendi tagasihoidlik kihipaksus, kuid ka see, et vesi ei pääse servavallide tõttu teekattelt piisavalt efektiivselt ära voolata. Seega tuleb tagada võimalus veel vabalt voolata ja suurendada teekatendi tusedust. Keskmiseks kandevõimeks võib arvestada 90 MPa, kuid sellest saadi ka madalamaid tulemusi, näiteks:

- km 3.100 – 45 MPa;
- km 3.950 – 58 MPa
- km 3.400...3.450 oli visuaalsel hinnangul probleeme kandevõimega, teekate oli vaatluse ajal märg, samal ajal, kui muu tee oli kuiv. Keskmine kandevõime 70 MPa,

... mistõttu tuleb madalate kandevõimetega kohtades tuleks kasutada geovõrku.

Teekatendi kihipaksused tulenevalt maaradariprofiilist on näidatud joonisel 14 koos kandevõime ja pikiprofiiliga, millest nähtub, et enamasti on madal kandevõime seotud õhukese teekatendiga, aga tulemusi mõjutas arvatavasti ka mööda teed valguv vesi.

FWD tagasiarvutuse järgi on 30 cm sügavusel materjali kandevõime vahemikus keskmiselt 40...50 MPa, mis sügavamale liikudes suureneb. Keskmiseks teekatendi kihipaksuseks on 30...40 cm. Seega saab katendiarvutuslikult iseloomustada antud lõiku tabelis 5 kujutatuna.

|                             |                     |                          |                     |                              |                         |                                      |                                            |                                |            |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| Kaevandi<br>tähis<br>ja nr. | PA-22162-3.100      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 20.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | -                                          | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 20.06.2017 |
| X=6458840                   |                     |                          |                     |                              | Y=638471                |                                      |                                            |                                |            |
|                             | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                          |                                |            |
| 1                           |                     | 0.30                     | -0.30               | 0.30                         | ①                       | 4164                                 | Teekate: rohke kruusaga mällikas keskliiv. |                                |            |
|                             |                     | 0.65                     | -0.65               | 0.35                         | ③                       |                                      | Muld: liivane.                             |                                |            |
|                             |                     |                          |                     | 1.25+                        | ⑨                       |                                      | Moreen: Kruusaga liivane savimõll, sitke.  |                                |            |
|                             |                     | 1.90                     | -1.90               |                              |                         |                                      |                                            |                                |            |

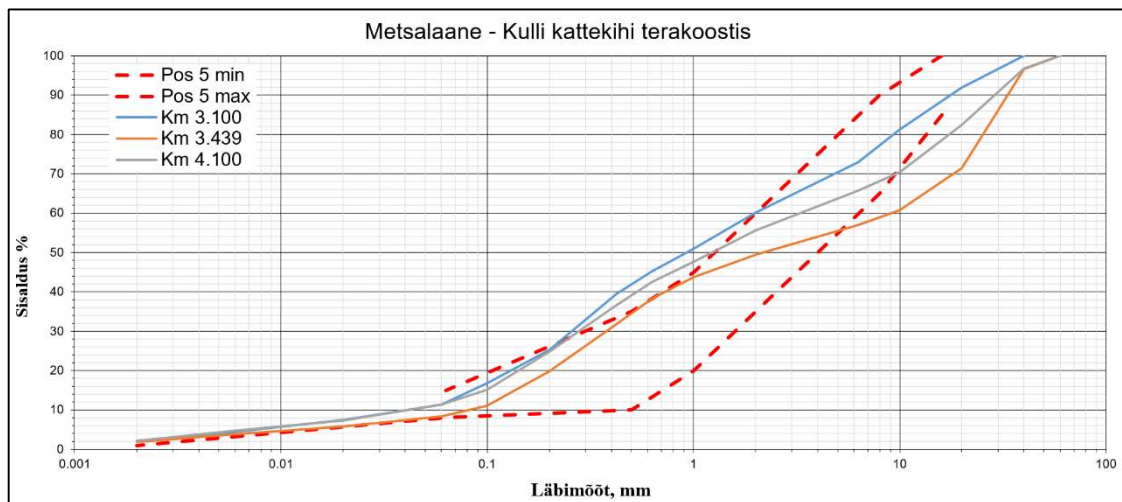
Joonis 10. Geoloogiline lõige km 3.100 (suund 1).

|                             |                     |                          |                     |                              |                         |                                      |                                                         |                                |            |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| Kaevandi<br>tähis<br>ja nr. | PA-22162-3.439      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 20.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | -                                                       | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 20.06.2017 |
| X=6458726                   |                     |                          |                     |                              | Y=638155                |                                      |                                                         |                                |            |
|                             | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                                       |                                |            |
| 1                           |                     | 0.20                     | -0.20               | 0.20                         | ①                       | 4165                                 | Teekate: rohke liivaga savikas kruus.                   |                                |            |
|                             |                     | 0.70                     | -0.70               | 0.50                         | ③                       |                                      | Muld                                                    |                                |            |
|                             |                     | 1.20                     | -1.20               | 0.50                         | ⑤                       |                                      | Peenliiv: kesktihe.                                     |                                |            |
|                             |                     | 1.90                     | -1.90               | 0.70+                        | ⑨                       |                                      | Moreen: Kruusaga liivane savimõll, sitke kuni poolkõva. |                                |            |

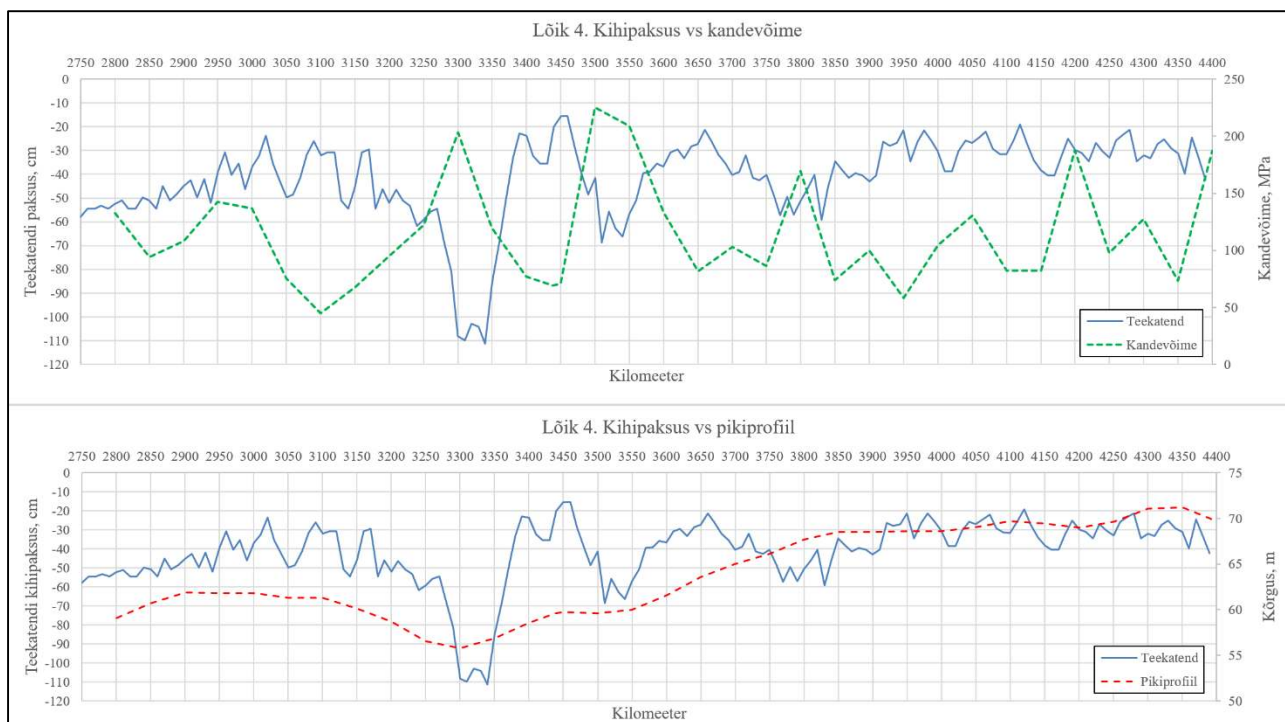
Joonis 11. Geoloogiline lõige km 3.439 (suund 1).

|                             |                     |                          |                     |                              |                         |                                      |                                                         |                                |            |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| Kaevandi<br>tähis<br>ja nr. | PA-22162-4.100      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 20.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | -                                                       | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 20.06.2017 |
| X=6458822                   |                     |                          |                     |                              | Y=637517                |                                      |                                                         |                                |            |
|                             | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                                       |                                |            |
| 1                           |                     | 0.20                     | -0.20               | 0.20                         | ①                       | 4166                                 | Teekate: rohke kruusaga mällikas keskliiv.              |                                |            |
|                             |                     | 0.70                     | -0.70               | 0.50                         | ③                       |                                      | Muld                                                    |                                |            |
|                             |                     | 1.00                     | -1.00               | 0.30                         | ⑤                       |                                      | Peenliiv: kesktihe.                                     |                                |            |
|                             |                     | 1.90                     | -1.90               | 0.90+                        | ⑨                       |                                      | Moreen: Kruusaga liivane savimõll, sitke kuni poolkõva. |                                |            |

Joonis 12. Geoloogiline lõige km 4.100 (suund 1).



Joonis 13. Kattekihi terakoostised (sügavuselt 0...15 cm) km 3.100, 3.439 ja 4.100 kohalt.



Joonis 14. Lõigu 4 kihipaksused maaradarilt seostatuna kandevõime ja pikiprofiiliga.

Tabel 5

Lõigu 4 mõõtmisaegne katendiarvutus

| ARVUTUSE KÄIK                                              |              |                                                        |                                                      |                                                      |                                         |                                              |                          |         |                              |
|------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------|---------|------------------------------|
| Kihhi nimetus                                              | Kihhi paksus | Kihhi elast-<br>susmoodul<br>$E_{ekv}$<br>arvutamiseks | Kihhi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>nihkele | Kihhi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>painele | Arvutatud<br>tõmbe-<br>pinged $R_{max}$ | Lubata-<br>vad<br>tõmbe-<br>pinged $R_{lub}$ | Sise-<br>hõõrde-<br>nurk | Nidusus | Kihtide<br>seotistegur<br>K3 |
|                                                            | cm           | MPa                                                    | MPa                                                  | MPa                                                  | MPa                                     | MPa                                          | Kraad                    | C       |                              |
| Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus)       | 10.0         | 180                                                    |                                                      |                                                      |                                         |                                              | 45.0                     | 0.030   | 9.5                          |
| Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]                                  | 25.0         | 150                                                    |                                                      |                                                      |                                         |                                              | 43.0                     | 0.010   | 8.0                          |
| D - tolme saviliiv, raske tolme saviliiv, tolme kerge liiv |              | <b>41.5</b>                                            |                                                      |                                                      |                                         |                                              | 16.3                     | 0.014   | 1.5                          |

| ARVUTUSE TULEMUSED                                   |                    |                          |                  |                  |        |                                   |                                 |                                   |
|------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------|------------------|------------------|--------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Kihhi nimetus                                        | Kihhi paksus<br>cm | Tugevuse näitaja         |                  |                  |        | Üldine elastsus-<br>moodul<br>Mpa | Vajalik elastsus-<br>moodul MPa | Arvutuslik niiskus W1<br>või Warv |
|                                                      |                    | Kriteerium               | Nihkepinged MPa  |                  | Varu % |                                   |                                 |                                   |
|                                                      |                    |                          | t <sub>arv</sub> | t <sub>lub</sub> |        |                                   |                                 |                                   |
|                                                      |                    | Üldine elastsusmoodul    |                  |                  | -11.4% | 90.38                             | 150.00                          |                                   |
| Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus) | 10.0               |                          |                  |                  |        | 90.38                             |                                 |                                   |
| Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]                            | 25.0               | Nihkepinged              | 0.0455           | 0.0955           | 52.3%  | 75.70                             |                                 |                                   |
| D - tolme saviliiv, raske tolme saviliiv, tolme ke   |                    | Nihkepinged aluspinnasel | 0.0456           | 0.0251           | -82.0% |                                   |                                 | 0.728                             |
| Katendi kogupaksus                                   | 35.0               |                          |                  |                  |        | Parandustegur Δ                   |                                 | 0.000                             |

## Lõik 5 – km 4.400...5.790

Kandevõime on üldiselt hea (keskmine 141 MPa), kuid üksikutes punktides langeb ca 100 MPa peale. Üldiselt on kandevõimeprobleem selgitatav sellega, et vesi on kogunenud tee äärde muutes konstruktsiooni pehmeks, kuid tulemust on mõjutanud ka katendi kihipaksuse muutus.

Km 5.300...5.400 on künkapealne, kus maaradari järgi on teekatendi paksus õhem, kui eelnevas ja järgnevas lõigus, mis selgitab madalamat kandevõimet. Antud kohas tuleks olemasolev teekatend asendada uue materjaliga, kuna konstruktsiooni paksuse suurendamine künka peal vähendab pikinähtavust.



## Lõik 6 – km 5.790...6.330

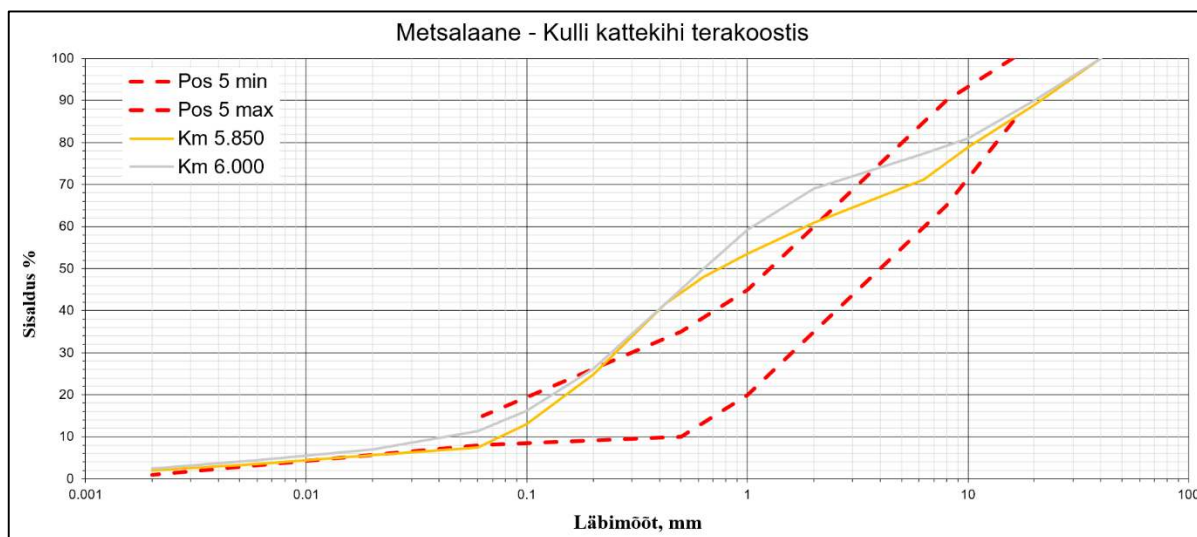
Kandevõime on madal – keskmine 80 MPa. Kihipaksused on kohati väga õhukesed – joonistel 15 ja 16 on kujutatud läbilõige km 5.850 ja 6.000, kus teekatendi kihipaksus on vaid 15 cm, mille all mullakiht. Madala kandevõime põhjused on arvatavasti ka piki teed voolav vesi, mis muudab teekatendit pehmemaks ning see, et kattekihi terakoostis on liivane ehk madala deformatsioonikindlusega (joonis 17).

| Kaevandi<br>tähtis<br>ja nr. | PA-22162-5.850    | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00             | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 20.06.2017<br>GM 65 GTT   | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus                    | - | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 20.06.2017 |
|------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------|---|--------------------------------|------------|
| X=6459746                    |                   |                          |                  |                              | Y=636069                  |                                                         |   |                                |            |
| Geo.<br>in-<br>deks          | Süga-<br>vus<br>m | Abs.<br>kõrgus<br>m      | Pak-<br>sus<br>m | Geoloogiline<br>lõige        | Proovi<br>(labori<br>nr.) | Pinnase kirjeldus                                       |   |                                |            |
|                              | 0.15              | -0.15                    | 0.15             | 1                            | 4167                      | Teekate: rohke kruusaga savikas keskliiv.               |   |                                |            |
|                              | 0.45              | -0.45                    | 0.30             | 3                            |                           | Muld                                                    |   |                                |            |
|                              |                   |                          | 1.45+            | 9                            |                           | Moreen: Kruusaga liivane savimõll, sitke kuni poolkõva. |   |                                |            |
| 1                            |                   |                          |                  |                              |                           |                                                         |   |                                |            |
|                              | 1.90              | -1.90                    |                  |                              |                           |                                                         |   |                                |            |

Joonis 15. Geoloogiline lõige km 5.850 (suund 2).

| Kaevandi<br>tähtis<br>ja nr. | PA-22162-6.000    | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00             | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 20.06.2017<br>GM 65 GTT   | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus                           | - | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 20.06.2017 |
|------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|---|--------------------------------|------------|
| X=6459806                    |                   |                          |                  |                              | Y=635935                  |                                                                |   |                                |            |
| Geo.<br>in-<br>deks          | Süga-<br>vus<br>m | Abs.<br>kõrgus<br>m      | Pak-<br>sus<br>m | Geoloogiline<br>lõige        | Proovi<br>(labori<br>nr.) | Pinnase kirjeldus                                              |   |                                |            |
|                              | 0.15              | -0.15                    | 0.15             | 1                            | 4168                      | Teekate: rohke kruusaga savikas keskliiv.                      |   |                                |            |
|                              | 0.45              | -0.45                    | 0.30             | 3                            |                           | Muld                                                           |   |                                |            |
|                              |                   |                          | 1.45+            | 9                            |                           | Moreen: Kruusaga liivane savimõll, poolkõva, alates 1,3m kõva. |   |                                |            |
| 1                            |                   |                          |                  |                              |                           |                                                                |   |                                |            |
|                              | 1.90              | -1.90                    |                  |                              |                           |                                                                |   |                                |            |

Joonis 16. Geoloogiline lõige km 6.000 (suund 1).



Joonis 17. Kattekihi terakoostised km 5.850 ja 6.000 kohalt näitavad, et olemasolev kruus on väga liivane.

### Lõik 7 – km 6.330...6.802

Kruusateelõik, mille keskmine kandevõime on 145 MPa, kuid teekattes on palju auke ja „treppi“.

### Lõik 8 – km 6.802...6.948

Ristmikupiirkond, mis on kaetud pinnatud mustseguga.

### Lõik 9 – km 6.948...9.221

Kruusatee remont on tehtud ja lõigu keskmine kandevõime on 166 MPa, kuid oli ka märgatavalt madalama kandevõimega punkte:

- km 7.300...7.400 oli visuaalse vaatluse põhjal väga ebatasane ning eristus eelnevast ja pärastisest lõigust. Ka kandevõime oli antud punktis madalam, kui mujal – keskmine 100 MPa ja kõrged olid nii SCI kui BDI väärtused. Km 7.400 võeti geoloogiline lõige (joonis 18), mille alusel on teekattele väga lähedal orgaanikat sisaldav kruusaga liivane savimõll. Maaradariprofiil joonisel 20 näitab, et antud kohas on teekatendi kihipaksus õhem, kui mujal;
  - olukorra parandamiseks tuleks kas remondiga paigaldatud kiht eemaldada ja asendada dreniva materjaliga; paigaldada uus dreniv kiht olemasoleva peale; või muuta olemasoleva materjali terakoostist ja paigaldada uus kulumiskiht.
- km 7.650 saadi kandevõimeks 102 MPa, km 8.050: 96 MPa ja km 8.200: 114 MPa. Tegemist on üksikpunktidega ja nende kohtade iseloomustavaks teguriks on see, et tee ääres pole kraavi, mistõttu vesi on kogunenud tee äärde. Enamuses teelõigu pikkuses on kraav vaid ühel pool teed, kuid ei ole võimalik tuua välja seost, et kõikides kraavita kohtades on kandevõime oluliselt madalam, kui kraaviga kohtades. Seega on nimetatud üksikpunktide puhul tegemist pigem erandlike kohtadega, kuhu oli mõõtmisaegselt kogunenud vett.

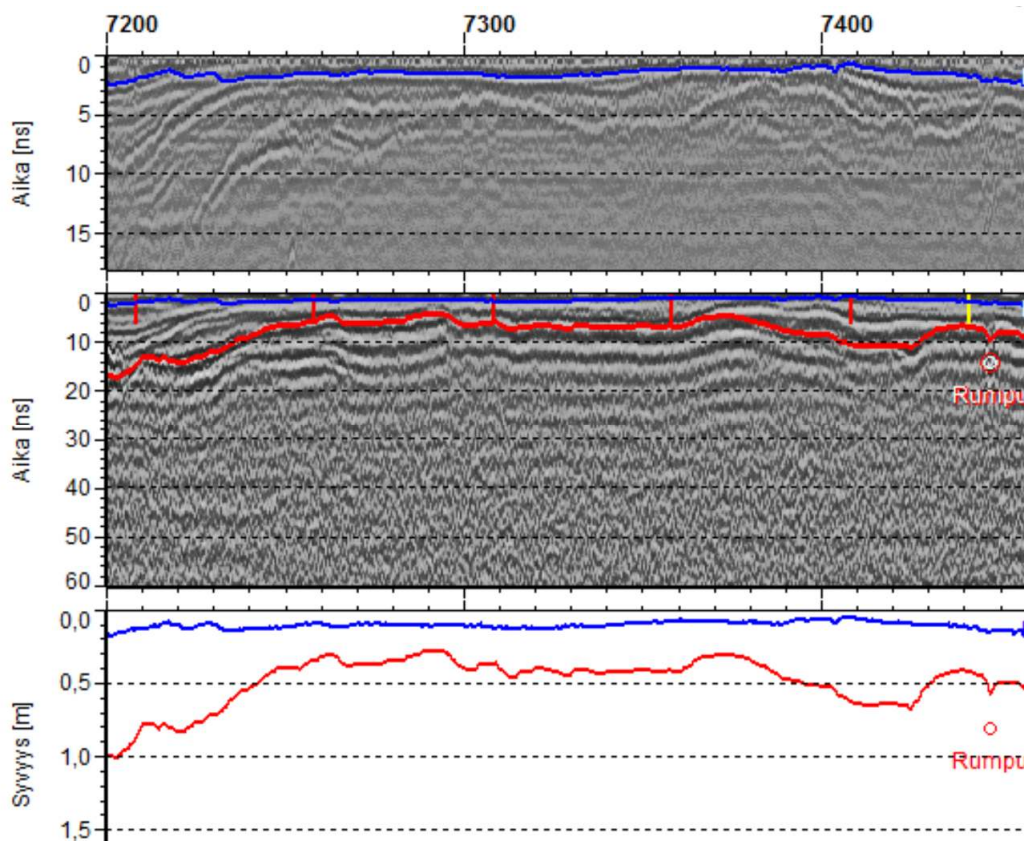
|                             |                     |                          |                     |                              |                          |                                      |                                               |                                |            |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| Kaevandi<br>tähis<br>ja nr. | PA-22162-7.400      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 20.06.2017<br>GMI 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | -                                             | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 20.06.2017 |
| X=6460074                   |                     |                          |                     |                              | Y=634743                 |                                      |                                               |                                |            |
|                             | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige    | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                             |                                |            |
| 1                           |                     | 0.18                     | -0.18               | 0.18                         | 1                        | 4169                                 | Teekate: rohke kruusaga mõllikas keskliiv.    |                                |            |
|                             |                     | 0.45                     | -0.45               | 0.27                         | 2                        |                                      | Täide: orgaanikaga kruusaga liivane savimõll. |                                |            |
|                             |                     | 0.70                     | -0.70               | 0.25                         | 3                        |                                      | Muld                                          |                                |            |
|                             |                     | 0.90                     | -0.90               | 0.20                         | 5                        |                                      | Peenliiv: keskthie.                           |                                |            |
|                             |                     |                          |                     | 1.00+                        | 9                        |                                      | Moreen: Kruusaga liivane savimõll, poolkõva.  |                                |            |
|                             |                     | 1.90                     | -1.90               |                              |                          |                                      |                                               |                                |            |

Joonis 18. Geoloogiline lõige km 7.400 (suund 1).

Teine geoloogiline punkt lõigult võeti km 8.800 (joonis 19), mis samuti näitab, et teekatte all on muld, kuid hoolimata sellest on kandevõime kõrge (209 MPa).

|                              |                     |                          |                     |                              |                         |                                      |                                              |                                |            |
|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| Kaevandi<br>tähtis<br>ja nr. | PA-22162-8.800      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 20.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | -                                            | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 20.06.2017 |
| X=6458984                    |                     |                          |                     |                              | Y=633883                |                                      |                                              |                                |            |
|                              | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                            |                                |            |
| 1                            |                     |                          |                     | 0.50                         | ①                       | 4170                                 | Teekate: rohke liivaga möllikas kruus.       |                                |            |
|                              |                     | 0.50                     | -0.50               | 0.30                         | ③                       |                                      | Muld                                         |                                |            |
|                              |                     | 0.80                     | -0.80               | 0.40                         | ⑨                       |                                      | Moreen: Kruusaga liivane savimöll, poolkõva. |                                |            |
|                              |                     | 1.20                     | -1.20               | 0.70+                        | ⑤                       |                                      | Peenliiv: tihe.                              |                                |            |
|                              |                     | 1.90                     | -1.90               |                              |                         |                                      |                                              |                                |            |

Joonis 19. Geoloogiline lõige km 8.800 (suund 1).



Joonis 20. Maaradariprofiil km 7.200...7.600 näitab kihipaksuse vähenemist piirkonnas km 7.250...7.400. Antud kohas oli visuaalselt teekate halvas seisukorras, samuti oli kandevõime märgatavalt madalam, kui mujal.

## 6. Konstruktiivsed lahendused vastavalt homogeensetele lõikudele

### Lõik 1 – km 0.698...2.150:

1. profileerida olemasolev tee, tagada põiklalle 4% sirgetel ja kuni 6% kurvides. Lõikamissügavus peab olema aukude põhjani, kuid minimaalselt 5 cm;
2. eemaldada servavall ja puhastada olemasolevad kraavid;
3. paigaldada 10 cm optimaalne segu (pos. 5 või 6);
4. teha tolmuva kate eelpuistega pindamisega 2.5xE.

## Lõik 2 – km 2.150...2.550:

1. profileerida olemasolev tee, tagada põikkalle 4% sirgetel ja kuni 6% kurvides. Lõikamissügavus peab olema aukude põhjani, kuid minimaalselt 5 cm;
2. eemaldada servavall ja puhastada olemasolevad kraavid;
3. ehitada välja tabelis 6 kujutatud katend koos geotekstiili ja geovõrgu kasutamisega:
  - a. paigaldada II profiili geotekstiil eraldamaks vana, peenosiserikast pinda uuest killustikukihist;
  - b. paigaldada geovõrk NAUE Secugrid 30/30 Q1 või analoog (näiteks Tensar TX160, Enkagrid MAX 30, Huesker Basetrack Grid PP 30) kompenseerimaks arvutuses näidatud puudujääki nihkepingetes;
  - c. paigaldada 20 cm ridakillustikku (võib kasutada ka fraktsioneeritud killustikku);
  - d. paigaldada killustiku peale 10 cm optimaalne kruusasegu (pos. 5 või 6) (arvutuses ei ole võimalik näidata optimaalse segu kasutamist, kuna selle e-moodul on killustiku omast madalam);
4. teha tolmuva kate eelpuistega pindamisega 2.5xE.

Tabel 6

### Lõigu 2 katendiarvutus

| ARVUTUSE KÄIK                                                  |             |                                                      |                                                     |                                                     |                                         |                                              |                          |         |                              |
|----------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------|---------|------------------------------|
| Kihi nimetus                                                   | Kihi paksus | Kihi elast-<br>susmoodul<br>$E_{kv}$<br>arvutamiseks | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>nihkele | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>painele | Arvutatud<br>tõmbe-<br>pinged $R_{max}$ | Lubata-<br>vad<br>tõmbe-<br>pinged $R_{lub}$ | Sise-<br>hõõrde-<br>nurk | Nidusus | Kihtide<br>seotistegur<br>K3 |
|                                                                | cm          | MPa                                                  | MPa                                                 | MPa                                                 | MPa                                     | MPa                                          | Kraad                    | C       |                              |
| Reakillustik, mittestandardne killustikusegu                   | 20.0        | 200                                                  |                                                     |                                                     |                                         |                                              | 45.0                     | 0.040   | 9.0                          |
| Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus)           | 10.0        | 180                                                  |                                                     |                                                     |                                         |                                              | 45.0                     | 0.030   | 9.5                          |
| Tm_65 [CclSa - jäme kerge saviliiv]                            | 50.0        | 65                                                   |                                                     |                                                     |                                         |                                              | 40.0                     | 0.005   | 3.0                          |
| D - tolme saviliiv, raske tolme saviliiv, tolme kerge liivsavi |             | <b>29.1</b>                                          |                                                     |                                                     |                                         |                                              | 11.8                     | 0.009   | 1.5                          |

| ARVUTUSE TULEMUSED                                   |                   |                          |                  |                  |        |                                      |                                    |                                      |
|------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------------|--------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Kihi nimetus                                         | Kihi paksus<br>cm | Tugevuse näitaja         |                  |                  |        | Üldine<br>elastsus-<br>moodul<br>Mpa | Vajalik<br>elastsus-<br>moodul MPa | Arvutuslik<br>niiskus W1<br>või Warv |
|                                                      |                   | Kriteerium               | Nihkepinged MPa  |                  | Varu % |                                      |                                    |                                      |
|                                                      |                   |                          | t <sub>arv</sub> | t <sub>lub</sub> |        |                                      |                                    |                                      |
|                                                      |                   | Üldine elastusmoodul     |                  |                  | 0.3%   | 102.31                               | 150.00                             |                                      |
| Reakillustik, mittestandardne killustikusegu         | 20.0              |                          |                  |                  |        | 102.31                               |                                    |                                      |
| Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus) | 10.0              | Nihkepinged              | 0.0363           | 0.3402           | 89.3%  | 65.04                                |                                    |                                      |
| Tm_65 [CclSa - jäme kerge saviliiv]                  | 50.0              | Nihkepinged              | 0.0258           | 0.0179           | -44.1% | 50.42                                |                                    |                                      |
| D - tolme saviliiv, raske tolme saviliiv, tolme ke   |                   | Nihkepinged aluspinnasel | 0.0150           | 0.0161           | 6.7%   |                                      |                                    | 0.829                                |
| Katendi kogupaksus                                   | 80.0              |                          |                  |                  |        | Parandustegur Δ                      |                                    | 0.002                                |

## Lõik 3 – km 2.550...2.750

1. profileerida olemasolev tee, tagada põikkalle 4% sirgetel ja kuni 6% kurvides. Lõikamissügavus peab olema aukude põhjani, kuid minimaalselt 5 cm;
2. eemaldada servavall ja puhastada olemasolevad kraavid;
3. paigaldada 10 cm optimaalne segu (pos. 5 või 6);
4. teha tolmuva kate eelpuistega pindamisega 2.5xE.

## Lõik 4 – km 2.750...4.400

1. profileerida olemasolev tee, tagada põikkalle 4% sirgetel ja kuni 6% kurvides. Lõikamissügavus peab olema aukude põhjani, kuid minimaalselt 5 cm;
2. eemaldada servavall ja puhastada olemasolevad kraavid;

3. ehitada välja tabelis 7 kujutatud katend (katendiarvutuse jaoks on tabeli 5 alumised kihid summeeritud ja peale lisatud vajaminev uus katend):
  - a. paigaldada 15 cm kruuspinnast;
  - b. paigaldada kruusa peale 10 cm optimaalne kruusasegu (pos. 5 või 6);
  - c. madala kandevõimega kohtades vahemikes km 3.040...3.220 (180 m) ja km 3.370...3.470 (100 m) tuleb paigaldada kruuspinnase alla geovõrk NAUE Secugrid 30/30 Q1 või analoog (näiteks Tensar TX160, Enkagrid MAX 30, Huesker Basetrack Grid PP 30);
4. teha tolmuva kate eelpuistega pindamisega 2.5xE.

Tabel 7

#### Lõigu 4 katendiarvutus

| ARVUTUSE KÄIK                                                        |              |                                                        |                                                      |                                                      |                                         |                                              |                          |         |                              |
|----------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------|---------|------------------------------|
| Kihhi nimetus                                                        | Kihhi paksus | Kihhi elast-<br>susmoodul<br>$E_{ekv}$<br>arvutamiseks | Kihhi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>nihkele | Kihhi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>painele | Arvutatud<br>tõmbe-<br>pinged $R_{max}$ | Lubata-<br>vad<br>tõmbe-<br>pinged $R_{lub}$ | Sise-<br>hõõrde-<br>nurk | Nidusus | Kihtide<br>seotistegur<br>K3 |
|                                                                      | cm           | MPa                                                    | MPa                                                  | MPa                                                  | MPa                                     | MPa                                          | Kraad                    | C       |                              |
| Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus)                 | 10.0         | 180                                                    |                                                      |                                                      |                                         |                                              | 45.0                     | 0.030   | 9.5                          |
| Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]                                            | 50.0         | 150                                                    |                                                      |                                                      |                                         |                                              | 43.0                     | 0.010   | 8.0                          |
| D - tolmnne saviliiv, raske tolmnne saviliiv, tolmnne kerge liivsavi |              | 41.5                                                   |                                                      |                                                      |                                         |                                              | 16.3                     | 0.014   | 1.5                          |

| ARVUTUSE TULEMUSED                                       |                    |                          |                 |           |        |                                     |                                   |                                      |  |
|----------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------|-----------|--------|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--|
| Kihhi nimetus                                            | Kihhi paksus<br>cm | Tugevuse näitaja         |                 |           |        | Üldine<br>elastus-<br>moodul<br>Mpa | Vajalik<br>elastus-<br>moodul MPa | Arvutuslik<br>niiskus W1<br>või Warv |  |
|                                                          |                    | Kriteerium               | Nihkepinged MPa |           | Varu % |                                     |                                   |                                      |  |
|                                                          |                    |                          | $t_{arv}$       | $t_{lub}$ |        |                                     |                                   |                                      |  |
|                                                          |                    | Üldine elastusmoodul     |                 |           | 8.6%   | 110.75                              | 150.00                            |                                      |  |
| Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus)     | 10.0               |                          |                 |           |        | 110.75                              |                                   |                                      |  |
| Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]                                | 50.0               | Nihkepinged              | 0.0463          | 0.0955    | 51.5%  | 97.51                               |                                   |                                      |  |
| D - tolmnne saviliiv, raske tolmnne saviliiv, tolmnne ke |                    | Nihkepinged aluspinnasel | 0.0212          | 0.0251    | 15.4%  |                                     |                                   | 0.728                                |  |
| Katendi kogupaksus                                       | 60.0               |                          |                 |           |        | Parandustegur $\Delta$              |                                   | 0.000                                |  |

#### Lõik 5 – km 4.400...5.790

Kuna tee kandevõime on üldiselt hea (keskmise kandevõime 141 MPa) piisaks, kui paigaldaks vaid uus kulumiskiht, mis tõstab tee kandevõime vajalikule tasemele. Km 5.280...5.400 tuleb eemaldada olemasolev materjal 20 cm sügavuselt, paigaldada eraldav geotekstiil koos geovõrguga ja teha tagasitäide kruuspinnasega, mille peale paigaldada kulumiskiht.

1. profileerida olemasolev tee, tagada põikkalle 4% sirgetel ja kuni 6% kurvides. Lõikamissügavus peab olema aukude põhjani, kuid minimaalselt 5 cm;
2. piirkond km 5.280...5.400 kaevata välja 20 cm sügavuselt, kogu muldkeha laiuses. Paigaldada küna põhja II profiili geotekstiil, mille peale geovõrk NAUE Secugrid 30/30 Q1 või analoog (näiteks Tensar TX160, Enkagrid MAX 30, Huesker Basetrack Grid PP 30). Teha tagasitäide kruuspinnasega (20 cm) tagades 4% põikkalle;
3. kogu ülejäänud teel eemaldada servavall ja puhastada olemasolevad kraavid;
4. paigaldada kogu teelõigu ulatuses 10 cm optimaalne segu (pos. 5 või 6);
5. teha tolmuva kate eelpuistega pindamisega 2.5xE.

#### Lõik 6 – km 5.790...6.330

Sobilik on kasutada sarnast lahendust, kui lõigus 4, kuid suurendada kruusakihi paksust 20 cm peale ning geovõrku kasutada vaja ei ole.



1. profileerida olemasolev tee, tagada põikkalle 4% sirgetel ja kuni 6% kurvides. Lõikamissügavus peab olema aukude põhjani, kuid minimaalselt 5 cm;
2. eemaldada servavall ja puhastada olemasolevad kraavid;
3. paigaldada 20 cm kruuspinnast, mille peale 10 cm optimaalne segu (pos. 5 või 6);
4. teha tolmuva kate eelpuistega pindamisega 2.5xE.

#### Lõik 7 – km 6.330...6.802

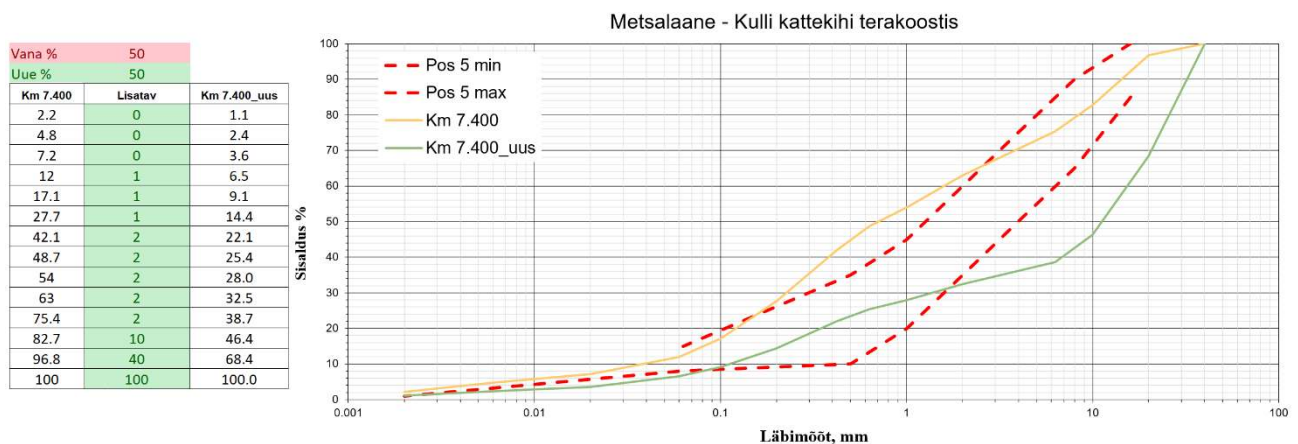
1. profileerida olemasolev tee, tagada põikkalle 4% sirgetel ja kuni 6% kurvides. Lõikamissügavus peab olema aukude põhjani, kuid minimaalselt 5 cm;
2. eemaldada servavall ja puhastada olemasolevad kraavid;
3. paigaldada 10 cm optimaalne segu (pos. 5 või 6);
4. teha tolmuva kate eelpuistega pindamisega 2.5xE.

#### Lõik 8 – km 6.802...6.948

1. eemaldada servavall ja puhastada olemasolevad kraavid;
2. vajadusel teha peale 1x pindamine.

#### Lõik 9 – km 6.948...9.221

1. km 7.250...7.400 muuta kattekihi terakoostist nii, et segada min. 10 cm sügavuselt sisse 50% ulatuses killustikku fr 16/32 (joonis 21). Paigaldada peale uus optimaalne segu 10 cm paksuselt;
2. ülejäänud tee profileerida tagades põikkalle 4% sirgetel ja kuni 6% kurvides. Lõikamissügavus peab olema aukude põhjani, kuid minimaalselt 5 cm;
3. teha tolmuva kate eelpuistega pindamisega 2.5xE.



Joonis 21. Vahemikus km 7.250...7.400 tuleb korrigeerida olemasoleva kruusa terakoostist lisades sinna 50% ulatuses killustikku fr 16/32.

## 7. Muud

Tööd tuleb sooritada lähtudes Tee ehitamise kvaliteedi nõuetest, kus on muuhulgas kirjeldatud aluse ehitamiseks kasutatava kruuspinnase vajalikud omadused:

„Sidumata segudest aluste ehitamiseks teedel, mille keskmine liiklussagedus on alla 200 auto ööpäevas, võib kasutada mineraalmaterjale, millel on täidetud järgnevad nõuded:

1. tera läbimõõt D on vähemalt 16 mm;

2. vastavalt standardile EVS-EN 13285 on soovitatav terakoostise kategooria valida kas G<sub>A</sub>, G<sub>B</sub>, G<sub>C</sub>, G<sub>O</sub>, G<sub>P</sub> või G<sub>E</sub>, samas peenosiste sisaldus peab vastama vähemalt kategooriale UF<sub>7</sub>;
3. jämetäitematerjali purustatud pindadega terade sisaldus peab vastama vähemalt kategooriale C 50 ja purunemiskindluse maksimaalväärtuse kategooria peab olema vähemalt LA<sub>40</sub>.“

Lisaks tuleb killustiku kasutamisel lähtuda Maanteeameti Killustikust katendikihtide ehitamise juhiseist, pindamisel lähtuda Maanteeameti Pindamisjuhiseist ja geosünteedide kasutamisel tuleb lähtuda nende paigaldusjuhendist.

Kruusatee remondi ja pindamisega tolmuva katte ehitamise vahele peaks jääma tehnoloogiline paus, et parandatud teest saaks välja auruda üleliigne niiskus. Kogemused on näidanud, et kui seda ei järgita, kipub pindamine laiguti lagunema. Kui kruusatee remont tehakse sügisel, peaks pindamise tegema alles järgmise aasta suvel. Soovitus ei kehti juhul, kui pindamine tehakse kruusakihi asemel freespuru peale.

Konstruktiivsete lahenduste juures võib optimaalse segu asendada freespuruga. Sellisel juhul minimaalne kihipaksus peab olema 8 cm.

### **Võsa ja puud**

Üldiselt on tee maa-ala puhas ning ükski võsa ega puu antud hetkel tee maa-ala hooldust oluliselt ei sega. Siiski on mõningad kohad, mis vajaksid tööd:

- lõigus 2 on ca 100 m ulatuses mõlemal pool teed ja ca 50 m ulatuses vasakul pool tee võsa, mida on soovituslik kärpida või täielikult eemaldada (ca 250 m<sup>2</sup>);
- km 2.62 on üks puu tee nõlval, mis tuleks eemaldada;
- teele lähedal on võsa paremal pool teed km 4.900...4.970 ja km 5.430...5.480;
- km 6.660 on paremal pool üksik puu, mille võra tuleks piirata.

### **Kraavide puhastamine ja kaevamine**

Tee ääres on üldiselt olemas madalad kraavid, kuid need tuleb puhastada. Teetööde tehnilises kirjelduses öeldakse, et oleva kraavi põhi ja nõlvad tuleb puhastada kaevates kuni 0,5 m sügavuselt, sealjuures jälgides, et oleks tagatud minimaalne nõutav kraavi pikikalle ja minimaalne lubatav muldkeha nõlvus.

Kraavide puhastamine paremal pool teed:

Km 0.698...2.150, km 2.150...2.210, km 2.420...2.550, km 2.750...3.280, km 3.550...4.590, km 4.660...4.790, km 4.970...5.590, km 5.900...6.310.

Kraavide puhastamine vasakul pool teed:

Km 2.220...2.750, km 2.750...2.830, km 3.550...3.770, km 4.400...4.890, km 4.960...5.150, km 5.320...5.420, km 5.490...5.600, km 5.720...6.802.

Kraavide kaevamine paremal pool teed:

Km 2.240...2.340, km 4.590...4.660, km 5.590...5.870 (säilitada mahasõit km 5.720).

Kraavide kaevamine vasakul pool teed:

Km 1.350...1.520, km 3.920...4.400, km

### **Truubid**

Km 4.588 on betoontruup läbimõõduga 0.5 m ja pikkusega 11.0 m halvas seisukorras. Truup vajab kas korrastamist või välja vahetamist.

Muud objektile asuvad truubid vajavad puhastust.

Truupi on vaja järgmiste mahasõitude alla:

- km 2.494;
- km 3.040;
- km 5.900.

### **Mahasõidud**

Mahasõitudele eemaldatavad kasvumullakihid, lisatavad kihid ja nende paksused on esitatud tabelis 8.

Uued mahasõidud tuleb rajada:

- paremale poole km 3.040 (vajab truupi);
- vasakule poole km 3.330;
- paremale poole km 3.450;
- mõlemale poole km 5.290;
- paremale poole km 5.720;
- paremale poole km 5.900 (vajab truupi).

Tabel 8

## Mahasõitude lahendused

| Asukoht |         | Liigitus    | Laius | Mahasõidu kasutus       | Mahasõidu nimi |  | Kasvupinnas, m3 | Kruus, cm | Opt. segu, cm | Pindamine |
|---------|---------|-------------|-------|-------------------------|----------------|--|-----------------|-----------|---------------|-----------|
| 696     | vasakul | eratee      | 4,0   | elukohta sissesõit      | talud          |  |                 |           | 10            | jah       |
| 997     | paremal | eratee      | 4,0   | muu                     | ms.            |  |                 |           | 10            | jah       |
| 998     | vasakul | eratee      | 4,0   | muu                     | ms.            |  |                 |           | 10            | jah       |
| 1352    | paremal | eratee      | 4,0   | elukohta sissesõit      | talv-allee     |  |                 |           | 10            | jah       |
| 1352    | vasakul | eratee      | 3,0   | põllu- ja metsamajandus | põllule sõit   |  | 1               | 20        |               |           |
| 1530    | paremal | eratee      | 3,0   | põllu- ja metsamajandus | põllule sõit   |  | 1               | 20        |               |           |
| 1944    | paremal | eratee      | 4,0   | muu                     | ms.            |  |                 |           | 10            |           |
| 2192    | paremal | eratee      | 4,0   | muu                     | ms.            |  |                 | 20        | 10            | jah       |
| 2222    | paremal | kohalik tee | 5,0   | piiramata otstarbega    | suurem tee     |  |                 | 20        | 10            | jah       |
| 2494    | vasakul | eratee      | 4,0   | elukohta sissesõit      | talv           |  |                 | 20        | 10            | jah       |
| 2750    | vasakul | eratee      | 4,0   | muu                     | ms.            |  |                 |           | 10            | jah       |
| 2865    | vasakul | eratee      | 3,0   | elukohta sissesõit      | elamu-värv     |  |                 | 15        | 10            | jah       |
| 2965    | vasakul | eratee      | 3,0   | elukohta sissesõit      | elamu-hoov     |  |                 | 15        | 10            | jah       |
| 3040    | paremal | eratee      | 3,0   | põllu- ja metsamajandus | põllule sõit   |  | 1               | 30        |               |           |
| 3330    | vasakul | eratee      | 3,0   | põllu- ja metsamajandus | põllule sõit   |  | 1               | 30        |               |           |
| 3450    | paremal | eratee      | 3,0   | põllu- ja metsamajandus | põllule sõit   |  | 1               | 30        |               |           |
| 3550    | vasakul | eratee      | 4,0   | elukohta sissesõit      | talv           |  |                 |           | 10            | jah       |
| 3634    | paremal | eratee      | 4,0   | elukohta sissesõit      | talv           |  |                 |           | 10            | jah       |
| 3766    | paremal | eratee      | 4,0   | muu                     | ms.            |  |                 |           | 10            | jah       |
| 3776    | vasakul | kohalik tee | 5,0   | piiramata otstarbega    | suurem tee     |  |                 |           | 10            | jah       |
| 3926    | paremal | eratee      | 4,0   | elukohta sissesõit      | talv           |  |                 |           | 10            | jah       |
| 4040    | paremal | eratee      | 4,0   | elukohta sissesõit      | talv           |  |                 |           | 10            | jah       |
| 4330    | paremal | eratee      | 4,0   | elukohta sissesõit      | talv           |  |                 |           | 10            | jah       |
| 4612    | vasakul | eratee      | 4,0   | muu                     | ms.            |  |                 |           | 10            | jah       |
| 4634    | paremal | eratee      | 4,0   | muu                     | ms.            |  |                 | 20        |               |           |
| 4793    | paremal | kohalik tee | 5,0   | põllu- ja metsamajandus | suur metsatee  |  |                 |           | 10            | jah       |
| 4807    | vasakul | kohalik tee | 5,0   | piiramata otstarbega    | suurem tee     |  |                 |           | 10            | jah       |
| 4905    | vasakul | eratee      | 3,0   | elukohta sissesõit      | elamu-hoov     |  |                 |           | 10            | jah       |
| 5290    | vasakul | eratee      | 3,0   | põllu- ja metsamajandus | põllule sõit   |  | 1               | 20        | 10            |           |
| 5290    | paremal | eratee      | 3,0   | põllu- ja metsamajandus | metsa          |  | 1               | 20        | 10            |           |
| 5498    | vasakul | eratee      | 4,0   | elukohta sissesõit      | talv           |  |                 |           | 10            | jah       |
| 5658    | paremal | eratee      | 4,0   | muu                     | ms.            |  |                 |           | 10            | jah       |
| 5709    | vasakul | eratee      | 3,0   | elukohta sissesõit      | elamu-hoov     |  |                 |           | 10            | jah       |
| 5720    | paremal | eratee      | 3,0   | põllu- ja metsamajandus | põllule sõit   |  | 1               | 20        |               |           |
| 5788    | vasakul | kohalik tee | 5,0   | piiramata otstarbega    | suurem tee     |  |                 |           | 10            | jah       |
| 5900    | paremal | eratee      | 3,0   | põllu- ja metsamajandus | põllule sõit   |  | 1               | 30        |               |           |
| 6236    | paremal | eratee      | 4,0   | tegevuskoht             | väetisehoidla  |  |                 |           | 10            | jah       |
| 6328    | paremal | kohalik tee | 5,0   | piiramata otstarbega    | suurem tee     |  |                 |           | 10            | jah       |
| 6557    | paremal | muu         | 5,0   | piiramata otstarbega    | bensiinijaam   |  |                 |           | 10            | jah       |
| 6627    | paremal | muu         | 5,0   | piiramata otstarbega    | bensiinijaam   |  |                 |           | 10            |           |
| 6734    | paremal | eratee      | 5,0   | tegevuskoht             | tootmishoone   |  |                 |           | 10            | jah       |
| 6955    | vasakul | eratee      | 4,0   | elukohta sissesõit      | talv           |  |                 |           |               | jah       |
| 6955    | paremal | eratee      | 3,0   | muu                     | ms.            |  |                 |           |               |           |
| 7082    | vasakul | eratee      | 4,0   | elukohta sissesõit      | talv           |  |                 |           |               | jah       |
| 7229    | paremal | kohalik tee | 5,0   | piiramata otstarbega    | 3310010        |  |                 |           |               | jah       |
| 7539    | paremal | muu         | 6,0   | põllu- ja metsamajandus | põld           |  |                 |           |               |           |
| 7747    | paremal | muu         | 6,0   | põllu- ja metsamajandus | põld           |  |                 |           |               |           |
| 7747    | vasakul | eratee      | 3,0   | põllu- ja metsamajandus | põld           |  |                 |           |               |           |
| 8447    | paremal | eratee      | 4,0   | elukohta sissesõit      | talv           |  |                 |           | 10            | jah       |
| 8700    | paremal | eratee      | 3,0   | põllu- ja metsamajandus | põld           |  |                 |           |               |           |
| 9015    | paremal | kohalik tee | 5,0   | piiramata otstarbega    | 3310009        |  |                 |           |               | jah       |
| 9120    | vasakul | muu         | 5,0   | piiramata otstarbega    | nõ lõikav tee  |  |                 |           |               | jah       |

| Spets nr. | Töö nimetus                                                                                               | Ühik | maht   | 698-2150 | 2150-2550 | 2550-2750 | 2750-4400 | 4400-5790 | 5790-6330 | 6330-6802 | 6802-6948 | 6948-9221 | 7250-7400 |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|           | <b>Ettevalmistustööd</b>                                                                                  |      |        |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 20202     | Raadamine, juurimine ja teemaa-ala puhastamine (korrastada nii, et oleks võimalik hooldus mehhanismidega) | m²   | 370    |          | 250       |           |           | 120       |           |           |           |           |           |
| 20208     | Üksikpuude langetamine koos käändude juurimisega (freesimisega)                                           | tk   | 1      |          |           | 1         |           |           |           |           |           |           |           |
| 20209     | Puude võra piiramine                                                                                      | tk   | 1      |          |           |           |           |           |           | 1         |           |           |           |
| 20301     | Liiklusmärkide eemaldamine (koos postide ja vundamendiga) ja hilisem tagasipaigaldus                      | tk   | 9      | 2        | 2         | 1         | 1         | 2         |           | 1         |           |           |           |
| 20305     | Tähispostide eemaldamine ja hilisem tagasipaigaldus                                                       | tk   | 32     | 6        | 5         |           | 8         | 11        | 2         |           |           |           |           |
|           | <b>Mullatööd</b>                                                                                          |      |        |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|           | <b>Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine KOKKU</b>                                                      |      | 261    |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 30103     | Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine (teepeenarde kultuurkihi koorimine)                               | m³   | 48     | 7.3      |           | 6         | 24        | 11        |           |           |           |           |           |
|           | Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine (mahasõitudelt kultuurkihi eemaldamine)                           | m³   | 9      | 2        |           |           | 3         | 3         | 1         |           |           |           |           |
|           | Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine (madala kandevõimega kohad)                                       | m³   | 204    |          |           |           |           | 204       |           |           |           |           |           |
| 30603     | Oleva mulde pealispinna planeerimine ja tihendamine                                                       | m²   | 67 100 | 12 342   | 3 400     | 1 700     | 14 025    | 11 120    | 4 590     | 4 012     |           | 15 911    |           |
| 30301     | Truupide puhastamine sh sisse-väljavoolude kultuurkihi eemaldamine                                        | m    | 188    | 32       | 23        |           | 45        | 73        | 15        |           |           |           |           |
| 30201     | Kraavide puhastamine                                                                                      | m    | 7 161  | 1 450    | 500       | 200       | 1 689     | 1 900     | 950       | 472       |           |           |           |
| 30107     | Uute kraavide kaevamine (h = 0.5 m)                                                                       | m²   | 275    | 43       | 25.0      |           | 120.0     | 67.5      | 20.0      |           |           |           |           |
| 30701     | Geotekstiil, eraldav (II profiil)                                                                         | m²   | 3 900  |          | 3 000     |           |           | 900       |           |           |           |           |           |
| 30703     | Geovõrk                                                                                                   | m²   | 6 000  |          | 3 000     |           | 2 100     | 900       |           |           |           |           |           |
|           | <b>Muldkeha ehitamine KOKKU</b>                                                                           |      | 13     |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 30402     | Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest (mahasõidud). Looduslik kruus.                               | m³   | 13     | 2        |           |           | 5         | 4         | 2         |           |           |           |           |
|           | <b>Katendid</b>                                                                                           |      |        |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 40507     | Kruusaluse rajamine keskmise laiusega 7.5 m, h = 15 cm                                                    | m²   | 12 375 |          |           |           | 12 375    |           |           |           |           |           |           |
| 40507     | Kruusaluse rajamine keskmise laiusega 7.5 m, h = 20 cm                                                    | m²   | 990.0  |          |           |           |           | 180       | 810       |           |           |           |           |
| 40501     | Killustikaluse rajamine keskmise laiusega 7.5 m, h = 20 cm                                                | m²   | 3 000  |          | 3 000     |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 40501     | Killustikaluse rajamine laiusega 7.0 m, h = 10 cm                                                         | m²   | 1 050  |          |           |           |           |           |           |           |           |           | 1 050     |
| 40511     | Optimaalse segu paigaldus laiusega 7.0 m, h = 10 cm                                                       | m²   | 43 778 | 10 164   | 2 800     | 1 400     | 11 550    | 9 730     | 3 780     | 3 304     |           |           | 1 050     |
| 44005     | Pindamine 2.5xE (eelpuistega 2x pindamine) laiusega 6 m                                                   | m²   | 50 262 | 8 712    | 2 400     | 1 200     | 9 900     | 8 340     | 3 240     | 2 832     |           | 13 638    |           |
| 44005     | 1x pindamine keskmise laiusega 6.5 m                                                                      | m²   | 891    |          |           |           |           |           |           |           | 891       |           |           |
| 44501     | Mahasõitude ehitamine/Purustatud kruusast sirbikujulise profiiliga kate. MS tüüp I, h = 10 cm             | m²   | 1 700  | 250      | 150       | 50        | 450       | 500       | 100       | 150       |           | 50        |           |
| 44005     | Mahasõitude pindamine 2.5xE                                                                               | m²   | 1 750  | 200      | 150       | 50        | 450       | 400       | 100       | 100       |           | 300       |           |
|           | <b>Truubid</b>                                                                                            |      |        |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 51001     | Plastiktruup                                                                                              | m    | 15.0   |          | 5         |           | 5         |           | 5         |           |           |           |           |



# KULULOEND

Kõik maksumused EUR

| Art nr               | Töö kirjeldus                                      | Möödühik  | Maht | Ühiku hind | Maksumus |
|----------------------|----------------------------------------------------|-----------|------|------------|----------|
| 1                    | 2                                                  | 3         | 4    | 5          | 6        |
| <b>Nr 1: ÜLDISED</b> |                                                    |           |      |            |          |
| 10201                | Proovivõtt ja katsetamine                          | kogusumma | 1    | 500.00     | 500.00   |
| 10202                | Load. sh kommunikatsiooni valdajate kooskõlastused | kogusumma | 1    | 100.00     | 100.00   |
| 10203                | Infotahvliid                                       | kogusumma | 1    | 100.00     | 100.00   |
| 10204                | Tööpiirkonna korrashoid                            | kogusumma | 1    | 100.00     | 100.00   |
| 10206                | Tööohutus                                          | kogusumma | 1    | 50.00      | 50.00    |
| 10207                | Keskkonnanõuded                                    | kogusumma | 1    | 50.00      | 50.00    |
| 10211                | Tööde mõõdistamine ja märkimistööd                 | kogusumma | 1    | 100.00     | 100.00   |

Kokku ÜLDISED **1000.00**

## Nr 2: EHITUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE LÕIGUL

|       |                                                                                                                           |    |     |       |        |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|-------|--------|
| 20202 | Raadamine, juurimine ja teemaa-ala puhastamine (korrastada nii, et oleks võimalik hooldus mehhanismidega)                 | m² | 370 | 0.59  | 218.30 |
| 20208 | Üksikpuude langetamine koos kändude juurimisega (freesimisega)                                                            | tk | 1   | 64.41 | 64.41  |
| 20209 | Puude võra piiramine                                                                                                      | tk | 1   |       |        |
| 20301 | Liiklusemärgi eemaldamine (koos postidega, vundamentidega jne.) ja hilisem tagasipaigaldus (kui jäävad ehitustöödel ette) | tk | 9   | 20.00 | 180.00 |
| 20305 | Tähispostide eemaldamine ja hilisem tagasipaigaldus (kui jäävad ehitustöödel ette)                                        | tk | 32  | 15    | 480.00 |

Kokku EHITUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE LÕIGUL **942.71**

## Nr 3: MULLATÖÖD

|       |                                                                     |    |       |       |          |
|-------|---------------------------------------------------------------------|----|-------|-------|----------|
| 30103 | Sobimatu pinnase kaevamine                                          | m³ | 261   | 3.25  | 847.44   |
| 30603 | Oleva mulde pealispinna planeerimine ja tihendamine                 | m² | 67100 | 0.50  | 33550.00 |
| 30301 | Truupide puhastamine sh sisse-väljavoolude kultuurikihi eemaldamine | m  | 188   | 23.51 | 4422.23  |
| 30201 | Kraavide puhastamine                                                | m  | 7161  | 4.27  | 30577.47 |
| 30107 | Uute kraavide kaevamine (h = 0.5 m)                                 | m³ | 275   | 3.25  | 893.75   |
| 30701 | Geotekstiil, eraldav (II profiil)                                   | m² | 3900  | 0.82  | 3198.00  |
| 30703 | Geovõrk                                                             | m² | 6000  | 2.50  | 15000.00 |
| 30402 | Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest (mahasõidud).          | m³ | 13    | 31.08 | 410.26   |

Kokku MULLATÖÖD **88899.14**

## Nr 4: KATEND

|       |                                                                                                        |    |        |      |           |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------|------|-----------|
| 40507 | Kruusaluse rajamine keskmise laiusega 7.5 m, h = 15 cm                                                 | m² | 12 375 | 2.23 | 27596.25  |
| 40507 | Kruusaluse rajamine keskmise laiusega 7.5 m, h = 20 cm                                                 | m² | 990    | 2.97 | 2940.30   |
| 40501 | Killustikaluse rajamine keskmise laiusega 7.5 m, h = 20 cm                                             | m² | 3 000  | 6.3  | 18900.00  |
| 40501 | Killustikaluse rajamine laiusega 7.0 m, h = 10 cm                                                      | m² | 1 050  | 4.00 | 4200.00   |
| 40511 | Optimaalse segu paigaldus laiusega 7.0 m, h = 10 cm                                                    | m² | 43 778 | 2.9  | 126956.20 |
| 44005 | Pindamine 2.5xE (eelpuistega 2x pindamine) laiusega 6 m                                                | m² | 50 262 | 2.20 | 110576.40 |
| 44005 | 1x pindamine keskmise laiusega 6.5 m                                                                   | m² | 891    | 1.78 | 1585.09   |
| 44501 | Mahasõitude ehitamine/Purustatud kruusast sirbikujulise profiiliga kate. MS tüüp I, keskmine h = 10 cm | m² | 1 700  | 6    | 10200.00  |
| 44005 | Mahasõitude pindamine 2.5xE                                                                            | m² | 1 750  | 4.50 | 7875.00   |

Kokku KATEND **310829.24**

## Nr 5: DRENAAŽ JA TRUUBID

|       |              |   |    |       |         |
|-------|--------------|---|----|-------|---------|
| 51001 | Plastiktruup | m | 15 | 71.52 | 1072.80 |
|-------|--------------|---|----|-------|---------|

Kokku DRENAAŽ JA TRUUBID **1072.80**

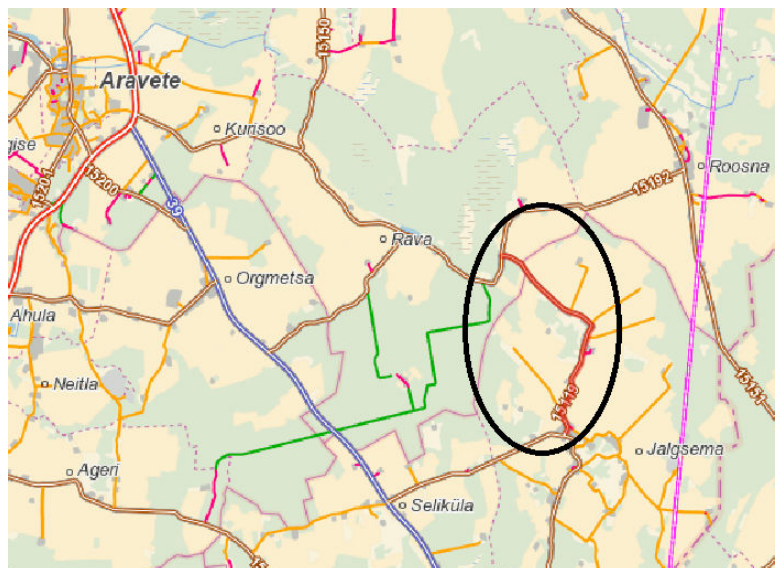
|                                        |                  |
|----------------------------------------|------------------|
| <b>KOKKU ptk-d</b>                     | <b>402743.89</b> |
| ETTENÄGEMATA TÖÖD 5%                   | 20137.19         |
| <b>KOKKU KOOS ETTENÄGEMATA TÖÖDEGA</b> | <b>422881.09</b> |
| KÄIBEMAKS 20%                          | 84576.22         |
| <b>KOKKU KÄIBEMAKSUGA</b>              | <b>507457.31</b> |

Märkused:

# Tee nr. 15119 Jalalõpe – Rava km 4,323 – 8,125 (3,802 km)

## 1. Objekti asukoht

Objekti asukoht on näidatud joonisel 1.



Joonis 1. Tee nr. 15119 Jalalõpe – Rava km 4,323 – 8,125 asukoht (Teeregister)

## 2. Tee üldiseloomustus Teeregistri põhjal

Teeregistri alusel on teele paigaldatud 12.06.2017 uus kulumiskiht purustatud kruusast, paksusega 14 cm. Tee ehitaja sõnutsi tehti teele täielik remont, mille käigus teed laiendati, õgvendati ja kaevati külakraavid. Viimaks teed tolmuva katte alla piisaks, kui paigaldatakse freespurukiht, mis pinnatakse.

Seega on tee olukord muutunud võrreldes mõõtmisaegse olukorraga niivõrd, et kogutud andmed ei ole enam kasutatavad tee hetkelise seisukorra kirjeldamiseks. Järgnevalt tuuakse välja kevadel 2017 kogutud info antud teest.

## 3. Tee seisukord 2017 kevadel

Tee oli kitsam, kui 6 m, põikprofiil sisuliselt puudus ja tee nägi pigem välja põllumajandustee, kui riigitee (kõrvalmaantee). Kohalike elanike sõnul on kevadeti tee tugevalt roopas ja sõiduautoga võib kergesti kinni jääda, mistõttu tuleb liikumistrajektoori hoolega valida.

Tee paiknes enamasti allpool olemasolevat maapinda ja ääres olid kõrged servavallid. Ühtegi külmakerkelist kohta vaatlusega ei tuvastatud. Teekatte olukord oli üldiselt väga halb, esines palju roopaid ja auke, veel ei olnud võimalik teekattelt ära voolata, mistõttu kogu konstruktsioon oli üleniiskunud, mis väljendus ka kandevõimemõõtmise tulemustes, mille alusel saadi väga madalaid väärtusi, mida on näidatud joonisel 2. Kandevõimeväärtustesse tuleb antud juhul suhtuda väga konservatiivselt, kuna teekatend oli sisuliselt välja ehitamata, paiknes olemasolevast maapinnast madalamal ja oli veega üleküllastunud, mistõttu FWD koormusplaadi all toimus tõenäoliselt plastne deformatsioon.

Tee ei asetse niiskuspäikkonna poolest liigniiskes päikkonnas ja probleem seisneb eelkõige selles, et tee on künas, mistõttu vesi jääb teekattele pidama imbudes teekonstruktsiooni ja pehmendades selle all olevat looduslikku pinnast.

Teed iseloomustavad hästi fotod 1...4. Visuaalsel vaatlusel ei olnud teel sisuliselt kulumiskihti, vaid teekate oli pigem loodusliku pinnasega segunenud väga savine kruus. See nähtub ka maaradari ülesõiduga koos tehtud fotodelt.

Enne tolmuvaaba katte alla viimist oleks tee vajanud põhjalikku kruusatee remonti (tegelikult kruusatee väljaheitamist koos laiendamise ja õgvendamisega), mis 2017 suve alguses ka tehti. Tolmuvaaba katet ei ole soovituslik rajada enne järgmise aasta suve. Soovituslik oleks enne seda mõõta teelt ka kandevõime, mis võimaldaks näha, kui palju tee olukord tänu kraavide kaevamisele ja uue katendikihi peale paigaldamisele paranes. See on vajalik ka seetõttu, et teed kasutatakse intensiivselt põllumajandustehnika poolt, mistõttu on katte pikaalisuse jaoks vajalik, et tee kandevõime vastaks avalduvale koormusele.



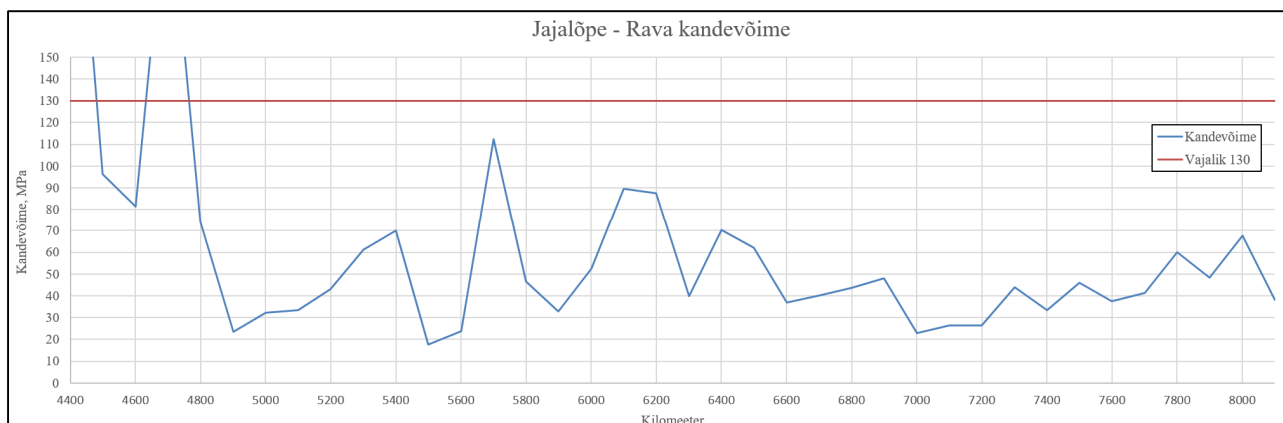
Fotod 1 ja 2. Teed iseloomustavad fotod.



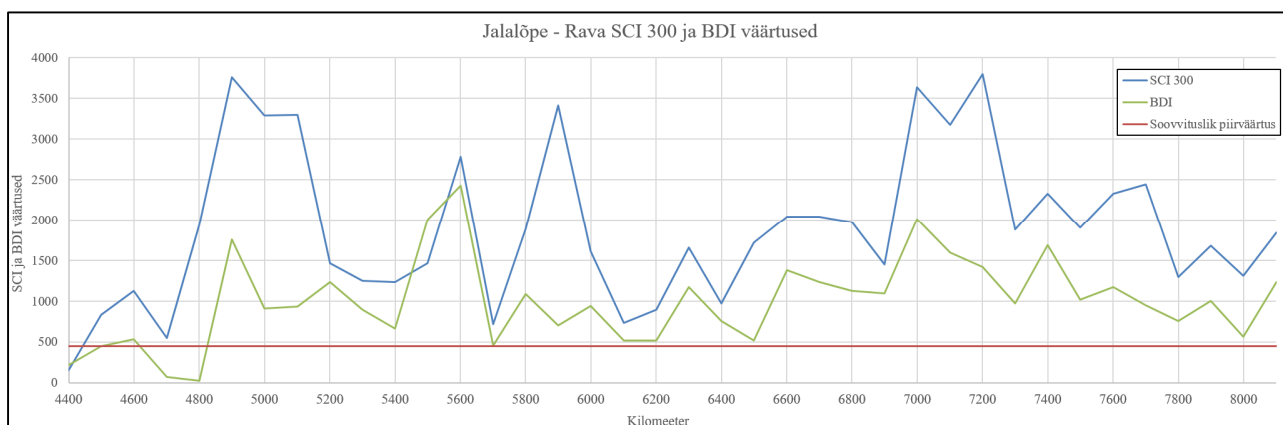
Fotod 3 ja 4. Teed iseloomustavad fotod.

Tee keskmiseks kandevõimeks saadi 48 MPa, kuid tegemist on sellesmõttes moonutatud väärtusega, et kandevõime tõuseb kohe vähemalt 20 MPa võrra (kui mitte rohkemgi), kui äärtesse kaevata kraavid ja tagada teele põikkalle, mis võimaldab vee takistuseta äravoolu teekattelt.

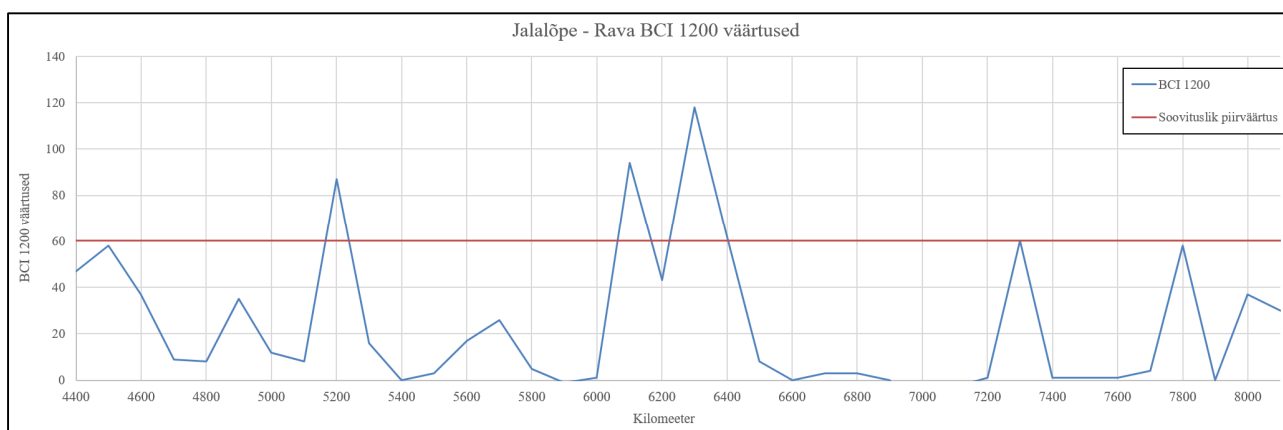
SCI 300 ja BDI parameetrid on ülikõrged (joonis 3), kuid BCI parameeter madal (joonis 4), mis võimaldab järeldada, et teekatte probleemid on põhjustatud pinnavete tõttu ja olukord oleks oluliselt parem, kui tee oleks olemasolevast maapinnast kõrgemal ning tee ääres oleks kraavid.



Joonis 2. Jalalõpe – Rava kandevõime.



Joonis 3. Jalalõpe – Rava SCI 300 ja BDI väärtused.



Joonis 4. Jalalõpe – Rava BCI 1200 väärtus.

## Kokkuvõte

Kõige soodsam viis tee seisukorra parandamiseks on külgkraavide kaevamine ja tagamine, et vesi saaks teekattelt ära voolata. Tee remont on soovituslik teha kahes etapis – esimesel aastal kaevata kraavid ja paigaldada uus kulumiskiht. Teisel aastal mõõta kandevõime uuesti ja vajadusel suurendada teekatendi kihipaksust vaid nendes kohtades, kus seda tõesti vajalik teha on, peale mida saab paigaldada ka tolmuva kate.

## Tee nr. 13162 Kalma – Avinurme km 0,735 – 3,84

Tee seisukorra hindamiseks ja sobiliku remondimeetme valikuks koguti järgnevat infot:

- varakevadine visuaalne vaatus;
- info kogumine andmebaasidest (Maa-ameti mullakaart, Teeregister);
- kandevõimemõõtmised FWD-seadmega kevadel;
- maaradari ülesõit koos tee ülesfilmimisega hiliskevadel (kui teekate on kuiv ja maapind tahenenud);
- geoloogiliste puuraukude puurimine kohtadesse, mis on valitud vastavalt objekti visuaalsele vaatlusele ja FWD tulemuste analüüsile.

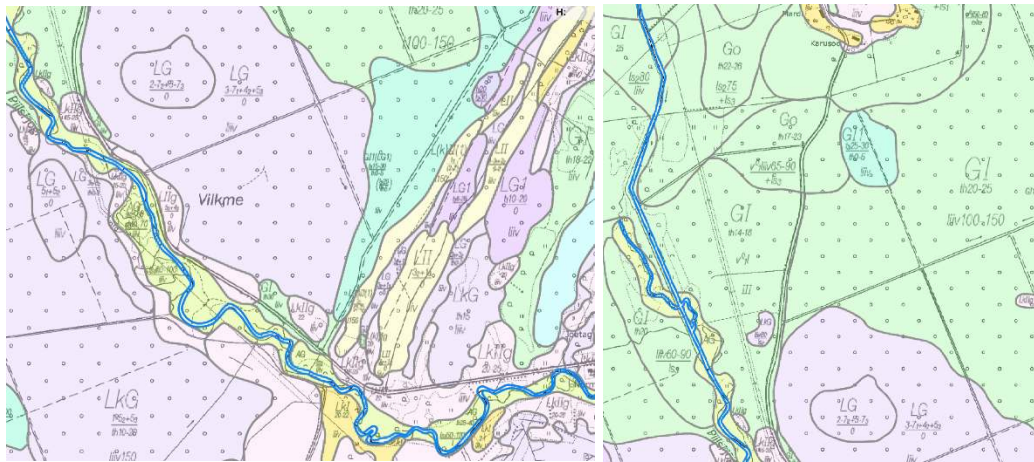
### 1. Objekti asukoht

Objekti asukoht on näidatud joonisel 1. Joonistel 2 ja 3 on kujutatud objekt asetatuna mullakaardile, mis võimaldab anda sellele esmase ülevaate esineva aluspinnase ja niiskuspaikkonna osas.



Joonis 1. Tee nr. 13162 Kalma – Avinurme km 0.735...3.84 asukoht (Teeregister)





Joonis 2 ja 3. Tee nr. 13162 Kalma – Avinurme km 0.735...3.84 asetatuna mullakaardile (Maaamet). Esimene pool lõigust asub enamasti gleistunud muldade levikualal ja teine pool kas leetja või leostunud gleimulla levikualal.

Esimene pool teelõigust asetseb enamasti gleistunud leetunud muldade levikualal, mida iseloomustatakse kui „nõrgalt (ajutiselt) liigniisked liiv- ja harva saviliivmullad.“ Mullakaart näitab lisaks, et mullakihi all asub liiv.

Teine pool teelõigust asub kas leetjal või leostunud gleimullal. Üldiselt iseloomustatakse neid kui „alaliselt (keskmiselt) liigniisked mullad, kus liigniiskus on tingitud pidevalt mullaprofiili ulatuvast põhjaveest, rasketel muldadel lisandub ka ülavesi.“

Mullakaardi alusel saab järeldada, et tee paikneb (ajutiselt) liigniiskes keskkonnas ehk tõenäoliselt kevadeti on vee tasapind kõrgel, mis nõrgestab teekatendi tugevust (fotol 1 on kujutatud teelõigu algust kevadise vaatluse ajal, mis näitab massipiirangu kehtivust ehk sisuliselt nõrka teekatendit).

## 2. Tee üldiseloomustus Teeregistri põhjal

Teeregistri alusel ei ole teele määratud maantee klassi, kuid liiklussageduse järgi peaks tegemist olema V-klaasi maanteeaga.

Liiklussagedus 2016: 90 AKÖL (sõiduaudod ja pakiaudod 96%, veoaudod ja autobussid 1%, autorongid 3%). Kohalike sõnul on tee suhteliselt tiheda liiklusega. Kuna tegemist on otseteega Avinurme ja Mustvee vahel, võib oodata liikluse suurenemist peale tolmuva kate rajamist, kuid lähiajal arvatavasti siiski mitte märkimisväärselt, kuna kogu tee kuni Avinurmeni ei ole veel tolmuva kate all (tõenäoliselt teatud aja jooksul see siiski tehakse). Lisaks ümbritsevad teed suured metsamassiivid ning mahasõidud on kolmele metsateele, mistõttu tuleb teele koormust metsavedudest.

Kui liiklussagedus suureneb seitsmendaks aastaks kahekordselt, saadakse 180 AKÖL, ja kui liikluse koosseis jääb samaks, on veoautode ja autobusside arvutuslik hulk seitsmendaks aastaks 1.8 ning autorongide oma 5.4. Nende keskmine siirdetegur on vastavalt 2.67 ja 3.76, tee rajateguriks tuleks arvestada 0.6 ning seega tuleb koormussageduseks  $Q = (1.8 \cdot 2.67 + 5.4 \cdot 3.76) \cdot 0.6 = 15 \text{ V}_1/\text{ööp}$ .  $E_{\text{vaj}}$  on seega 138 MPa, **arvutustes kasutatakse  $E_{\text{vaj}} = 140 \text{ MPa}$ .**

Tee katendikihtide osas info Teeregistris puudub. Teada on see, et aastal 2012 on paigaldatud teele uus kulumiskiht purustatud kruusast, kuid kihipaksust pole välja toodud.

Katte laiused:

- Km 0.735...3.000 on 6.0 m;
- Km 3.000...3.840 on 6.5 m.

Kruusatee väljaehitamise tase on 4 (madala muldkehaga kruusatee).

Mahasõidud ja ristumised:

Objektil on kokku 22 mahasõitu (tabel 1), millest kõik on kasutusotstarbeld põllu- ja metsamajandus.

Teeregistri andmetel ei ole ristumisi teiste teedega

Tabel 1

#### Mahasõitude asukohad ja iseloomustused

| Truubi asukoht | Parem/vasak pool | Liigitus | Laius | Mahasõidutee kate | Katte ulatus mahas. suunal | Truubi olemasolu | Kasutusotstarve         | Kommentaari        |
|----------------|------------------|----------|-------|-------------------|----------------------------|------------------|-------------------------|--------------------|
| 825            | paremal          | muu      | 3,0   | kruus             | nokk puudub                | truup on         | põllu- ja metsamajandus | d-300mm; l-8jm     |
| 837            | vasakul          | muu      | 3,0   | katteta           | nokk puudub                | truup on         | põllu- ja metsamajandus | d-300mm; l-8jm     |
| 933            | paremal          | muu      | 3,0   | katteta           | nokk puudub                | truup on         | põllu- ja metsamajandus | d-300mm; l-8jm     |
| 1198           | paremal          | muu      | 3,0   | katteta           | nokk puudub                | truup on         | põllu- ja metsamajandus | d-300mm; l-8jm     |
| 1297           | paremal          | muu      | 3,0   | katteta           |                            | truup on         | põllu- ja metsamajandus | truup d-300 l-7jm  |
| 1446           | paremal          | muu      | 3,0   | kruus             | nokk puudub                | truup on         | põllu- ja metsamajandus | d-300mm; l-8jm     |
| 1533           | vasakul          | muu      | 3,0   | kruus             | nokk puudub                | truup on         | põllu- ja metsamajandus | d-300mm; l-8jm     |
| 1546           | paremal          | muu      | 3,0   | kruus             | nokk puudub                | truup on         | põllu- ja metsamajandus | d-300mm; l-8jm     |
| 1626           | paremal          | muu      | 3,0   | katteta           | Andmed puuduvad            | truup on         | põllu- ja metsamajandus | truup d-300 l-8jm  |
| 1803           | vasakul          |          | 3,0   | katteta           |                            | truup on         | põllu- ja metsamajandus | truup d-300 l-8jm  |
| 1949           | paremal          | muu      | 3,0   | kruus             | nokk puudub                | truup on         | põllu- ja metsamajandus | d-300mm; l-8jm     |
| 2027           | vasakul          | muu      | 3,0   | kruus             | nokk puudub                | truup on         | põllu- ja metsamajandus | d-300mm; l-8jm     |
| 2306           | paremal          | metsatee | 3,0   | kruus             | nokk puudub                | truup on         | põllu- ja metsamajandus | truup d-300 l-8jm  |
| 2550           | vasakul          | muu      | 3,0   | kruus             | nokk puudub                | truup on         | põllu- ja metsamajandus | d-300mm; l-8jm     |
| 2622           | vasakul          | muu      | 3,0   | kruus             | nokk puudub                | truup on         | põllu- ja metsamajandus | d-300mm; l-8jm     |
| 2986           | paremal          | metsatee | 4,0   | kruus             | nokk puudub                | truup on         | põllu- ja metsamajandus | truup d-300 l-10jm |
| 3033           | vasakul          | muu      | 3,0   | kruus             | nokk puudub                | truup on         | põllu- ja metsamajandus | d-300mm; l-8jm     |
| 3184           | vasakul          | muu      | 3,0   | kruus             | nokk puudub                | truup on         | põllu- ja metsamajandus | d-300mm; l-8jm     |
| 3592           | vasakul          | muu      | 3,0   | katteta           | nokk puudub                | truup on         | põllu- ja metsamajandus | truup d-300 l-9jm  |
| 3704           | paremal          | muu      | 3,0   | katteta           | nokk puudub                | truup on         | põllu- ja metsamajandus | truup d-300 l-8jm  |
| 3798           | paremal          | muu      | 3,0   | kruus             | nokk puudub                | truup on         | põllu- ja metsamajandus | truup d-300 l-9jm  |
| 3810           | vasakul          | muu      | 3,0   | kruus             | nokk puudub                | truup on         | põllu- ja metsamajandus | truup d-300 l-9jm  |

Truubid:

Tee alt läheb läbi 7 truupi, millest kõikide seisukord on hea või väga hea (tabel 2). Km 2.540 osas öeldakse, et truup peaks olema, aga ei ole ning truubi mitteolemasolu kinnitab ka maaradar ehk truupi seal ei eksisteeri.

Tabel 2

#### Info tee alt läbiminevate truupide kohta

| Asukoht | Ehitusaasta | Truubikeha pikkus | Päiste olemasolu | Ava läbimõõt | Seisukorra hinne                  | Truubi ehitamise materjal |
|---------|-------------|-------------------|------------------|--------------|-----------------------------------|---------------------------|
| 788     | 2011        | 12,0              | päiseid ei ole   | 0,5          | väga hea                          | plast                     |
| 945     | 2011        | 12,0              | päiseid ei ole   | 0,5          | väga hea                          | plast                     |
| 1524    | ?           | 12,0              | päised on        | 1,25         | esineb üksikuid pisipuudusi (hea) |                           |
| 1677    | 2011        | 13,0              | päiseid ei ole   | 0,5          | väga hea                          | plast                     |
| 2059    | 2011        | 12,0              | päiseid ei ole   | 0,5          | väga hea                          | plast                     |
| 2514    | 2011        | 11,0              | päiseid ei ole   | 0,5          | esineb üksikuid pisipuudusi (hea) | plast                     |
| 2540    | 1967        | 10,0              | päised on        | 0,5          | truup peaks olema aga ei ole      |                           |
| 3765    | 2011        | 14,0              | päiseid ei ole   | 0,6          | väga hea                          | plast                     |

### 3. Tee visuaalse vaatluse info

Tee esimene 735 m on tolmuva kate all, mis on alguses halvas seisukorras, kuid läheb paremaks (fotod 1 ja 2). Tolmuva kate on ehitatud aastal 2007 nii, et pindamise alla on paigaldatud freespurukate.



Fotod 1 ja 2 asukohtadest km 0.05 ja 0.4 näitavad, et kui alguses on pinnatud freespurukate halvas seisukorras, siis hiljem muutub olukord paremaks.

Kruusateed võib iseloomustada kui heas korras olevat teed, teekattes esineb väheseid auke (fotod 3 ja 4). Teel on piisav põikkalle, tee servas ei ole vee äravoolu takistavaid valle ning mõlemal pool teed jooksevad kraavid, mille põhjas on enamasti vesi (foto 5). On kohti, kus vesi ei voola kraavist ära olles suhteliselt lähedal teekattepinna (fotod 6 ja 7).



Fotod 3 ja 4 asukohtadest km 0.8, km 1.6



Foto 5 asukohast km 3.0 näitab, et tee seisukord on väga hea, kuid piirkond on liigniiske ja kraavis seisab vesi.





Fotod 6 ja 7 asukohtadest km 2.10 ja 2.45 kujutavad madalat kraavi, mistõttu vesi on kevadel väga katte lähedal.

Fotol 7 on eespool truup (km 2.514, fotol nähtub truubi asukoht tähispostide kaudu), mis ei ole kuigi efektiivne, kuna vesi seisab sellegipoolest paremapoolses kraavis ja vasakus kraavis oli vett minimaalselt. Teisel pool teed on langus madalamale alale (maapind langeb Piilsi jõe poole), mida saaks edukalt kasutada selleks, et juhtida vesi ühelt poolt teed teisele poole ning siis eemale teekonstruktsioonist. Truup on paigaldatud liiga kõrgele ja kraavid on liiga madalad. Sama probleem on km 1.524 ja km 1.677 truupidega, mis ei ole kuigi efektiivsed, kuna, nagu näitab foto 8 asukohast km 1.560, ei alanda need ümbruskonna veetaset – fotol nähtub, et teisel pool teed on metsaalune kaldega teest eemale ja täiesti kuiv – see on koht, kuhu peaks suunama teekraavides seisva vee.

Üldistades saab veel öelda, et seisev vesi oli peamiselt paremal pool teed. Vasakul pool teed langes maapind peaaegu kogu lõigu pikkuses teest eemale. Ehk antud teel esineb olukord, kus vesi üritab liikuda paremalt vasakule, kuid rajatud tee takistab liikumist. Seda olukorda peaks soodustama vaadates üle kraavide sügavused, kalded, truupide asukohad ja paigaldussügavused. Käesoleva tööga seda teha võimalik ei olnud ja koostada oleks vaja kuivendusprojekt, mille abil tõuseb ka teekatendi kandevõime ja seeläbi eluiga.

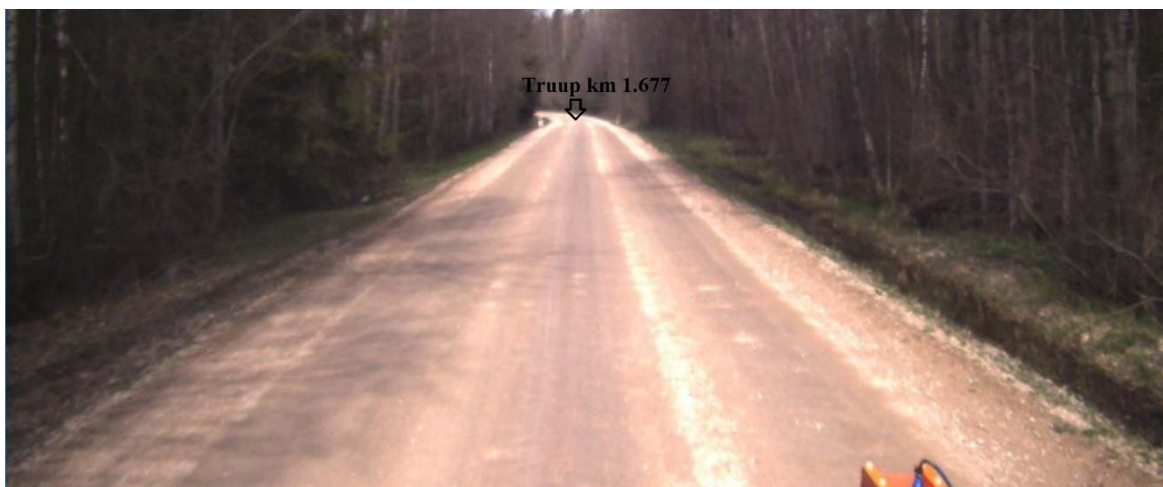


Foto 8 on tehtud km 1.560, enne ja peale foto kohta on truubid, mille ümbrus on kuiv, kuid kahe truubi vaheline ala on väga niiske, samas teisel pool teed on maapind kuiv. Truubid on ebaefektiivsed kuivendamaks tee maa-ala.

Kohalike elanike sõnul on teelõigu kõige probleemsemateks osadeks algus ja lõpp, kus toimub üleminek tolmuvalalt kattelt kruusateele. Nendes kohtades on pidevalt väga palju auke. Samuti, kuna lõigul on suhteliselt palju liiklust, tekib suve jooksul teekattesesse „trepp“.

Visuaalse vaatlusega ühtegi kandevõimeprobleemiga kohta tuvastada võimalik ei olnud.

Üldiselt saab visuaalse vaatluse alusel järeldada, et tee olukord on hea. Tee kurvid on enamasti järsud, seega ka tugevasti kaldus ja vajaksid profiiliparandust, et põikkalle oleks maksimaalselt 6% (eriti kurvid km 1.35, 2.1, 2.33, 2.42 ja 3.55).

#### 4. Kandevõime

Kandevõime mõõdeti objektil 13.04.17 KUAB kahemassilise FWD-seadmega, mis suudab mõõta läbipaindeid üle 5000  $\mu\text{m}$  ja mille koormusimpulss on tavapärasest FWD-seadmetest tänu kahemassilisele süsteemile pikem, mistõttu on seade kruusateedel mõõtmisteks väga hästi sobilik. Mõõtmine sooritati malekorras iga 50 m tagant.

Mõõtmistulemuse põhjal arvutati kandevõime kasutades valemit 1. Seadme küljes oli kõrgtäpne GPS (+/- 5 cm), millega registreeriti nii punkti asukoht kui absoluutkõrgus seadme pealt (seega on teekatte pinna suhtes kõrgused suhtelised). Arvutatud kandevõime mõlemas sõidusuunas on esitatud joonisel 4, millest nähtub, et enamikes punktides ei ole vajalikku kandevõimet  $E = 140 \text{ MPa}$ .

Tee keskmine kandevõime on 101 MPa, kuid suuna 1 kandevõime on madalam, kui suunal 2 – vastavalt 86 ja 100 MPa. Arvatav põhjus on paremal pool kraavis seisev vesi. Samuti nähtub see, et tee lõpupoole kandevõime väheneb. Muutus toimub km 3.450 juures ja keskmine kandevõime seal on vaid 60 MPa. Tegemist on kohaga, kus tee keerab Piilsi jõest kaugemale metsa sisse ja vesi seisab mõlemal pool teed kraavides.

SCI, BDI ja BCI parameetrite (joonisel 5, 6 ja 7) põhjal saab järeldada, et kogu teekonstruktsioon oli mõõtmisaegselt üleniiskunud ning kasutusel on niiskustundlikud (suure peenosisesisaldusega) materjalid. Teekatend vajus koormusimpulsi mõjul ühtlaselt. Seega on peamine halva kandevõime mõjutaja tervenisti üleniiskunud teekatend.

Visuaalselt on kogu tee väga sarnane, kuid mõnevõrra eristub km 1.250...1.350, kus kandevõime on kõrgem, kui teel üldiselt. Piki profiili järgi on tegemist kõrgema kohaga ning objekti vaatluse kohaselt on tegemist liivase maapinnaga (foto 9).

$$E_{eq} = \frac{0,25\pi * (1 - \nu^2) * F * S}{d_0}$$

Valem 1

kus

$E_{eq}$  – üldine E-moodul koormusplaadi keskmes, MPa;

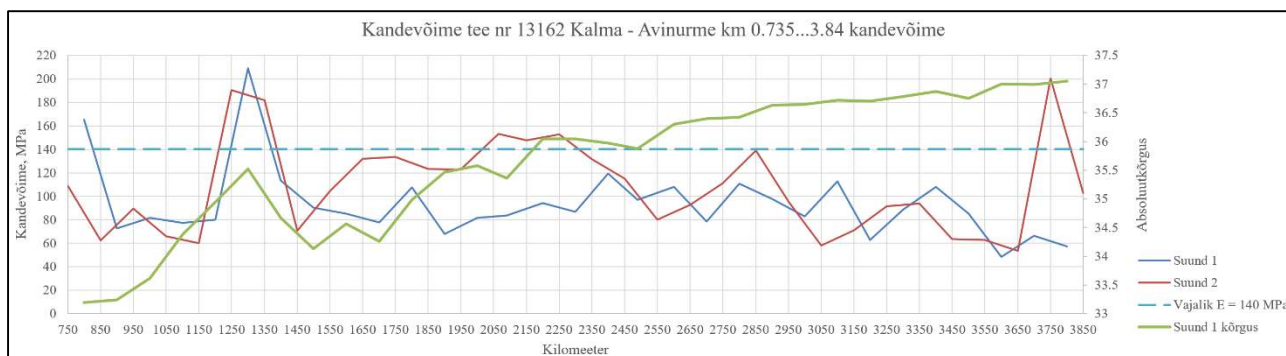
$\nu$  – Poisson' tegur (kruusateedel tuleks arvestada 0,35);

F – kontaktsurve koormusplaadi all, kPa (300 mm koormusplaadi ja 50 kN koormuse kasutamisel saadakse 707 kPa);

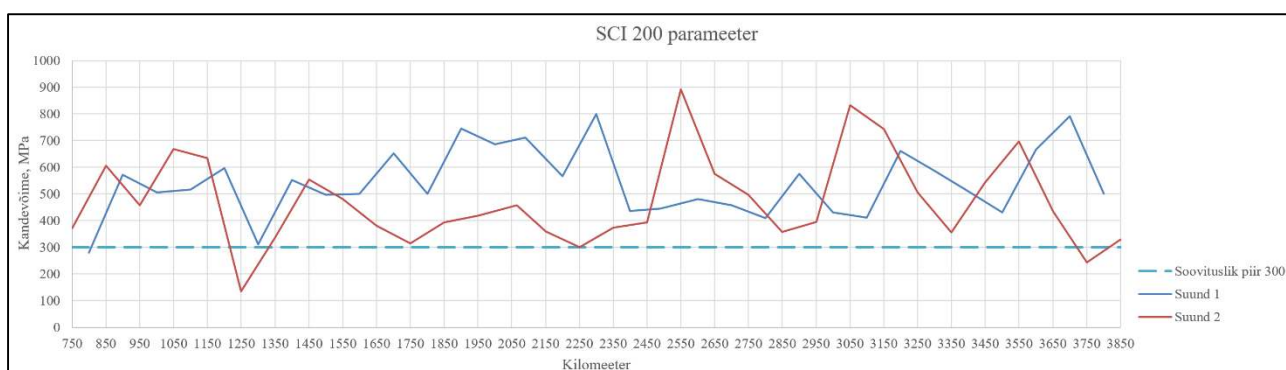
S – koormusplaadi diameeter, mm;

$d_0$  – vajum koormusplaadi keskmes,  $\mu\text{m}$ .

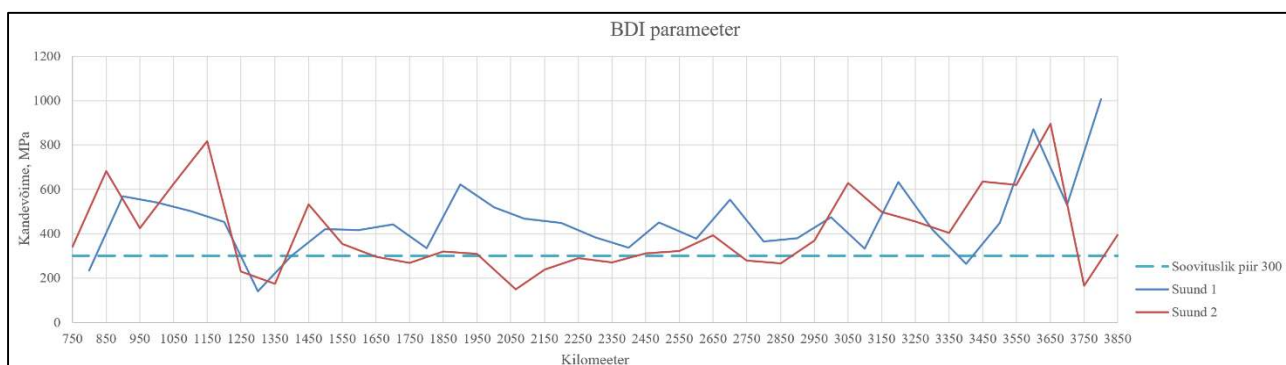




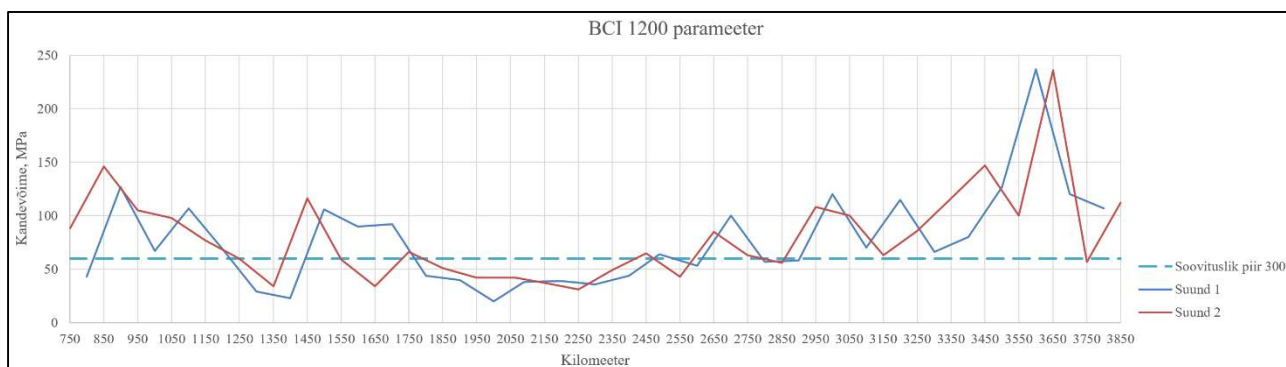
Joonis 4. Teelõigu kandevõime mõlemas sõidusuunas koos pikiprofiiliga.



Joonis 5. SCI 200 parameeter ületab soovituslikku piiri peaaegu punktis, kus on madal kandevõime ja vastupidi.



Joonis 6. BDI parameetri puhul kehtib sama seos, mis SCI puhul ehk madala kandevõimega punktides on BDI parameeter ületatud ja vastupidi.



Joonis 7. Ka BCI 1200 parameeter ületab soovituslikku piiri suures osas teepikkusest.



Foto 9 asukohast km 1.250 näitab künkapealset, kus oli tee kõrgeim kandevõime.

## 5. Geoloogia

Tulenevalt FWD mõõdistustest ja objekti vaatlusest valiti välja kohad, kust võtta puuraugud kihipaksuste, kuid eelkõige materjaliomaduste määramiseks. Puuraugud võeti viiest kohast:

- km 1.050 (suund 2, kandevõime 66 MPa, joonis 8);
- km 1.900 (suund 1, kandevõime 68 MPa, joonis 9);
- km 2.600 (suund 1, kandevõime 108 MPa, joonis 10);
- km 3.050 (suund 2, kandevõime 58 MPa, joonis 11);
- km 3.650 (suund 2, kandevõime 53 MPa, joonis 12);

| Kaevandi<br>tähis<br>ja nr. | PA-13162-1.050      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puunitud<br>(kuup.)<br>Seade | 14.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | 0.90/-0.90                                | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 14.06.2017 |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| X=6531787                   |                     |                          |                     |                              | Y=670216                |                                      |                                           |                                |            |
|                             | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                         |                                |            |
| 1                           |                     | 0.60                     | -0.60               | 0.60                         | ①                       | 4113                                 | Teekate: rohke kruusaga savikas keskliiv. |                                |            |
|                             |                     | 0.85                     | -0.85               | 0.25                         | ③                       |                                      | Muld                                      |                                |            |
|                             |                     |                          |                     | 1.05+                        | ⑤                       |                                      | Peenliiv: tihe, märg kuni veeküllastunud. |                                |            |
|                             |                     | 1.90                     | -1.90               |                              |                         |                                      |                                           |                                |            |

Joonis 8. Geoloogiline lõige km 1.050.

| Kaevandi<br>tähis<br>ja nr. | PA-13162-1.900      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puunitud<br>(kuup.)<br>Seade | 14.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | 1.00/-1.00                                        | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 14.06.2017 |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| X=6532105                   |                     |                          |                     |                              | Y=669489                |                                      |                                                   |                                |            |
|                             | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                                 |                                |            |
| 1                           |                     | 0.45                     | -0.45               | 0.45                         | ①                       | 4112                                 | Teekate: rohke kruusaga savikas keskliiv.         |                                |            |
|                             |                     | 0.75                     | -0.75               | 0.30                         | ③                       |                                      | Muld: liivane.                                    |                                |            |
|                             |                     |                          |                     | 1.15+                        | ⑤                       |                                      | Peenliiv: tihe, märg, alates 1,0m veeküllastunud. |                                |            |
|                             |                     | 1.90                     | -1.90               |                              |                         |                                      |                                                   |                                |            |

Joonis 9. Geoloogiline lõige km 1.900.

| Kaevandi<br>tähis<br>ja nr. | PA-13162-2.600      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puunitud<br>(kuup.)<br>Seade | 14.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | 1.00/-1.00                                   | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 14.06.2017 |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| X=6532627                   |                     |                          |                     |                              | Y=669073                |                                      |                                              |                                |            |
|                             | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                            |                                |            |
| 1                           |                     | 0.45                     | -0.45               | 0.45                         | ①                       | 4111                                 | Teekate: rohke kruusaga savikas keskliiv.    |                                |            |
|                             |                     | 0.75                     | -0.75               | 0.30                         | ③                       |                                      | Muld                                         |                                |            |
|                             |                     | 1.15                     | -1.15               | 0.40                         | ⑤                       |                                      | Peenliiv: tihe, alates 1,0m veeküllastunud.  |                                |            |
|                             |                     | 1.90                     | -1.90               | 0.75+                        | ⑨                       |                                      | Moreen: Kruusaga liivane savimõll, poolkõva. |                                |            |

Joonis 10. Geoloogiline lõige km 2.600.

| Kaevandi<br>tähis<br>ja nr. | PA-13162-3.050      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puunitud<br>(kuup.)<br>Seade | 14.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | 1.20/-1.20                                   | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 14.06.2017 |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| X=6533071                   |                     |                          |                     |                              | Y=669091                |                                      |                                              |                                |            |
|                             | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                            |                                |            |
| 1                           |                     | 0.55                     | -0.55               | 0.55                         | ①                       | 4110                                 | Teekate: rohke kruusaga savikas keskliiv.    |                                |            |
|                             |                     | 0.80                     | -0.80               | 0.25                         | ③                       |                                      | Muld                                         |                                |            |
|                             |                     | 1.30                     | -1.30               | 0.50                         | ⑤                       |                                      | Peenliiv: alates 1,2m veeküllastunud.        |                                |            |
|                             |                     | 1.90                     | -1.90               | 0.60+                        | ⑨                       |                                      | Moreen: Kruusaga liivane savimõll, poolkõva. |                                |            |

Joonis 11. Geoloogiline lõige km 3.050.

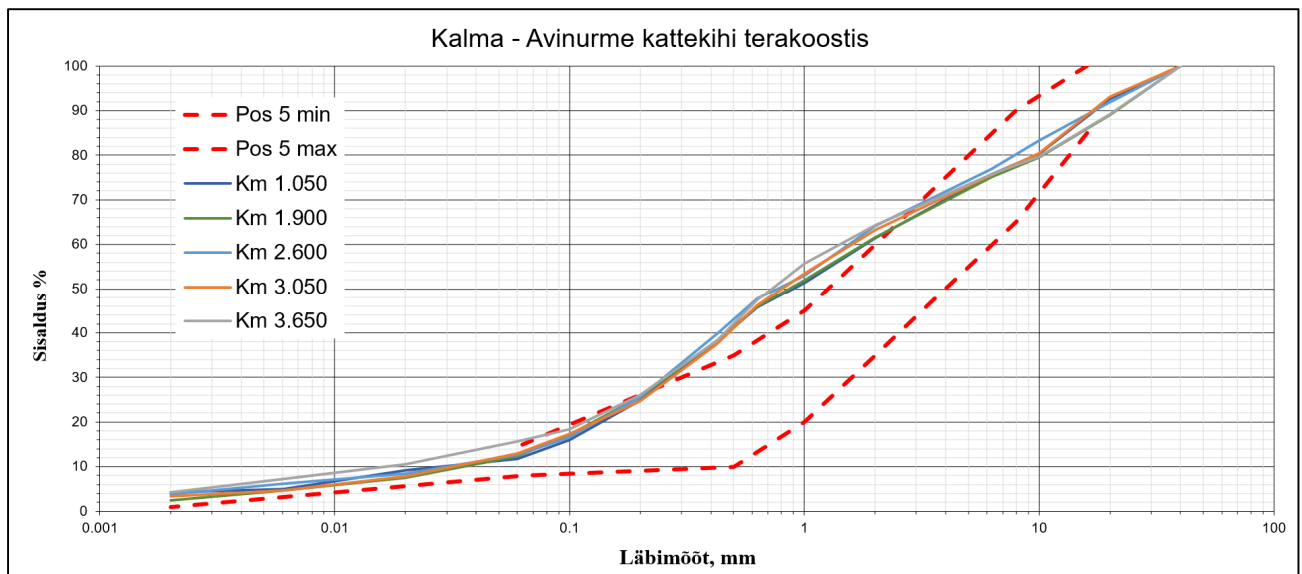
| Kaevandi<br>tähis<br>ja nr. | PA-13162-3.650      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puunitud<br>(kuup.)<br>Seade | 14.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | 0.80/-0.80                                   | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 14.06.2017 |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| X=6533639                   |                     |                          |                     |                              | Y=669217                |                                      |                                              |                                |            |
|                             | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                            |                                |            |
| 1                           |                     | 0.55                     | -0.55               | 0.55                         | ①                       | 4109                                 | Teekate: rohke kruusaga savine keskliiv.     |                                |            |
|                             |                     | 0.75                     | -0.75               | 0.20                         | ③                       |                                      | Muld                                         |                                |            |
|                             |                     |                          |                     | 1.15+                        | ⑨                       |                                      | Moreen: Kruusaga liivane savimõll, poolkõva. |                                |            |
|                             |                     | 1.90                     | -1.90               |                              |                         |                                      |                                              |                                |            |

Joonis 12. Geoloogiline lõige km 3.650.

Geoloogia puurtulpadelt nähtub kõigepealt see, kui kõrgel on vee pind, mis ulatub ka juunikuus külmumissügavuseni ehk külmakerkearvutus ei ole KAPiga võimalik, mistõttu tuleb kas tõsta teekatte pinda või alandada vee taset kaevates kraave sügavamaks ja tagades, et vesi saab voolata teest eemale.

Teiseks nähtub see, et teekatendi paksus on kogu lõigu pikkuses suhteliselt ühtlane ja see koosneb kogu ulatuses rohke kruusaga savikast keskliivast, mille sõelkõver on esitatud joonisel 13, millest nähtub, et tegemist on liivase pos. 5 sõelkõverale sarnaneva materjaliga. Ehk kogu tee katend koosneb materjalist, mida peaks kasutama vaid kulumiskihis, mille all peaks olema kandev kiht.

Lisaks on teekatendi all mullakiht, mille all veeküllastunud peenliiv. Geoloogiline uuring annab hea selgituse sellele, miks lõigu kandevõime on madal ja miks kõik vajumikausi parameetrid ületavad enamiku teepikkuses soovituslikke parameetreid – teekatend koosneb niiskustundlikest materjalidest, kuhu on pidev vee juurdepääs.



Joonis 13. Kogu teekatend koosneb vaid kulumiskihti kuuluma pidavast materjalist, mis ei vasta pos. 5 nõuetele olles liiga liivane.

## 6. Tee jagamine homogeenseteks lõikudeks

Sisuliselt saab kogu teed saab käsitleda ühtse lõiguna – kandevõime on suhteliselt ühtlane, samuti vajumikausi parameetrid, katendikihtide paksused ja geoloogilised lõiked. Erinev on vaid 100 m lõik vahemikus km 1.250...1.350, kus kandevõime on tagatud.

Mõningane muutus toimub alates km 3.000, kui kandevõime hakkab vähenema. Tegemist on kohaga, kus mets on maha võetud ja mõlemal pool teed on vett täis madalad kraavid. Geoloogia km 3.650 näitab kõrgemat vee taset, kui varasemates punktides.

Hetkest olukorda katendiga vahemikus km 0.735...3.000 võib kujutada tabelis 3 oleva katendiga, kuigi see ei vasta täielikult geoloogia puurtulbale, mille põhjal on aluspinnaseks peenliiv. Soome (aga ka RMK) juhendites on kirjas, et külmakerkelise märja peenliiva moodul on ca 30 MPa, millele vastavad kolmandas niiskuspaiikkonnas oleva kerge liivsaavi omadused, mida katendiarvutuses ka kasutati. Külmakerkearvutus praeguses olukorras ei toimi ja see eeldab veetaseme alandamist allapoole külmumispiiri ( $H = 125$  cm).

Tabel 3

Iseloomulik katend km 0.735...3.000

| ARVUTUSE KÄIK                                        |             |                                       |                                                     |                                                      |                                         |                                           |                          |         |                              |
|------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------|---------|------------------------------|
| Kihi nimetus                                         | Kihi paksus | Kihi elast-<br>susmoodul<br>$E_{ekv}$ | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>nihkele | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>paindele | Arvutatud<br>tõmbe-<br>pinged $R_{max}$ | Lubata-<br>vad tõmbe-<br>pinged $R_{lub}$ | Sise-<br>hõõrde-<br>nurk | Nidusus | Kihtide<br>seotistegur<br>K3 |
|                                                      |             | MPa                                   | MPa                                                 | MPa                                                  | MPa                                     | MPa                                       | Kraad                    | C       |                              |
| Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus) | 10.0        | 180                                   |                                                     |                                                      |                                         |                                           | 45.0                     | 0.030   | 9.5                          |
| Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]                            | 30.0        | 150                                   |                                                     |                                                      |                                         |                                           | 43.0                     | 0.010   | 8.0                          |
| C - kerge liivsavi, raske liivsavi, savid            |             | <b>31.0</b>                           |                                                     |                                                      |                                         |                                           | 13.8                     | 0.013   | 1.5                          |

| ARVUTUSE TULEMUSED                                   |                   |                          |                 |                  |        |                                   |                                 |                                   |
|------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|-----------------|------------------|--------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Kihi nimetus                                         | Kihi paksus<br>cm | Tugevuse näitaja         |                 |                  |        | Üldine elastsus-<br>moodul<br>Mpa | Vajalik elastsus-<br>moodul MPa | Arvutuslik niiskus W1<br>või Warv |
|                                                      |                   | Kriteerium               | Nihkepinged MPa |                  | Varu % |                                   |                                 |                                   |
|                                                      |                   |                          | t <sub>av</sub> | t <sub>lub</sub> |        |                                   |                                 |                                   |
|                                                      |                   | Üldine elastsusmoodul    |                 |                  | -11.5% | 84.22                             | 140.00                          |                                   |
| Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus) | 10.0              |                          |                 |                  |        | 84.22                             |                                 |                                   |
| Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]                            | 30.0              | Nihkepinged              | 0.0452          | 0.0990           | 54.3%  | 69.58                             |                                 |                                   |
| C - kerge liivsavi, raske liivsavi, savid            |                   | Nihkepinged aluspinnasel | 0.0388          | 0.0241           | -60.7% |                                   |                                 | 0.780                             |
| Katendi kogupaksus                                   | 40.0              |                          |                 |                  |        | Parandustegur Δ                   |                                 | 0.000                             |

Alates ca 3.000 hakkab keskmine kandevõime vähenema ning BDI ja BCI parameetrid järsult tõusma, mis viitab sellele, et veetase on kõrgemal (nagu näitab ka geoloogiapunkt). Km 3.000...3.800 olukorda võib katendiarvutuslikult kujutada tabelis 4 näidatuna (arvutustulemuse saavutamiseks on muudetud kruuspinnase omadusi).

Tabel 4

Iseloomulik katend km 3.000...3.800

| ARVUTUSE KÄIK |                                                                   |             |                                                              |                                                     |                                                      |                                                |                                                     |                          |         |                        |
|---------------|-------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|---------|------------------------|
|               | Kihi nimetus                                                      | Kihi paksus | Kihi elast-<br>susmoodul<br>$E_{\text{ekv}}$<br>arvutamiseks | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>nihkele | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>paindele | Arvutatud<br>tõmbe-<br>pinged $R_{\text{max}}$ | Lubata-<br>vad<br>tõmbe-<br>pinged $R_{\text{lub}}$ | Sise-<br>hõõrde-<br>nurk | Nidusus | Kihtide<br>seotistegur |
| Kihi nr.      |                                                                   | cm          | MPa                                                          | MPa                                                 | MPa                                                  | MPa                                            | MPa                                                 | Kraad                    | C       | K3                     |
| 1             | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus)              | 10.0        | 180                                                          |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 45.0                     | 0.030   | 9.5                    |
| 2*            | Üleniiskunud kruus                                                | 40.0        | 65                                                           |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 38.0                     | 0.030   | 7.0                    |
| ALUS          | D - tolmne saviliiv, raske tolmne saviliiv, tolmne kerge liivsavi |             | 28.9                                                         |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 11.8                     | 0.009   | 1.5                    |

\* Kasutaja poolt lisatud / muudetud materjal

| ARVUTUSE TULEMUSED |                                                       |                   |                          |                  |                  |         |                                      |                                    |                                      |
|--------------------|-------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------------|---------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Kihi nr.           | Kihi nimetus                                          | Kihi paksus<br>cm | Tugevuse näitaja         |                  |                  |         | Üldine<br>elastsus-<br>moodul<br>Mpa | Vajalik<br>elastsus-<br>moodul MPa | Arvutuslik<br>niiskus W1<br>või Warv |
|                    |                                                       |                   | Kriteerium               | Nihkepinged MPa  |                  | Varu %  |                                      |                                    |                                      |
|                    |                                                       |                   |                          | t <sub>arv</sub> | t <sub>lub</sub> |         |                                      |                                    |                                      |
|                    |                                                       |                   | Üldine elastsusmoodul    |                  |                  | -34.7%  | 62.17                                | 140.00                             |                                      |
| 1                  | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus)  | 10.0              |                          |                  |                  |         | 62.17                                |                                    |                                      |
| 2*                 | Üleniiskunud kruus                                    | 40.0              | Nihkepinged              | 0.0511           | 0.2598           | 80.3%   | 48.11                                |                                    |                                      |
|                    | D - tolmne saviliiv, raske tolmne saviliiv, tolmne ke |                   | Nihkepinged aluspinnasel | 0.0401           | 0.0167           | -140.3% |                                      |                                    | 0.831                                |
|                    | Katendi kogupaksus                                    | 50.0              |                          |                  |                  |         | Parandustegur Δ                      |                                    | 0.000                                |

## Arvutus külmakindlusele

|                                          |     |                                      |               |
|------------------------------------------|-----|--------------------------------------|---------------|
| 1. Arvutuslik külmumissügavus (cm)       | 125 | 5. Katendi redutseeritud paksus (cm) | 50            |
| 2. Kliimategur                           | 75  | 6. Lubatud külmakerke suurus (cm)    | 10            |
| 3. Pinnase külmakerkelisuse iseloomustus | 8.0 | 7. Arvutuslik külmakerke suurus (cm) | 14.9          |
| 4. Arvutuslik pinnasevee tase (cm)       | 125 | 8. Külmakindluse varu %              | <b>-49.2%</b> |

|                         |                                            |
|-------------------------|--------------------------------------------|
| Hinnang külmakindlusele | Katendi külmakerge EI OLE lubatud piirides |
|-------------------------|--------------------------------------------|



## 7. Konstruktiivsed lahendused

Peatükis 3 kirjeldati tee peamist probleemi, milleks oli ebapiisav drenaaž, mille tõttu kandevõime on madal ja veetase kõrgel. Tolmuvaba katte ehitamisel on suur risk, et raskeveoki koormuse all paindub teekate liialt tekitades teekattesesse võrkpraod. Samuti ei ole võimalik praegusel juhul arvutada külmakerget, kuna külmumissügavus ulatub pinnasvette.

Kui väga tihti on suurema liiklusega kruusateedel probleemiks see, et vesi ei saa vabalt valguda teekattelt ära pehmenedes seeläbi nii kattekihti kui kogu konstruktsiooni ülaltpoolt, siis antud teel on probleemiks alt üles liikuv vesi. Kui vesi imbub teekonstruktsiooni eelkõige ülalt, siis sellest lähtuvaid probleeme saab parandada servavallide eemaldamise, kraavide puhastamisega ja tolmuva kate ehitusega, mis takistab vee juurdepääsu konstruktsiooni ülevalt, siis antud tee puhul võib tolmuva kate hoopis kiirendada tee lagunemist, kuna vesi tuleb altpoolt ning jääb kattekihi alla lõksu.

Esmaseks tee remondimeetmeks peaks olema parempoolse kraavi süvendamine ja selle tagamine, et vesi liiguks truupidest teisele poole teed ning et see saaks juhitud tee maa-alast eemale. Heaks näiteks on see, et suuna 1 keskmine kandevõime oli 15 MPa võrra madalam, kui suuna 2 keskmine kandevõime. Suuna 1 poolses (parempoolses) kraavis seisis vesi, suuna 2 poolne (vasak) kraav oli praktiliselt kuiv.

Antud tee puhul on võimalik parandada kuivendusega oluliselt tee olukorda, kuna suure osa tee pikkusest langeb maa pind vasakul pool teed teest eemale. Praegusel hetkel on kraavid liiga madalad, truupide asukohad on ebaefektiivsed, truubid paiknevad liiga kõrgel ega juhi vett teest eemale.

Seega esmaseks meetmeks peaks olema kuivendustööde parandamine, mille tagajärjel on oodata, et tee keskmine kandevõime tõuseb ja külmakerkeoht väheneb. Võrreldes suuna 1 ja 2 kandevõimeid, saaks peale parandatud kuivendust arvestada tee keskmiseks kandevõimeks vähemalt 100 MPa, kui mitte rohkem.

Tabelites 4 ja 5 on esitatud katendilahendused arvestusega, et pinnasvee tase on maksimaalselt 125 cm. Kui seda kuivendusega tagada ei suudeta, tuleb teed tõsta kõrgemale kasutades soovitatavalt killustikku, millega tekitatakse katte alla dreniv kiht. Antud lahendust on kasutatud vahemikus km 3.000...3.800 (tabel 5).

Tegevused konstruktsiooni parandamiseks on:

1. olemasoleva tee profileerimine. Lõikamissügavus peab olema aukude põhjani või minimaalselt 5 cm. Tagada vajalikud põikkalded (sirgetel 4% ja kurvides 6%) ja olukord, et vesi saaks vabalt voolata teelt kraavidesse.
  - a. kurvid km 1.35, 2.1, 2.33, 2.42 ja 3.55 vajavad nõutud põikkalde saavutamiseks profileerimiskihti, mis võib olla ehitatud kruuspinnasest;
2. ehitada välja tabelites 4 ja 5 esitatud katendid (lõigus km 0.735...3.000 paigaldada 10 cm freespuru ja lõigus km 3.000...3.800 paigaldada 15 cm ridakillustikku ja 10 cm freespuru);
3. teha tolmuva kate eelpuistega kahekordse pindamisega 2.5xE.

Tabel 4

Katendilahendus km 0.735...3.000 – piisab, kui lisada peale 10 cm pinnatud freespuru, kuid veetase tuleb alandada vähemalt 125 cm peale

| ARVUTUSE KÄIK |                                                      |             |                                                              |                                                     |                                                      |                                                |                                                     |                          |         |                              |
|---------------|------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|---------|------------------------------|
|               | Kihi nimetus                                         | Kihi paksus | Kihi elast-<br>susmoodul<br>$E_{\text{ekv}}$<br>arvutamiseks | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>nihkele | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>paindele | Arvutatud<br>tõmbe-<br>pinged $R_{\text{max}}$ | Lubata-<br>vad<br>tõmbe-<br>pinged $R_{\text{lub}}$ | Sise-<br>hõõrde-<br>nurk | Nidusus | Kihtide<br>seotistegur<br>K3 |
| Kihi nr.      |                                                      | cm          | MPa                                                          | MPa                                                 | MPa                                                  | MPa                                            | MPa                                                 | Kraad                    | C       |                              |
| 1             | Pinnatud freespurukate                               | 10.0        | 400                                                          |                                                     |                                                      |                                                |                                                     |                          |         |                              |
| 2             | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus) | 10.0        | 180                                                          |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 45.0                     | 0.030   | 9.5                          |
| 3             | Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]                            | 30.0        | 150                                                          |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 43.0                     | 0.010   | 8.0                          |
| ALUS          | C - kerge liivsavi, raske liivsavi, savid            |             | 31.0                                                         |                                                     |                                                      |                                                |                                                     | 13.8                     | 0.013   | 1.5                          |

| ARVUTUSE TULEMUSED |                                                      |                   |                          |                  |                  |        |                                      |                                    |                                      |  |
|--------------------|------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------------|--------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--|
| Kihi nr.           | Kihi nimetus                                         | Kihi paksus<br>cm | Tugevuse näitaja         |                  |                  |        | Üldine<br>elastsus-<br>moodul<br>Mpa | Vajalik<br>elastsus-<br>moodul MPa | Arvutuslik<br>niiskus W1<br>või Warv |  |
|                    |                                                      |                   | Kriteerium               | Nihkepinged MPa  |                  | Varu % |                                      |                                    |                                      |  |
|                    |                                                      |                   |                          | $t_{\text{arv}}$ | $t_{\text{lub}}$ |        |                                      |                                    |                                      |  |
|                    |                                                      |                   | Üldine elastusmoodul     |                  |                  | 20.2%  | 114.44                               | 140.00                             |                                      |  |
| 1                  | Pinnatud freespurukate                               | 10.0              |                          |                  |                  |        | 114.44                               |                                    |                                      |  |
| 2                  | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus) | 10.0              | Nihkepinged              | 0.0398           | 0.3526           | 88.7%  | 84.22                                |                                    |                                      |  |
| 3                  | Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]                            | 30.0              | Nihkepinged              | 0.0350           | 0.0990           | 64.7%  | 69.58                                |                                    |                                      |  |
|                    | C - kerge liivsavi, raske liivsavi, savid            |                   | Nihkepinged aluspinnasel | 0.0226           | 0.0241           | 6.4%   |                                      |                                    | 0.780                                |  |
|                    | Katendi kogupaksus                                   | 50.0              |                          |                  |                  |        | Parandustegur $\Delta$               |                                    | 0.000                                |  |

| Arvutus külmakindlusele                  |                                        |                                      |      |  |
|------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|------|--|
| 1. Arvutuslik külmumissügavus (cm)       | 125                                    | 5. Katendi redutseeritud paksus (cm) | 51   |  |
| 2. Kliimategur                           | 75                                     | 6. Lubatud külmakerke suurus (cm)    | 10   |  |
| 3. Pinnase külmakerkelisuse iseloomustus | 5.0                                    | 7. Arvutuslik külmakerke suurus (cm) | 9.2  |  |
| 4. Arvutuslik pinnasevee tase (cm)       | 125                                    | 8. Külmakindluse varu %              | 7.6% |  |
|                                          |                                        |                                      |      |  |
| Hinnang külmakindlusele                  | Katendi külmakerge on lubatud piirides |                                      |      |  |

Tabel 5

Katendilahendus km 3.000...3.800 – vajalik on lisada 15 cm killustikku ja vee tase tuleb alandada 125 cm peale mõõdetuna katte pinnast.

| ARVUTUSE KÄIK                                |                                                                |                                        |                                                              |                                                     |                                                     |                                                |                                                     |                                    |                                      |                              |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Kihi nr.                                     | Kihi nimetus                                                   | Kihi paksus                            | Kihi elast-<br>susmoodul<br>$E_{\text{ekv}}$<br>arvutamiseks | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>nihkele | Kihi elast-<br>susmoodul<br>arvutamiseks<br>painele | Arvutatud<br>tõmbe-<br>pinged $R_{\text{max}}$ | Lubata-<br>vad<br>tõmbe-<br>pinged $R_{\text{lub}}$ | Sise-<br>hõõrde-<br>nurk           | Nidusus                              | Kihtide<br>seotistegur<br>K3 |
|                                              |                                                                | cm                                     | MPa                                                          | MPa                                                 | MPa                                                 | MPa                                            | MPa                                                 | Kraad                              | C                                    |                              |
| 1                                            | Pinnatud freespurukate                                         | 10.0                                   | 400                                                          |                                                     |                                                     |                                                |                                                     |                                    |                                      |                              |
| 2                                            | Reakillustik, mittestandardne killustikusegu                   | 15.0                                   | 200                                                          |                                                     |                                                     |                                                |                                                     | 45.0                               | 0.040                                | 9.0                          |
| 3                                            | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus)           | 10.0                                   | 180                                                          |                                                     |                                                     |                                                |                                                     | 45.0                               | 0.030                                | 9.5                          |
| 4*                                           | Üleniiskunud kruus                                             | 40.0                                   | 65                                                           |                                                     |                                                     |                                                |                                                     | 38.0                               | 0.030                                | 7.0                          |
| ALUS                                         | D - tolme saviliiv, raske tolme saviliiv, tolme kerge liivsavi |                                        | 28.9                                                         |                                                     |                                                     |                                                |                                                     | 11.8                               | 0.009                                | 1.5                          |
| * Kasutaja poolt lisatud / muudetud materjal |                                                                |                                        |                                                              |                                                     |                                                     |                                                |                                                     |                                    |                                      |                              |
| ARVUTUSE TULEMUSED                           |                                                                |                                        |                                                              |                                                     |                                                     |                                                |                                                     |                                    |                                      |                              |
| Kihi nr.                                     | Kihi nimetus                                                   | Kihi paksus<br>cm                      | Tugevuse näitaja                                             |                                                     |                                                     |                                                | Üldine<br>elastsus-<br>moodul<br>Mpa                | Vajalik<br>elastsus-<br>moodul MPa | Arvutuslik<br>niiskus W1<br>või Warv |                              |
|                                              |                                                                |                                        | Kriteerium                                                   | Nihkepinged MPa                                     |                                                     | Varu %                                         |                                                     |                                    |                                      |                              |
|                                              |                                                                |                                        |                                                              | $t_{\text{arv}}$                                    | $t_{\text{lub}}$                                    |                                                |                                                     |                                    |                                      |                              |
|                                              |                                                                |                                        | Üldine elastsusmoodul                                        |                                                     |                                                     | 25.9%                                          | 119.90                                              | 140.00                             |                                      |                              |
| 1                                            | Pinnatud freespurukate                                         | 10.0                                   |                                                              |                                                     |                                                     |                                                | 119.90                                              |                                    |                                      |                              |
| 2                                            | Reakillustik, mittestandardne killustikusegu                   | 15.0                                   |                                                              |                                                     |                                                     |                                                | 89.46                                               |                                    |                                      |                              |
| 3                                            | Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kate/alus)           | 10.0                                   | Nihkepinged                                                  | 0.0258                                              | 0.3526                                              | 92.7%                                          | 62.17                                               |                                    |                                      |                              |
| 4*                                           | Üleniiskunud kruus                                             | 40.0                                   | Nihkepinged                                                  | 0.0183                                              | 0.2598                                              | 93.0%                                          | 48.11                                               |                                    |                                      |                              |
|                                              | D - tolme saviliiv, raske tolme saviliiv, tolme ke             |                                        | Nihkepinged aluspinnasel                                     | 0.0139                                              | 0.0167                                              | 16.6%                                          |                                                     |                                    | 0.831                                |                              |
|                                              | Katendi kogupaksus                                             | 75.0                                   |                                                              |                                                     |                                                     |                                                | Parandustegur Δ                                     |                                    | 0.000                                |                              |
| Arvutus külmakindlusele                      |                                                                |                                        |                                                              |                                                     |                                                     |                                                |                                                     |                                    |                                      |                              |
| 1. Arvutuslik külmumissügavus (cm)           | 125                                                            | 5. Katendi redutseeritud paksus (cm)   | 77                                                           |                                                     |                                                     |                                                |                                                     |                                    |                                      |                              |
| 2. Kliimategur                               | 75                                                             | 6. Lubatud külmakerke suurus (cm)      | 10                                                           |                                                     |                                                     |                                                |                                                     |                                    |                                      |                              |
| 3. Pinnase külmakerkelisuse iseloomustus     | 8.0                                                            | 7. Arvutuslik külmakerke suurus (cm)   | 9.6                                                          |                                                     |                                                     |                                                |                                                     |                                    |                                      |                              |
| 4. Arvutuslik pinnasevee tase (cm)           | 125                                                            | 8. Külmakindluse varu %                | 4.0%                                                         |                                                     |                                                     |                                                |                                                     |                                    |                                      |                              |
| Hinnang külmakindlusele                      |                                                                | Katendi külmakerge on lubatud piirides |                                                              |                                                     |                                                     |                                                |                                                     |                                    |                                      |                              |

## 8. Nõuded ja muud märkused

Tööd tuleb sooritada lähtudes Tee ehitamise kvaliteedi nõuetest, kus on muuhulgas kirjeldatud aluse ehitamiseks kasutatava kruuspinnase vajalikud omadused:

„Sidumata segudest aluste ehitamiseks teedel, mille keskmine liiklussagedus on alla 200 auto ööpäevas, võib kasutada mineraalmaterjale, millel on täidetud järgnevad nõuded:

1. tera läbimõõt D on vähemalt 16 mm;
2. vastavalt standardile EVS-EN 13285 on soovitatav terakoostise kategooria valida kas  $G_A$ ,  $G_B$ ,  $G_C$ ,  $G_O$ ,  $G_P$  või  $G_E$ , samas peenosiste sisaldus peab vastama vähemalt kategooriale  $UF_7$ ;
3. jämetäitematerjali purustatud pindadega terade sisaldus peab vastama vähemalt kategooriale C 50 ja purunemiskindluse maksimaalväärtuse kategooria peab olema vähemalt  $LA_{40}$ .“

Lisaks tuleb killustiku kasutamisel lähtuda Maanteeameti Killustikust katendikihtide ehitamise juhise, freespuru puhul Kergkatete ehitamise juhise ja pindamisel lähtuda Maanteeameti Pindamisjuhise

### Lisamaterjal profileerimiseks

Järgmised kurvid on liiga suure põikkaldega ja vajaks profiili parandamist. Kurvide orienteeruvad pikkused:

- km 1.35 – 100 m;
- km 2.1 – 60 m;

- km 2.33 – 50 m;
- km 2.42 – 50 m;
- km 3.55 – 80 m;

Arvestatud on, et profiiliparanduseks kulub keskmiselt 15 cm paksune kiht poole tee ulatuses. Täitmiseks kasutada kruuspinnast.

### **Kraavide ja truupide puhastamine**

Tee ääres on üldiselt olemas madalad kraavid, kuid need tuleb puhastada. Teetööde tehnilises kirjelduses öeldakse, et oleva kraavi põhi ja nõlvad tuleb puhastada kaevates kuni 0,5 m sügavuselt, sealjuures jälgides, et oleks tagatud minimaalne nõutav kraavi pikikalle ja minimaalne lubatav muldkeha nõlvus.

Tuleb jälgida, et kraavi ei jääks ette kohti, mis takistaks vee vaba äravoolu. Seetõttu tuleb ära puhastada ka kõik objektile olevad truubid (nii tee alt läbiminevad kui mahasõitude truubid).

### **Mahasõidud**

Kõik vajalikud mahasõidud on olemas. Tegemist on põllu- või metsamajandusega seotud mahasõitudega ning nende tolmuva katte alla viimist pole ette nähtud. Mahasõidud tuleb viia ühtlaselt olemasoleva teega kokku. Km 3.000 alates on teepeale ette nähtud lisada 15 cm killustikku, selle piirkonna mahasõitudele tuleb lisada 15 cm kruuspinnast, et viia mahasõidud teega ühtlaselt kokku.

### **Puud ja võsa**

Km 2.280...2.340 on vasakul pool kurvis teele väga lähedal suured puud, mis piiravad nähtavust ja takistavad tee-maala puhastust (fotod 10 ja 11). Tee nõlvusel kasvab ca 30 eri jämedusega puud.



Fotod 10 ja 11. Puud on teele ohtlikult lähedal vahemikus km 2.280...2.340.

| Spets<br>nr. | Töö nimetus                                                                                | Ühik | maht            | 735-1000 | 1000-1500 | 1500-2000 | 2000-2500 | 2500-3000 | 3000-3840 |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|              | <b>Ettevalmistustööd</b>                                                                   |      |                 |          |           |           |           |           |           |
| 20208        | Üksikpuude langetamine koos kändude juurimisega<br>(freesimisega)                          | tk   | <b>30</b>       |          |           |           | 30.0      |           |           |
| 20301        | Liiklusmärkide eemaldamine (koos postide ja vundamendiga)<br>ja hilisem tagasipaigaldus    | tk   | <b>1</b>        |          |           |           |           |           | 1         |
| 20305        | Tähispostide eemaldamine ja hilisem tagasipaigaldus                                        | tk   | <b>24</b>       | 8        |           | 4         | 8         |           | 4         |
|              | <b>Mullatööd</b>                                                                           |      |                 |          |           |           |           |           |           |
| 30603        | Oleva mulde pealispinna planeerimine ja tihendamine                                        | m²   | <b>19 503</b>   | 1 643    | 3 100     | 3 100     | 3 100     | 3 100     | 5 460     |
| 30301        | Truupide puhastamine sh sisse-väljavoolude kultuurikihi<br>eemaldamine                     | m    | <b>266</b>      | 48       | 23        | 65        | 28        | 37        | 65        |
| 30201        | Kraavide puhastamine                                                                       | m    | <b>5 790</b>    | 530      | 880       | 800       | 900       | 1 000     | 1 680     |
|              | <b>Muldkeha ehitamine KOKKU</b>                                                            |      | <b>157</b>      |          |           |           |           |           |           |
| 30402        | Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest (mahasõitude<br>tõstmine)                     | m³   | 8               |          |           |           |           |           | 8.4       |
| 30402        | Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest. Kurvide<br>tõstmine vajaliku profiili peale. | m³   | 157             |          | 45.0      |           | 72.0      |           | 39.6      |
|              | <b>Katendid</b>                                                                            |      |                 |          |           |           |           |           |           |
| 40501        | Killustikaluse rajamine laiusaga 6.5 m, h = 15 cm                                          | m²   | <b>5 460.0</b>  |          |           |           |           |           | 5 460.0   |
| 44006        | Freespurukatte rajamine laiusaga 6.1 m, h = 10 cm                                          | m²   | <b>18 940.5</b> | 1 617    | 3 050     | 3 050     | 3 050     | 3 050     | 5 124     |
| 44005        | Pindamine 2.5xE (eelpuistega 2x pindamine) laiusaga 6 m                                    | m²   | <b>18 630.0</b> | 1 590    | 3 000     | 3 000     | 3 000     | 3 000     | 5 040     |



## KULULOEND

Kõik maksumused EUR

| Art nr                                             | Töö kirjeldus                                                                                                            | Mõõdühik  | Maht    | Ühiku hind | Maksumus        |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------|------------|-----------------|
| 1                                                  | 2                                                                                                                        | 3         | 4       | 5          | 6               |
| <b>Nr 1: ÜLDISED</b>                               |                                                                                                                          |           |         |            |                 |
| 10201                                              | Proovivõtt ja katsetamine                                                                                                | kogusumma | 1       | 500.00     | 500.00          |
| 10202                                              | Load. sh kommunikatsiooni valdajate kooskõlastused                                                                       | kogusumma | 1       | 100.00     | 100.00          |
| 10203                                              | Infotahvliid                                                                                                             | kogusumma | 1       | 100.00     | 100.00          |
| 10204                                              | Tööpiirkonna korrashoid                                                                                                  | kogusumma | 1       | 100.00     | 100.00          |
| 10206                                              | Tööohutus                                                                                                                | kogusumma | 1       | 50.00      | 50.00           |
| 10207                                              | Keskkonnanõuded                                                                                                          | kogusumma | 1       | 50.00      | 50.00           |
| 10211                                              | Tööde mõõdistamine ja märkimistööd                                                                                       | kogusumma | 1       | 100.00     | 100.00          |
| Kokku ÜLDISED                                      |                                                                                                                          |           |         |            | <b>1000.00</b>  |
| <b>Nr 2: EHITUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE LÕIGUL</b> |                                                                                                                          |           |         |            |                 |
| 20208                                              | Üksikpuude langetamine koos kändude juurimisega (freesimisega)                                                           | tk        | 30      | 64.41      | 1932.30         |
| 20301                                              | Liiklusmärgi eemaldamine (koos postidega, vundamentidega jne.) ja hilisem tagasipaigaldus (kui jäävad ehitustöödel ette) | tk        | 1       | 20.00      | 20.00           |
| 20305                                              | Tähispostide eemaldamine ja hilisem tagasipaigaldus (kui jäävad ehitustöödel ette)                                       | tk        | 24      | 15         | 360.00          |
| Kokku EHITUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE LÕIGUL        |                                                                                                                          |           |         |            | <b>2312.30</b>  |
| <b>Nr 3: MULLATÖÖD</b>                             |                                                                                                                          |           |         |            |                 |
| 30603                                              | Oleva mulde pealispinna planeerimine ja tihendamine                                                                      | m²        | 19503   | 0.50       | 9751.50         |
| 30301                                              | Truupide puhastamine sh sisse-väljavoolude kultuurikihi eemaldamine                                                      | m         | 266     | 23.51      | 6253.66         |
| 30201                                              | Kraavide puhastamine                                                                                                     | m         | 5790    | 4.27       | 24723.30        |
| 30402                                              | Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest (tee profiil ja mahasõidud)                                                 | m³        | 157     | 17.09      | 2676.92         |
| Kokku MULLATÖÖD                                    |                                                                                                                          |           |         |            | <b>43405.38</b> |
| <b>Nr 4: KATEND</b>                                |                                                                                                                          |           |         |            |                 |
| 40501                                              | Killustikaluse rajamine laiusega 6.5 m, h = 15 cm                                                                        | m²        | 5460    | 4.73       | 25825.80        |
| 44006                                              | Freespurukatte rajamine laiusega 6.1 m, h = 10 cm                                                                        | m²        | 18940.5 | 1.32       | 25001.46        |
| 44005                                              | Pindamine 2.5xE (eelpuistega 2x pindamine) laiusega 6 m                                                                  | m²        | 18630   | 2.2        | 40986.00        |
| Kokku                                              |                                                                                                                          |           |         |            | <b>91813.26</b> |

|                                        |                  |
|----------------------------------------|------------------|
| <b>KOKKU ptk-d</b>                     | <b>138530.94</b> |
| ETTENÄGEMATA TÖÖD 5%                   | 6926.55          |
| <b>KOKKU KOOS ETTENÄGEMATA TÖÖDEGA</b> | <b>145457.49</b> |
| KÄIBEMAKS 20%                          | 29091.50         |
| <b>KOKKU KÄIBEMAKSUGA</b>              | <b>174548.98</b> |

Märkused:

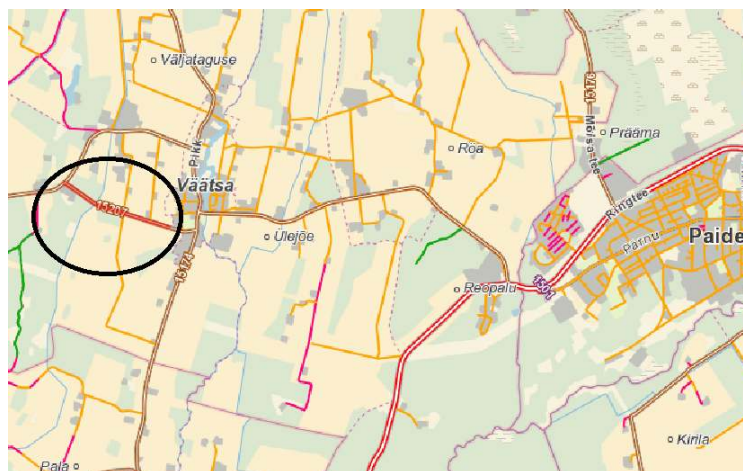
## Tee nr. 15207 Väätsa – Nõmme km 0,368 – 1,753 (1,385 km)

Tee seisukorra hindamiseks ja sobiliku remondimeetme valikuks koguti järgnevat infot:

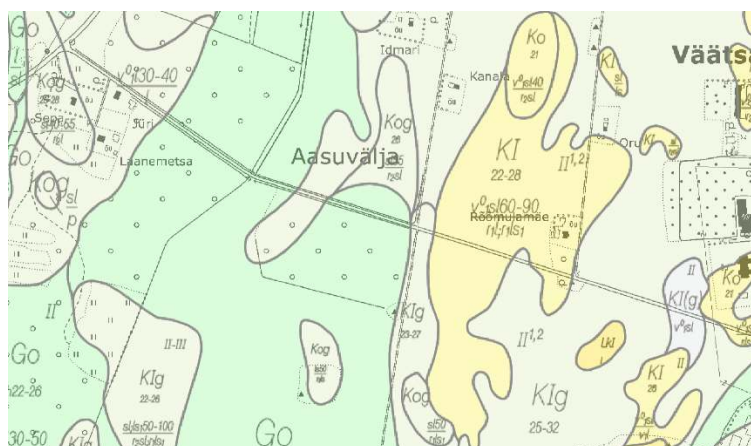
- varakevadine visuaalne vaatus;
- info kogumine andmebaasidest (Maa-ameti mullakaart, Teeregister);
- kandevõimemõõtmised FWD-seadmega kevadel;
- maaradari ülesõit koos tee ülesfilmimisega hiliskevadel (kui teekate on kuiv ja maapind tahenenud);
- geoloogiliste puuraukude puurimine kohtadesse, mis on valitud vastavalt objekti visuaalsele vaatlusele ja FWD tulemuste analüüsile.

### 1. Objekti asukoht

Objekti asukoht on näidatud joonisel 1. Joonistel 2 on kujutatud objekt asetatuna mullakaardile, mis võimaldab anda sellele esmase ülevaate esineva aluspinnase ja niiskuspakkonna osas.



Joonis 1. Tee nr. 15207 Väätsa – Nõmme km 0,368 – 1,753 asukoht (Teeregister)



Joonis 2. Tee nr. 15207 Väätsa – Nõmme km 0,368 – 1,753 asetatuna mullakaardile (Maa-amet).

Mullakaardi järgi algab tee gleistunud leetja mulla levikualalt, läheb korraaks üle leetjale mullale, seejärel leostunud gleimullale ja lõpeb gleistunud leostunud mulla alal. Teekonstruktsioonile avaldab

suurimat mõju tee paiknemine leostunud gleimulla levikualal, mis on „alaliselt (keskmiselt) liigniisked mullad, kus liigniiskus on tingitud pidevalt mullaprofiili ulatuvast põhjaveest, rasketel muldadel lisandub ka ülavesi“, kuna taolises kohas on oodata liigniiskust.

## 2. Tee üldiseloomustus Teeregistri põhjal

Teeregistri alusel ei ole teele määratud maantee klassi, kuid liiklussageduse järgi peaks tegemist olema V-klaasi maanteeaga.

Km 1.290 asub plasttruup, mis on paigaldatud 2016, pikkusega 14 m ja läbimõõduga 1,0 m. Truubi seisukord on väga hea.

- Maaradariprofiili kohaselt on truup ka km 0.94, kuid see ei ole teelt nähtav ja päised puuduvad. Truupi sinna tingimata vaja paigaldada siiski ei ole, kuna mõlemal pool olevad kraavid on suunatud ojja km 1.290.

Tee esimesed 368 m on pinnatud viimati aastal 2013 6 m laiuselt. Pindamiskihi all on freespurukate, mis on paigaldatud 2004. **Teeregistri andmed ei tee laiuse osas korrektsed – tegelikkuses on pinnatud katte laius 5.0 m.**

Aastal 2016 on käsitletavale kruusateelõigule paigaldatud 12 cm paksune purustatud kruusast kulumiskiht. Muude katendikihtide kohta info puudub.

Katte laius jääb Teeregistri andmetel vahemikku 5.3...5.5 m. Tegelikkuses on kogu kruusatee kruuskatte laius 5.5 m. Kraavi servast kraavi servani on laiust ca 6 m, mis tähendab, et tolmuvaaba katte 6 m laiuse saavutamiseks tuleb muldkeha laiendada.

### Mahasõidud:

Objektil on 6 mahasõitu, millest 3 on ristumised kohalike teedega, kaks mahasõidud põllule ja üks elukoha sissesõit (tabel 1).

Tabel 1

### Väätsa – Nõmme tee mahasõidud

| Asukoht | Liigitus            | Laius | Mahasõidutee kate | Katte ulatus | Truubi olemasolu | Kasutusotstarve         | Mahasõidutee nimi      |
|---------|---------------------|-------|-------------------|--------------|------------------|-------------------------|------------------------|
| 594     | paremal kohalik tee | 4,0   | kruus             | nokk puudub  | truup on         | piiramata otstarbega    | Rõõmula tee nr 9370263 |
| 932     | paremal kohalik tee | 4,0   | kruus             | nokk puudub  | truup on         | piiramata otstarbega    | Murikse tee nr 9370197 |
| 933     | vasakul kohalik tee | 4,0   | kruus             | nokk puudub  | truup on         | piiramata otstarbega    | Murikse tee nr 9370197 |
| 1280    | paremal muu         | 5,0   | katteta           | nokk puudub  | truup on         | põllu- ja metsamajandus | põllule                |
| 1281    | vasakul muu         | 5,0   | katteta           | nokk puudub  | truup on         | põllu- ja metsamajandus | põllule                |
| 1638    | vasakul eratee      | 3,0   | kruus             | nokk puudub  | truup puudub     | elukoha sissesõit       |                        |

**Liiklussagedus 2016: 81 AKÖL** (sõiduautod ja pakiautod 81%, veoautod ja autobussid 1%, autorongid 18%, arvudes 66 sõiduautot, 1 veoauto ja 15 autorongi). Arvestades piirkonna ümbrusega, tuleb suur osa raskeliiklusest põllumajandustehnikast, mille eripära on see, et suur koormus satub teele väga lühikese ajaperioodi jooksul. See teeb tolmuvaaba katte püsimise eriti keeruliseks liigniiskel leostunud gleimulla levikualal.

Kohalike inimeste sõnul liigub teel palju prügiveokeid, kes kasutavad teed otseteena Väätsa prügilasse.

Arvutades vajalik elastsusmoodul 2016 liikluse järgi arvestades, et veoautode ja autobusside siirdetegur on 2.67 ja autorongidel 3.76 ning et tee rajategur on 0.6, tuleb koormussageduseks  $Q =$

$(1 \cdot 2.67 + 15 \cdot 3.76) \cdot 0.6 = 35.4 \text{ V}_1/\text{ööp}$ .  $E_{\text{vaj}}$  on seega 164.4 MPa. Tehes teele tolmuvaaba katte, võib prügiveokite liiklus teel suureneda, mis tingib vajaduse veelgi suurema arvutusliku elastsusmooduli järgi.

Arvestades tee laiust (mis on alla 6 m, tee mõlemas ääres on km 0.94...1.290 sügavad kraavid, mis teeb tee laiendamise keerukaks) ning järgnevat infot tee vaatlusest ja kandevõimemõõtmistest ning ka seda, et läbisõitva liikluse jaoks on väga lähedal olemas tee nr 15129 (joonis 3), ei tohiks lubada Väätsa – Nõmme teed kasutada läbisõidul raskeliiklusel ning kehtestada tuleks läbisõidupiirang muudele kui põllumajanduslikel otstarbel ja kohalikele elanikele mõeldud liiklusele.  $E_{\text{vaj}} = 164.4 \text{ MPa}$  on taolisele teele ebamõistlikult suur kandevõime ning tegelikkuses oleks piisav, kui tee dimensioonitaks Eestis kehtestatud siirdekategoriate minimaalse vajaliku kandevõime **E = 130 MPa** väärtuse järgi.



Joonis 3. Väätsa – Nõmme teed ei peaks kasutama muu raskeliiklus kui põllumajandustehnika ja teeäärseid elanikke teenindav liiklus, läbisõiduks on väga lähedal olemas tee nr 15129 (Google maps).

### 3. Tee visuaalse vaatluse info

Vahetult enne kevadist vaatlust oli teele tehtud hõõveldamine, kuid siiski oli võimalik tuvastada probleeme kandevõimega, mis avaldusid kogu teekonstruktsiooni läbivajumisena, mitte lihtsalt kattekihi deformatsioonidena (fotod 1...4).



Fotod 1, 2 ja 3. Ka peale hiljutist hõõveldamist oli võimalik tuvastada kohti, kus teekatend on nõrk.



Foto 4. Võrkpragunemine viitab, et katte all on nõrk kiht.

#### 4. Kandevõime

Kandevõime mõõdeti objektil 14.04.17 KUAB kahemassilise FWD-seadmega, mis suudab mõõta läbipaindeid üle 5000  $\mu\text{m}$  ja mille koormusimpulss on tavapärasest FWD-seadmetest tänu kahemassilisele süsteemile pikem, mistõttu on seade kruusateedel mõõtmisteks väga hästi sobilik. Mõõtmine sooritati malekorras iga 50 m tagant.

Mõõtmistulemuse põhjal arvutati kandevõime kasutades valemit 1. Seadme küljes oli kõrgtäpne GPS (+/- 5 cm), millega registreeriti nii punkti asukoht kui absoluutkõrgus seadme pealt (seega on teekatte pinna suhtes kõrgused suhtelised). Arvutatud kandevõime mõlemas sõidusuunas on esitatud joonisel 4, millest nähtub, et kandevõime on tugevalt alla minimaalse siirdekatendi piirväärtuse  $E = 130 \text{ MPa}$ . Keskmise kandevõimeväärtus on vaid 73 MPa. Joonistel 5, 6 ja 7 on esitatud SCI 200, BDI ja BCI 1200 parameetrid, mis ületavad enamikes punktides soovituslikud väärtused.

$$E_{eq} = \frac{0,25\pi * (1 - \nu^2) * F * S}{d_0}$$

Valem 1

kus

$E_{eq}$  – üldine E-moodul koormusplaadi keskmes, MPa;

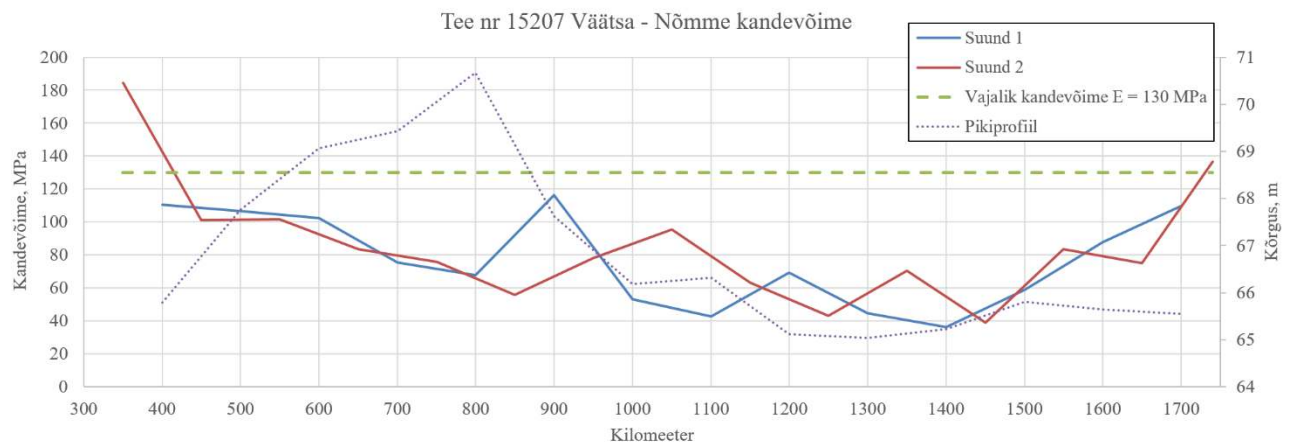
$\nu$  – Poisson' tegur (kruusateedel tuleks arvestada 0,35);

$F$  – kontaktsurve koormusplaadi all, kPa (300 mm koormusplaadi ja 50 kN koormuse kasutamisel saadakse 707 kPa);

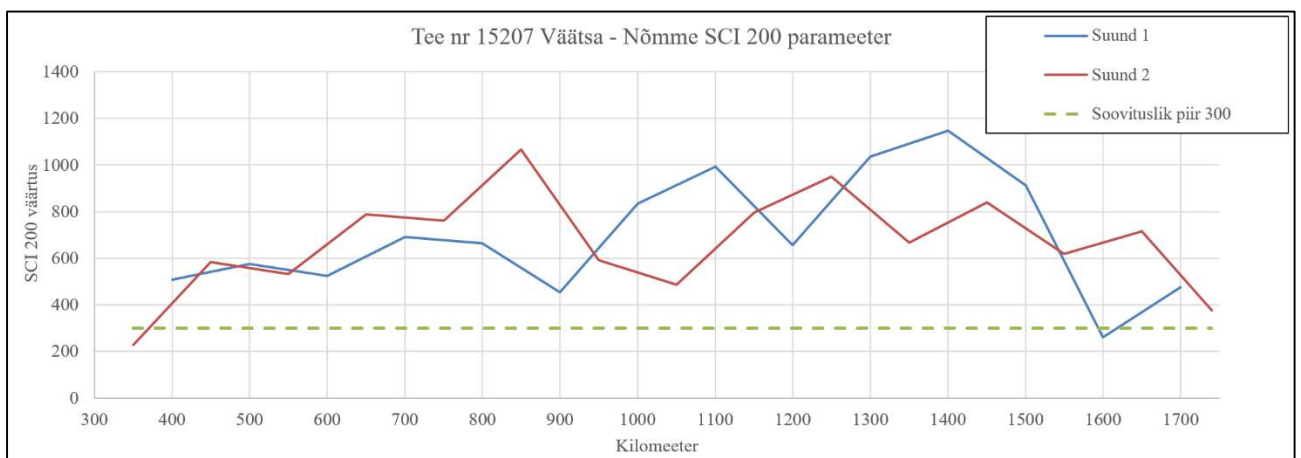
$S$  – koormusplaadi diameeter, mm;

$d_0$  – vajum koormusplaadi keskmes,  $\mu\text{m}$ .

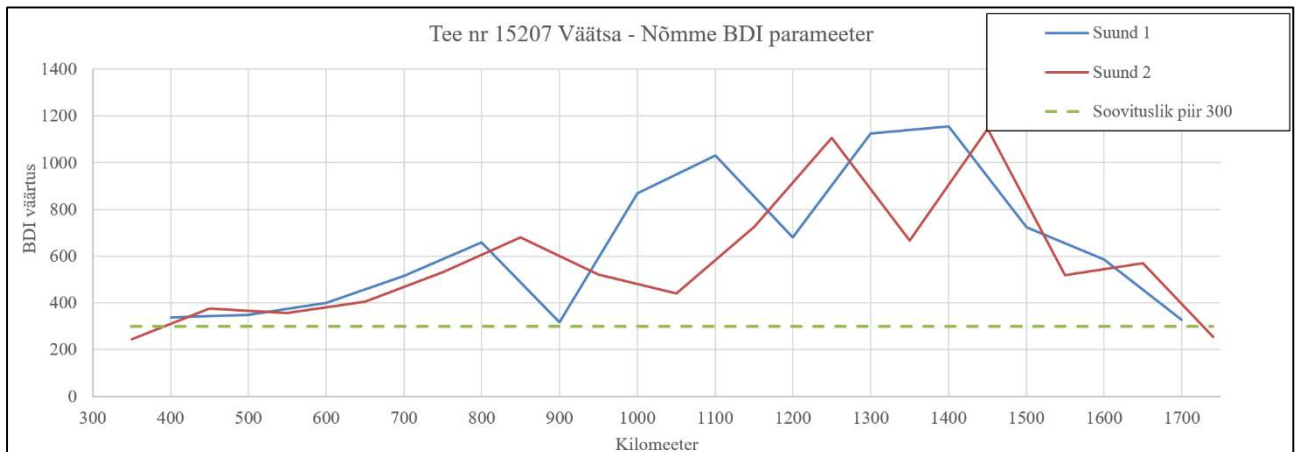




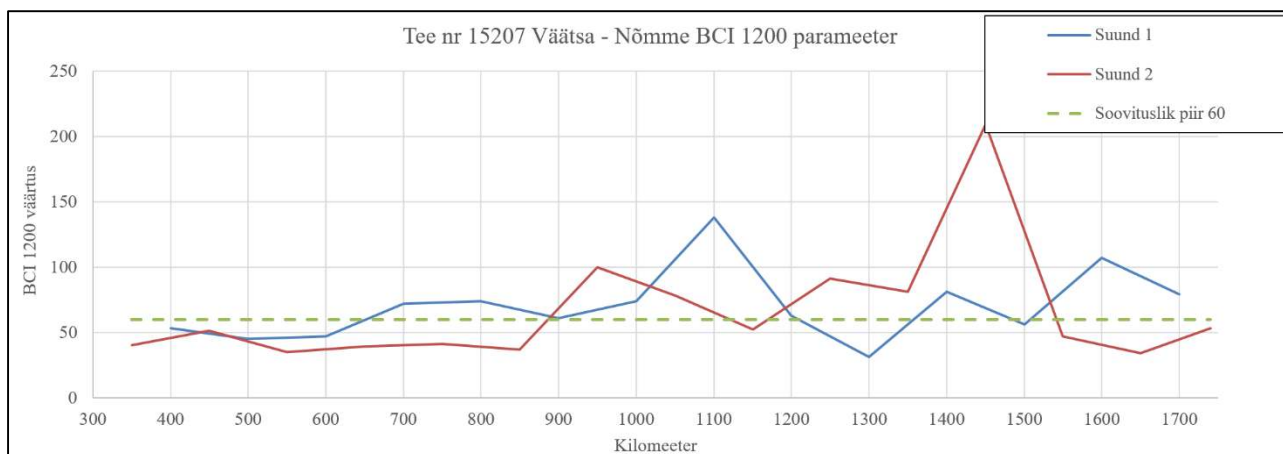
Joonis 4. Väätsa – Nõmme kandevõime.



Joonis 5. SCI 200 parameeter ületab soovituslikku piiri kogu tee ulatuses.



Joonis 6. BDI parameeter ületab soovituslikku piiri kogu tee ulatuses.



Joonis 7. Enamikes kohtades on probleeme ka BCI 1200 parameetriga.

## 5. Geoloogia

Geoloogiapunktid võeti

- km 0.600 (joonis 8), kus kandevõime oli 103 MPa;
- km 0.850 (joonis 9), kus kandevõime oli 56 MPa;
- km 1.400 (joonis 10), kus kandevõime oli 36 MPa.

Geoloogia lõigetelt nähtub, et teekatendi paksus on väga õhuke koosnedes suures osas peenliivast. Teekatendi all paikneb õhuke mullakiht, mille all lõigu esimeses pooles peenliiv ja teises pooles savi. Sisuliselt on teekonstruktsioon väljaehitamata.

Joonisel 11 on esitatud kattekihi terakoostised, mille järgi materjal sisuliselt vastab pos. 5 nõuetele.

| Kaevandi<br>tähis<br>ja nr. | PA-15207-0.600      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 14.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | -                                                | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 14.06.2017 |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| X=6528513                   |                     |                          |                     |                              | Y=583172                |                                      |                                                  |                                |            |
|                             | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                                |                                |            |
| 1                           |                     | 0.20                     | -0.20               | 0.20                         | ①                       | 4106                                 | Teekate: rohke liivaga mõllikas kruus.           |                                |            |
|                             |                     | 0.55                     | -0.55               | 0.35                         | ②                       |                                      | Täide: kruusaga mõlline peenliiv (vana teekate). |                                |            |
|                             |                     | 0.70                     | -0.70               | 0.15                         | ③                       |                                      | Muld: liivane.                                   |                                |            |
|                             |                     | 1.55                     | -1.55               | 0.85+                        | ⑥                       |                                      | Mõlline peenliiv: kesktihe, niiske kuni märg.    |                                |            |

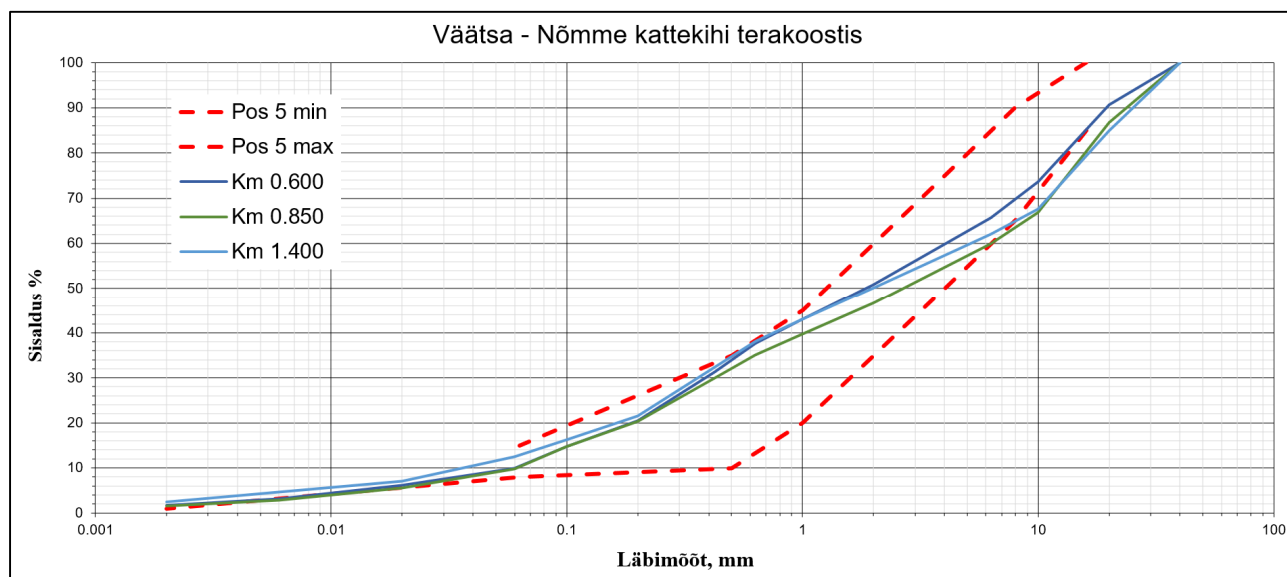
Joonis 8. Geoloogiline lõige km 0.600 näitab, et teekatendi paksus on 55 cm koosnedes teekattest, mille all on kruusaga mõlline peenliiv.

| Kaevandi<br>tähis<br>ja nr. | PA-15207-0.850      | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00                | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 14.06.2017<br>GM 65 GTT | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus | -                                      | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 14.06.2017 |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|------------|
| X=6528585                   |                     |                          |                     |                              | Y=582931                |                                      |                                        |                                |            |
|                             | Geo.<br>in-<br>deks | Süga-<br>vus<br>m        | Abs.<br>kõrgus<br>m | Pak-<br>sus<br>m             | Geoloogiline<br>lõige   | Proovi<br>(labori<br>nr.)            | Pinnase kirjeldus                      |                                |            |
| 1                           |                     | 0.17                     | -0.17               | 0.17                         | ①                       | 4107                                 | Teekate: rohke liivaga mõllikas kruus. |                                |            |
|                             |                     | 0.35                     | -0.35               | 0.18                         | ③                       |                                      | Muld: liivane.                         |                                |            |
|                             |                     | 1.90                     | -1.90               | 1.55+                        | ⑥                       |                                      | Mõlline peenliiv: kesktihe.            |                                |            |

Joonis 9. Geoloogiline lõige km 0.850 näitab, et teekatendi paksus on vaid 17 cm.

|                              |                   |                          |                  |                              |                           |                                       |   |                                |            |
|------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|---|--------------------------------|------------|
| Kaevandi<br>tähtis<br>ja nr. | PA-15207-1.400    | Suudme<br>abs.<br>kõrgus | 0.00             | Puuritud<br>(kuup.)<br>Seade | 14.06.2017<br>GM 65 GTT   | Pinnasevee<br>sügavus/abs.<br>kõrgus  | - | Veepind<br>mõõdetud<br>(kuup.) | 14.06.2017 |
| X=6528785                    |                   |                          |                  |                              | Y=582424                  |                                       |   |                                |            |
| Geo.<br>in-<br>deks          | Süga-<br>vus<br>m | Abs.<br>kõrgus<br>m      | Pak-<br>sus<br>m | Geoloogiline<br>lõige        | Proovi<br>(labori<br>nr.) | Pinnase kirjeldus                     |   |                                |            |
|                              | 0.15              | -0.15                    | 0.15             | 1                            | 4108                      | Teekate: rohke liivaga savikas kruus. |   |                                |            |
|                              | 0.42              | -0.42                    | 0.27             | 2                            |                           | Täide: kruusane mooline peenliiv.     |   |                                |            |
|                              | 0.55              | -0.55                    | 0.13             | 6                            |                           | Mooline peenliiv: tihe.               |   |                                |            |
|                              | 0.85              | -0.85                    | 0.30             | 3                            |                           | Muld                                  |   |                                |            |
|                              |                   |                          |                  | 8                            |                           | Savimool: keskth.                     |   |                                |            |
|                              | 1.60              | -1.60                    | 0.75+            |                              |                           |                                       |   |                                |            |

Joonis 10. Geoloogiline lõige km 1.400 näitab, et teekatendi paksus on 55 cm, millest enamuse moodustab peenliiv.



Joonis 11. Väätša – Nõmme kattekruusa terakoostis vastab pos. 5 nõuetele väljudes veidi ülemiste sõelade piirkonnas. Kõik proovid võeti vahemikust 0...15 cm teekatpinna suhtes.

## 6. Tee jagamine homogeenseteks lõikudeks

Seoses madala kandevõime ja tee paiknemisega ei ole soovituslik viia teed tolmuva kätte alla. Teeregistri alusel on liiklussagedus teel 81 AKÖL, mis kas ei ole korrektne või mis koosneb suures osas läbisõitvatest autodest (näiteks läbisõitev prügiauto fotol 5 ja 6), mis tuleks suunata väga lähedal olevale maanteele nr 15129. Vahetult Väätša – Nõmme tee ääres paikneb vaid 6 elamist, kellest kolmel-neljal on tõenäoliselt mugavam kasutada Väätša – Nõmme teed kui teed nr 15129. Nendele lisandub veel põllumajandustehnika, millel on vajalik saada ligipääs teed ümbritsevatele põldudele.

Viies tee tolmuva kätte alla, hakatakse seda suure tõenäosusega kasutama läbisõitva liikluse poolt veelgi suuremal määral, mis halvendab piirkonna liiklusohutust. Näiteks on sissesõit Väätša – Nõmme teele Väätša poolt kitsas, laiusega 5 m, teele lähedal on puud ja garaažid ning km 0.16 on väga halva nähtavusega kurv, mille taga on Kooli tänav (fotod 7 ja 8).





Fotod 5 ja 6. Suur osa Väätsa – Nõmme teel liikuvatest autodest on teed otseteena kasutavad prügiautod. Tee üheks probleemiks on esimesed 368 m, kus tee laius on vaid 5 m ning 160 m peal on halva nähtavusega kurv.



Fotod 7 ja 8. Halva nähtavusega kurv. Fotolt näeb ka tee lähedal olevaid garaaže.

Hetkel tehakse tee ääres asuvate elamute piirkondades km 0.550...0.700 (foto 9) ja 1.550...1.750 (foto 10) tolmutõrjet. Mõistlik on sellega nii jätkata, kuid esimesel lõigul tuleks parandada drenaazi süvendades tee kõrval olevaid nõvasid. Samuti tuleb iga-aastase hoolduse ajal jälgida, et tee äärde ei moodustuks vee äravoolu takistavaid valle ning et põiklalded oleks vee äravooluks piisavad (soovituslik 4%).



Fotod 9 ja 10. Tolmutõrje tegemise kohad km 0.550...0.700 ja 1.550...1.750.

Rajades siiski teele tolmuva kate, tuleb lõik jagada kolmeks:

- lõik 1 – km 0.368...0.750, keskmine kandevõime 105 MPa, SCI parameeter on väga kõrgel, mis viitab, et kattekruus oli mõõtmisaegselt liigniiske. BDI parameeter on samuti üle piiri ja tõenäoliselt on see tingitud teekatendis sisalduvatest ebapiisavate tugevusomadustega materjalidest.
  - Olemasoleva kruuskatte laius on 5.5 m, mis tähendab, et teed tuleb laiendada. Kuna mõlemal pool sügavaid kraave pole, on mõistlik laiendamist teha nii, et eemaldada mõlemalt poolt teed kasvupinnas 0.5 m laiuselt ja teha tagasitäide.
- lõik 2 – km 0.750...1.550, keskmine kandevõime 60 MPa. SCI parameeter on väga kõrgel, mis viitab, et kattekruus oli mõõtmisaegselt liigniiske. BDI parameeter on samuti üle piiri ja tõenäoliselt on see tingitud teekatendis sisalduvatest ebapiisavate tugevusomadustega materjalidest, mis on üleniiskunud (lõigus 2 tõuseb BDI parameeter hüppeliselt suuremaks). Samuti on märkimisväärselt kõrge BCI parameeter.
  - Olemasoleva kruuskatte laius on 5.5 m, mis tähendab, et teed tuleb laiendada. Koos laiendamisega oleks mõistlik kaevata madalamaks ka km 0.75...0.85 olev künkas.
  - Alates km 0.93 on mõlemal pool teed sügavad külakraavid, kuid mille nõlvused on lauged võimaldades teha laiendused nendele nihutades kraavi põhja kaugemale.
- lõik 3 – km 1.550...1.753, keskmine kandevõime 100 MPa.
  - Olemasoleva kruuskatte laius on 5.5 m, mis tähendab, et teed tuleb laiendada.

Tee jagamisel lõikudeks ja kandevõimel on otsene seos mullakaardil nähtava leostunud gleimulla levikualaga (vahemikus km 0.900...1.550 ehk lõik 2), mis on olemuselt liigniiske ja mis seega mõjutab teekatendi toimivust.

## 7. Konstruktiivsed lahendused

Lõigus 1 (km 0.368...0.750) ei ole vajadust lisakihtidega kandevõime tõstmiseks, kuna madal kandevõime on tingitud peamiselt kattekruusa üleniiskunud olukorrast mõõtmise ajal, mida näitab väga kõrge SCI parameeter. Siiski oleks soovituslik kasutada pindamiskihi alusena freespuru (tabel 2).

Tegevused:

1. eemaldada mõlemalt poolt teed
2. profileerida olemasolev tee nii, et lõikamissügavus oleks aukude põhjani või minimaalselt 5 cm, anda 4% põikkalle ja tihendada;
3. puhastada olemasolevad nõvad ja eemaldada servavall;
4. paigaldada 10 cm freespuru;
5. paigaldada tolmuva kate pindamisega 2.5xE.

Tabel 2

Lõikude 1 ja 3 katendiarvutus

| $E_A$<br>MPa | $h$<br>m | $E$<br>MPa | $E_{max}$<br>MPa | $E_p$<br>MPa | Selgitus           |
|--------------|----------|------------|------------------|--------------|--------------------|
| 100          | 0        | 100        | 600              | 100.0        | Tee kandevõime     |
| 100.0        | 0.1      | 400        | 600              | 131.6        | Pinnatud freespuru |



Lõigus 2 (km 0.750...1.550) on vajalik tõsta teekatendi kandevõimet. Peamine puudus on üleniiskunud niiskustundlike pinnaste olemasolu, mis ideaalis tuleks vahetada välja, kuid mis ei ole taolise tee puhul majanduslikult otstarbekas. Seega tuleb suurendada konstruktsiooni tugevust lisades katendikihte. Katendiarvutus on esitatud tabelis 3, mille aluseks on võetud teelõigu keskmine kandevõime 60 MPa. Kuna keskmisest väärtusest mõõdeti veelgi madalamaid kandevõimeid (ca 40 MPa), tuleks lõiku paigaldada ka geovõrk.

Tegevused:

1. profileerida olemasolev tee nii, et lõikamissügavus oleks aukude põhjani või minimaalselt 5 cm, anda 4% põikkalle ja tihendada;
2. paigaldada kogu tee laiuses II profiili geotekstiil, mille peale geovõrk NAUE Secugrid 30/30 Q1 või analoog (näiteks Tensar TX160, Enkagrid MAX 30, Huesker Basetrack Grid PP 30);
3. paigaldada 20 cm killustikalus ridakillustikust fr. 4/32;
4. paigaldada 10 cm freespuru;
5. teha tolmuva kate pindamisega 2.5xE.

Tabel 3

Lõik 2 katendiarvutus

| $E_A$<br>MPa | $h$<br>m | $E$<br>MPa | $E_{max}$<br>MPa | $E_p$<br>MPa | Selgitus           |
|--------------|----------|------------|------------------|--------------|--------------------|
| 60           | 0        | 60         | 360              | 60.0         | Tee kandevõime     |
| 60.0         | 0.2      | 200        | 360              | 100.8        | Killustikalus      |
| 100.8        | 0.1      | 400        | 605              | 132.5        | Pinnatud freespuru |

Lõigus 3 (km 1.550...1.753) saab kasutada sama katendilahendust, kui lõigus 1.

Lõik 2 algus on mäekünka peal, mis võimaldab selle ühtlaselt kokku viia lõiguga 1. Lõik 2 tuleb lõiguga 3 viia ühtlaselt kokku tehes üleminekukohas väljakaev.

## 8. Nõuded ja muud märkused

Konstruktiiivsete lahenduste kirjelduses nimetatud materjalide ja nende paigalduse kvaliteet peab vastama määrusele „Tee ehitamise kvaliteedi nõuded“. Kasutatav geotekstiil peab vastama NorGeoSpec 2012 nõuetele, geovõrk peab olema üks nimetatutest või nendega vähemalt samade omadustega analoog. Geosüntee tuleb paigaldada vastavalt nende paigaldusjuhendile.

### Kraavide puhastamine ja kaevamine

Tee ääres on üldiselt olemas madalad kraavid, kuid need tuleb puhastada. Teetööde tehnilises kirjelduses öeldakse, et oleva kraavi põhi ja nõlvad tuleb puhastada kaevates kuni 0,5 m sügavuselt, sealjuures jälgides, et oleks tagatud minimaalne nõutav kraavi pikikalle ja minimaalne lubatav muldkeha nõlvus.

Puhastamist vajavad kraavid on mõlemal pool teed km 0.368...km 1.560 (kokku 2384 m) ja paremal pool teed km 1.560...1.753 (193 m).

Eemaldada vee äravoolu takistav servavall mõlemalt poolt teed kogu tee pikkuses.

## Truubid

Tee alt läheb läbi üks truup ja mahasõitude all on kokku 5 truupi – kõik tuleb vajadusel puhastada tagades vee takistamatu voolamise.

## Mahasõidud

Lisaks Teeregistris näidatud mahasõitudele, kasutatakse vasakule poole põllule sõitmiseks (isetekkelist) mahasõitu km 0.610 – see tuleb puhastada kasvupinnasest ja teha peale kruuskate. Kuna mahasõit on künka tipus, truupi paigaldada vaja ei ole.

Tolmuvaba kate tuleb rajada kohalike teede ja hoovi sissesõidu mahasõitudele:

- km 0.594;
- km 0.932;
- km 0.933;
- km 1.638.

## **9. Tee laiendamine**

Olemasoleva tee tolmuva kate laius saab olla kuni 5.5 m ja eelnevate lahendustega ei nähtud ette tee laiendamist. Laiemaks tegemine nõuab alates km 2.260 tee muldkeha laiendamist, lõigus 1 saab seda teha teepeenra arvelt.

Muldkeha laiendamine nõuab projekti koostamist [Maanteeameti MULDKAHA JA DREENKIHI PROJEKTEERIMISE, EHITAMISE JA REMONDI JUHIS, p. 8.1: „/.../ Antud juhise järgi muldkeha ja drenkihi remondil on projekti tegemine kohustuslik (st muldkeha ja drenkihi laiendamist, remonti ja rekonstrueerimist ei või teha teetööde tehnilise kirjeldusega ja selleks on vajalik ehitusluba.)/.../“], mida käesoleva projekti raames kogutud andmete põhjal teha ei saa.

- Käesoleva aruande autor leiab, et Väätsa – Nõmme tee laiendamine ei ole mõistlik ja selle põhjendus on antud eespool.

Soovides tingimata kruusateed siiski laiendada, on saab lähtuda järgnevast:

Tee laiendamine lõigus 1 (km 0.368...0.750) saab teha mõlemal pool teepeenarde arvelt. Selleks tuleb eemaldada teepeenardelt kasvupinnas mõlemalt poolt ca 0.5 m ulatuses ja kaevata astmega olemasoleva teekatte pinnast 30 cm sügavamale, kuhu teha kruuspinnasega tagasitäide. Ehitada peale lõigu 1 katend.

Km 0.750...0.850 on kungas, mille võiks tee laiendamise käigus kaevata kuni 1 m võrra madalamaks tagamaks paremat pikinähtavust. Paigaldada põhja II profiili eraldav geotekstiil, 30 cm kruuspinnast, mille peale 10 cm freespuru.

Km 0.850...0.93 on madalad kraavid ja saab kasutada sama lahendust, mis lõigus 1.

Km 0.93...1.75 on tee ääres sügavamad kraavid ja töömahtude poolest on mõistlik laiendada vaid paremat teepoolt. Teelt võetud geoloogiapunktide alusel on aluspinnaseks savimõll. Laiendamiseks tuleb eemaldada kraavist huumuskiht ja kaevata sisse astmed, misjärel teha tagasitäide kruuspinnasega olemasoleva teega samale kõrgusele. Ehitada peale eelnevalt esitatud katendid. Kaevata uus kraav.

Kõik mahasõidud tuleb taastada ja olemasolevad truubid pikendada.

| Spets<br>nr. | Töö nimetus                                                                                         | Ühik | maht         | 0.360-0.800 | 0.800-1.550 | 1.550-1.753 |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------|-------------|-------------|-------------|
|              | <b>Ettevalmistustööd</b>                                                                            |      |              |             |             |             |
| 20301        | Liiklusmärkide eemaldamine (koos postide ja vundamendiga)<br>ja hilisem tagasipaigaldus             | tk   | <b>3</b>     | 1           |             | 2           |
| 20305        | Tähispostide eemaldamine ja hilisem tagasipaigaldus                                                 | tk   | <b>2</b>     |             | 2           |             |
|              | <b>Mullatööd</b>                                                                                    |      |              |             |             |             |
|              | <b><i>Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine KOKKU</i></b>                                         |      | <b>1</b>     |             |             |             |
| 30103        | Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine (olemasolevatelt<br>mahasõitudelt kultuurikihi eemaldamine) | m³   | <b>1</b>     | 1           |             |             |
| 30603        | Oleva mulde pealispinna planeerimine ja tihendamine                                                 | m²   | <b>7 618</b> | 2 376       | 4 125       | 1 117       |
| 30301        | Truupide puhastamine sh sisse-väljavoolude kultuurikihi<br>eemaldamine                              | m    | <b>45</b>    | 5           | 36          | 4           |
| 30201        | Kraavide puhastamine                                                                                | m    | <b>2 577</b> | 864         | 1 500       | 213         |
| 30701        | Geotekstiil, eraldav (II profiil)                                                                   | m²   | <b>4 125</b> |             | 4 125       |             |
| 30703        | Geovõrk                                                                                             | m²   | <b>4 500</b> |             | 4 500       |             |
|              | <b><i>Muldkeha ehitamine KOKKU</i></b>                                                              |      | <b>1</b>     |             |             |             |
| 30402        | Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest (mahasõidud).<br>Looduslik kruus.                      | m³   | 1            | 1           |             |             |
|              | <b>Katendid</b>                                                                                     |      |              |             |             |             |
| 40501        | Killustikaluse rajamine keskmise laiusega 5.7 m, h = 20 cm                                          | m²   | <b>4 275</b> |             | 4 275       |             |
| 44006        | Freespurukatte rajamine laiusega 5.6 m, h = 10 cm                                                   | m²   | <b>7 693</b> | 2 376       | 4 200       | 1 117       |
| 44005        | Pindamine 2.5xE (eelpuistega 2x pindamine) laiusega 5.5 m                                           | m²   | <b>7 618</b> | 2 376       | 4 125       | 1 117       |
| 44006        | Freespurukatte rajamine mahasõitudele, h = 10 cm                                                    | m²   | <b>160</b>   | 40          | 80          | 40          |
| 44005        | Mahasõitude pindamine 2.5xE                                                                         | m²   | <b>160</b>   | 40          | 80          | 40          |

# KULULOEND

Kõik maksumused EUR

| Art nr                                      | Töö kirjeldus                                                                        | Mõõdühik  | Maht   | Ühiku hind | Maksumus        |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------|------------|-----------------|
| 1                                           | 2                                                                                    | 3         | 4      | 5          | 6               |
| Nr 1: ÜLDISED                               |                                                                                      |           |        |            |                 |
| 10201                                       | Proovivõtt ja katsetamine                                                            | kogusumma | 1      | 500.00     | 500.00          |
| 10202                                       | Load. sh kommunikatsiooni valdajate kooskõlastused                                   | kogusumma | 1      | 100.00     | 100.00          |
| 10203                                       | Infotahvlid                                                                          | kogusumma | 1      | 100.00     | 100.00          |
| 10204                                       | Tööpiirkonna korrashoid                                                              | kogusumma | 1      | 100.00     | 100.00          |
| 10206                                       | Tööohutus                                                                            | kogusumma | 1      | 50.00      | 50.00           |
| 10207                                       | Keskkonnanõuded                                                                      | kogusumma | 1      | 50.00      | 50.00           |
| 10211                                       | Tööde mõõdistamine ja märkimistööd                                                   | kogusumma | 1      | 100.00     | 100.00          |
| Kokku ÜLDISED                               |                                                                                      |           |        |            | <b>1000.00</b>  |
| Nr 2: EHITUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE LÕIGUL |                                                                                      |           |        |            |                 |
| 20301                                       | Liiklusmärkide eemaldamine (koos postide ja vundamendiga) ja hilisem tagasipaigaldus | tk        | 3      | 20.00      | 60.00           |
| 20305                                       | Tähispostide eemaldamine ja hilisem tagasipaigaldus                                  | tk        | 2      | 15.00      | 30.00           |
| Kokku EHITUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE LÕIGUL |                                                                                      |           |        |            | <b>90.00</b>    |
| Nr 3: MULLATÖÖD                             |                                                                                      |           |        |            |                 |
| 30103                                       | Sobimatu pinnase kaevamine                                                           | m³        | 1      | 3.25       | 3.25            |
| 30603                                       | Oleva mulde pealispinna planeerimine ja tihendamine                                  | m²        | 7618   | 0.50       | 3808.75         |
| 30301                                       | Truupide puhastamine sh sisse-väljavoolude kultuurikihi eemaldamine                  | m         | 45     | 23.51      | 1057.95         |
| 30201                                       | Kraavide puhastamine                                                                 | m         | 2577   | 4.27       | 11003.79        |
| 30402                                       | Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest (mahasõidud).                           | m³        | 1      | 31.08      | 31.08           |
| 30701                                       | Geotekstiil, eraldav (II profiil)                                                    | m²        | 4125   | 0.82       | 3382.50         |
| 30703                                       | Geovõrk                                                                              | m²        | 4500   | 2.50       | 11250.00        |
| Kokku MULLATÖÖD                             |                                                                                      |           |        |            | <b>30537.32</b> |
| Nr 4: KATEND                                |                                                                                      |           |        |            |                 |
| 40501                                       | Killustikaluse rajamine keskmise laiusega 5.7 m, h = 20 cm                           | m²        | 4275   | 6.3        | 26932.50        |
| 44006                                       | Freespurukatte rajamine laiusega 5.6 m, h = 10 cm                                    | m²        | 7692.5 | 1.06       | 8154.05         |
| 44005                                       | Pindamine 2.5xE (eelpuistega 2x pindamine) laiusega 5.5 m                            | m²        | 7617.5 | 2.2        | 16758.50        |
| 44006                                       | Freespurukatte rajamine mahasõitudele, h = 10 cm                                     | m²        | 160    | 2.5        | 400.00          |
| 44005                                       | Mahasõitude pindamine 2.5xE                                                          | m²        | 160    | 4.50       | 720.00          |
| Kokku                                       |                                                                                      |           |        |            | <b>52965.05</b> |

|                                        |                  |
|----------------------------------------|------------------|
| <b>KOKKU ptk-d</b>                     | <b>84592.37</b>  |
| ETTENÄGEMATA TÖÖD 5%                   | 4229.62          |
| <b>KOKKU KOOS ETTENÄGEMATA TÖÖDEGA</b> | <b>88821.99</b>  |
| KÄIBEMAKS 20%                          | 17764.40         |
| <b>KOKKU KÄIBEMAKSUGA</b>              | <b>106586.39</b> |

Märkused: