



MAANTEEAMET

Siirde- ja kergkatendite remondi tehnilise kirjelduse koostamise juhis



MA 2020-000

SISUKORD

SISSEJUHATUS	3
1. Üldosa	4
2. Teedele tehtavad uuringud.....	4
2.1. Ettevalmistustööd.....	4
2.2. Objekti visuaalne vaatlus	5
2.3. Kandevõimemõõtmised	6
2.4 Geotehnilised uuringud	11
2.5. Maaradariuuringud.....	12
3. Andmeanalüüs ja Katendi lahendused	13
4. Teede laiendamine	19
5. Olemasolevad kergkattega teed	20
Lisa 1. Kruusatee (siirdekatte) näidislahendus	23
Lisa 2. Kergkattega tee näidislahendus	34
Lisa 3 Kergkatendi (KAB-kergasfaltbetooni) nõuded.....	47

SISSEJUHATUS

Juhis on mõeldud majandus- ja taristuministri määruse „Tee ehitamise ja korrashoiu terminid“ §6 Tee osa asendamine samaväärsega, tööde teostamiseks. Käesolev juhise on kasutatav nii teede remondiks kui ka tolmuva katte (siirde- ja kergkatte) paigaldamise tehnilise kirjelduse (või projekti) koostamiseks. Püsikattega tee remondiks või mulde oluliseks laiendamiseks (vt. punkt 4) tuleb koostada projekt.

Käesoleva juhise eesmärk on esitada nõuded ja soovitused teede struktuurse seisukorra uuringuteks. Põhjalikumad uuringud võimaldavad arvestada tee tegeliku seisukorraga ja töötada välja võimalikult optimaalsed remondilahendused ning ühtlasi kõrvaldada nõrgad piirkonnad (ehk ajutised ja püsivad kandevõimepiirangud). Juhist järgides saab tagada teekatte ühtlasema ning optimaalsema eluea (optimaalseima elukaare maksumuse).

Tuleb arvestada, et kui remonditud ja tolmuva katte alla viidud teed on võimalik kasutada otse teena, on oodata suurenevat liiklussagedust ning olenevalt liikluskoosseisust ka koormust, mistõttu võivad kaasnedä täiendavad kulud tee tugevdamiseks.

Kõrvalmaanteed on oluliseks osaks riigi infrastruktuurist, millel toimub umbes 25% riigiteede liiklusest ning mis ühendavad linna alevite ja alevikega, alevide ja alevikke omavahel või küladega ning neid kõiki põhi- ja tugimaanteedega. Väga suurt tähtsust omavad ka kohalikud teed, mida võib antud juhise mõttes käsitleda riigiteedega koos.

Tõstmaks ka väiksema liiklussagedusega riigi- ja kohalike teede kasutusmugavust ning suurendamaks maapiirkondade sotsiaalset progressi on võetud eesmärgiks viia kõik kruusateed, mille AKÕL on vähemalt 50 autot, tolmuva katte alla. Viimastel aastatel on ehitatud kruusateedele katteid 100...200 km/aastas, kuid seoses sellega on tulnud välja ka mitmeid probleeme, mistõttu katete eluiga ei ole olnud kõikjal ootuspärane. Pinnatud kruusateede madalate kandevõimete tõttu on esinenud tihti kattekihtide lagunemist, mille parandamine on keerukam ja kulukam, kui oleks kruuskatte puhul. Tee püsimist mõjutavad katendikihtide ebaühtlus, halvasti toimiv drenaaž, mõne kihi materjali sobimatu terakoostis, milles (eriti kevadisel ajal) tekivad koormates plastsed deformatsioonid.

Käesoleva juhendi koostamiseks vajamineva informatsiooni kogumiseks on tehtud põhjalikud seisukorrauuringud ca 200 km kruusateedele ja ca 20 km kergkattega teedele üle kogu Eesti, mille alusel on koostatud käesolev juhise.

1. ÜLDOSA

1.1 Enne tööde kavandamist tuleb välja selgitada, kas tee laiusest piisab remondiks (vt. Sissejuhatus ja punkt 4).

1.2 Käesolevas juhises käsitletakse teede struktuurse seisukorra määramiseks tehtavaid uuringuid. Juhises toodakse välja andmed, mida tuleb siirde- ja kergkattega teede osas teehoiutööde planeerimisel analüüsida - eesmärgiga töötada välja võimalikult optimaalsed remondilahendused nii kruusateede remondiks kui neile tolmuvaba katte rajamiseks.

1.3 Juhend käsitleb järgnevaid teedele tehtavaid uuringuid ja analüüsitavaid andmeid:

- a. erinevatest andmebaasidest kogutav info (tee asukoht ja paiknemine ümbritseva suhtes, info mullastikukaardi abil, tee iseloomustus Teeregistri andmetel);
- b. tee kevadine ja suvine seisukord visuaalse vaatluse abil (peamised probleemid, sh põikkalded ja kuidas need grupeeruvad);
- c. kandevõimemõõtmised (mõõdetud kandevõime võrdlus vajalikuga, vajumikausi analüüs);
- d. geotehnilised uuringud (info katendikihtidest ja teelustest pinnastest);
- e. maaradariuuringud (katendikihtide paiknemise ja paksuste info katkematu jadana);
- f. andmeanalüüs ja projekteerimine (tee jagamine iseloomulikeks lõikudeks ja remondiplaani koostamine).

1.4 Kogutud ja analüüsitud andmete abil jagatakse tee iseloomulikesse sektsioonidesse olenevalt nende seisukorrast ning nende alusel leitakse teele kõige sobilikum remondimeede. Sektsioonideks jagamise aluseks võivad olla:

- a. puudused kulumiskihis (kihipaksus, terastikuline koostis, põikkalle);
- b. puudused drenaažis (kraavid, truubid);
- c. külmarkerkehajustused;
- d. kandevõime;
- e. muud probleemid.

2. TEEDELE TEHTAVAD UURINGUD

Uuringute detailsem kirjeldus, nõuded ja soovitused antakse peatükkides 2.1 kuni 2.5

2.1. Ettevalmistustööd

2.1.1 Uuringute aruandes tuleb kaardile märkida tee asukoht koos algus- ja lõpupunktiga, mis annaks piisavalt infot tee paiknemisest ka ümbritsevate teede, asulate, tööstuste jms suhtes.

2.1.2 Kaardile tuleb märkida kohad, kus teemaa ei võimalda kraave rajada (neis kohtades tuleb konstruktsioone vajadusel tõsta).

2.1.3 Vaadeldes tee paiknemist ka erinevate muldade levikualal kasutades selleks Maa-ameti mullastiku kaarti, tuleb eelnevalt analüüsida tee ümbruses valitsevat veerežiimi planeerides seeläbi mh geotehniliste uuringute puuraukude asukohti. Mullastiku kaardi analüüs täiendab ka hilisemat andmeanalüüsi.

2.1.4 Teeregistri andmete analüüsimisel (Geotehnilise uuringu kava koostamiseks ning hilisemaks katendi konstrueerimiseks) tuleb arvestada alltoodud andmeid:

- a. tee klass;
- b. tee laius (sh teekatte, peenarde, muldkeha laius, mis on oluline planeerimaks olemasolevale teele peale rajatavate katendikihtide laiuse ja määramaks kindlaks tee laiendamise vajadust);
- c. tee/muldkeha väljaehitamise tase;
- d. katendikihid ja katted, nende paksused, materjalid ja ehitamise ajad (üle tuleb vaadata ka vaadeldavale teele eelnev ja järgnev teelõik);
- e. liiklussagedus ja liikluse koosseis (katendiarvutuse jaoks on vaja ennustuslikku koormussagedust, mille alusel leida E_{vaj});
- f. truupide asukohad ja seisukorrad (mitu truupi vajavad puhastamist ja kas mõni vajab väljavahetamist või remonti);
- g. teel asuvad ristumiskohad (need tuleb viia tolmuvaaba katte alla, selgitada välja milliseid on vaja kõrgemale tõsta jne);
- h. kas teel esineb külmakerkeid, on kasutatud geosünteeete, kus asuvad tolmutõrje tegemise kohad jms.

2.1.5 Kõiki nimetatud andmeid Teeregistris iga tee kohta alati ei leidu. Lisaks võivad andmed olla ebatäpsed või uuendamata – näiteks ei ole tee laiused korrektsed, lisatud truubid on jäänud sisse kandmata, katendikihtide paksused ja ehitamise aastad on puudu, mahasõitude asukohad ebatäpsed jne. Seetõttu tuleb vajalikud andmed objekti välivaatluse ja mõõtmistega üle kontrollida ja täpsustada.

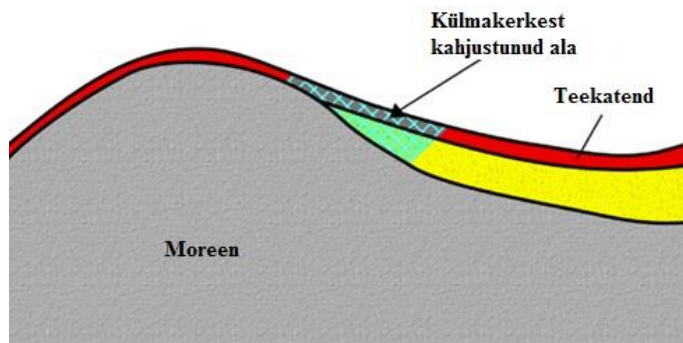
2.1.6 Kraavide planeerimisel või olemasolevate madalate kraavide puhastamisel tuleb üle kontrollida piirid teealuse kinnisasja naaberkinnisasjadega, kontrollimaks kas naaberkinnisasjadele jääb tagatuks juurdepääs avalikult kasutatavalt teelt. Lisaks tuleb teistelt kinnisasjade omanikelt (nt RMK) küsida, kuhu tuleks paigaldada lisatruubid või olemasolevat truupi puhastada (nt osades kohtades voolab kevadel sadevesi üle tee ainult mõned päevad või eesvoolud on ummistunud vms).

2.1.7 Tööde planeerimisel tuleb arvesse võtta, milliseid töid on käsitletava tee osas tulevikus plaanis teha (nt kas pärast kruusatee remonti on kavas lähiajal ehitada kruusateele kate või jääb see ka edaspidi tööle kruuskattega teena). Sellest lähtudes tuleb ka otsustada teemulde ja kruuskatte laiuste ning truupide pikkuste vajadused.

2.2. Objekti visuaalne vaatlus

2.2.1 Objekti visuaalne vaatlus tuleb teha kevadel (sobilik aeg on enamasti aprill), kui teed on sulanud, kuid mitte veel täielikult tahenenud. Sel ajal on nähtavad madala kandevõimega ja külmakerkelised kohad (joonis 1), roopad, vajumised, aga ka ummistunud truubid ja vee

äravooluprobleemid. Kevadel ei ole taimestik veel tärganud, mistõttu on tee ümbrusega seonduv hästi nähtav. Kõik probleemsed kohad tuleb asukohapõhiselt (meetri täpsusega) fikseerida.



Joonis 1. Tihti on voortele ehitatud kruusteede katendid tugeva aluseta.

2.2.2 Visuaalse vaatluse käigus tuleb iseloomustada järgmisi omadusi:

- teekattel esinevate defektide iseloom – kas probleem on vaid sõidumugavuses, s.t „treppis“ teekattega, aukudes, tolmamises ja lahtise materjali olemasolus, või nähtub ka struktuursele seisukorrale viitavaid probleeme nagu roopaid ja vajumisi;
- kruuskatte põikkalded – kirjeldada kas põikkalded on piisavad antud kate laiusel, kas seisund võimaldab üldse põikkallet anda (suured kivid kate pinnal, kate kitsas või liiga lai vmt; samuti ristmike piirkonnad vmt kus kalle peaks olema rohkem kui 3% või kohad kus kate on kitsas ning tuleks anda hoopis ühepoolne kalle vmt);
- teekattel esinevad roopad - millise kujuga roopaid teel esineb (kitsas ja teravate äärtega tuleneb kattekihi probleemidest, lai kauss viitab sügavamal olevale ebapiisavale tugevusele);
- teekattel esinevad praod – millised praod teekattel esinevad (võrkpragu viitab kogu teekonstruktsiooni ebapiisavale tugevusele);
- külmakerkelised kohad ja nende ulatus (arvestada tuleb ka teehooldajalt saadud andmed);
- kuivendus – kas tee äärtes ja kraavides leidub seisvat vett, mis seisus on kraavid ja truubid, kas vesi saab takistamatult teelt ära voolata, kas tee on ümbritsevast maapinnast madalamal jms.

2.3. Kandevõimemõõtmised

2.3.1 Kandevõimemõõtmised tuleb teha FWD-seadmega, kuna see võimaldab kasutada raskeliiklusele vastavat koormust. Kergetel, kaasaskantavatel kandevõimemõõtmise seadmetel on mõjusügavus liiga väike, mistõttu sobivad need paremini ülemise kihi kvaliteedi/seisukorra hindamiseks.

2.3.2 Kasutatav FWD-seade peab vastama Maanteeameti dokumendis „Riigiteede pealiskatete vastuvõtukatsetel teostatavate teekatete omaduste mõõtmise meetodika ning mõõteseadmetele esitatavad nõuded“ mõõteseadmele esitatud nõuetele ning seadme

kalibreerimisele ja kontrollile esitatud nõuetele. Lisaks tuleb arvestada järgnevate täiendavate nõuetega:

- a. kui langeva raskuse poolt tekitatava koormuse 50 ± 2 kN juures saavutatakse läbipaine, mis ületab vajumiandurite mõõtepiiri, tuleb koormust vähendada sedavõrd, et vajum jääks piirläbipainde piiridesse. Uue mõõtepunkti asukoht tuleb nihutada 5 m võrra edasi ja mõõtmisprotokollile tuleb teha vastav märkus;
- b. kasutatava FWD-seadme koormusplaadi läbimõõt peab olema 300 mm ja selle all peab olema vähemalt 5 mm paksune soontega kummiplaat. Kuna kruusateed on ebatasased, on soovituslik, et koormusplaat oleks jagatud nelja eraldiseisvasse sektsiooni.

2.3.3 Kandevõimete mõõtmise eelistavaim aeg on kevadel pärast teekatte mõningast tahenemist – sobivaks ajaks on reeglina aprillikuu teine pool, kuid see oleneb ilmaoludest. Lisaks on hea aeg mõõtmistöödeks (hilis-)sügis. Kuival ajal tehtud mõõtmistega ei avastata kevadel (või sajurohketel aegadel) välja tulevaid nõrga kandevõimega piirkondi.

2.3.4 Soovitavalt peaks tee remondilahenduse koostaja/konsultant olema kandevõimemõõtmistega kaasas, mis võimaldab koheselt fikseerida probleemi olemuse. Näiteks kevadel on tihti probleemiks see, et servavallide tõttu jääb vesi tee äärtesse, mistõttu on kattekruus pehme, andes väga suuri SCI väärtusi. Kui taolise teguriga mitte arvestada vaadeldes hiljem vaid madalaid kandevõimeväärtusi, kasutatakse katendiarvutuse alusena liiga madalat moodulit, mis viib teekatendi üledimensioonimiseni.

2.3.5 Kandevõimemõõtmisi ei või teostada miinustemperatuuridel ning teekonstruktsioonid peavad olema täielikult sulanud.

2.3.6 **Maksimaalne mõõtmisammu pikkus on 100 m mõlemalt poolt teed**, nii et punktid on nihutatud üksteise suhtes 50 m võrra (mõõta tuleb malelaua põhimõttel). Kui mõõtmispunktide vahele jäävad silmnähtavalt probleemsed kohad, tuleb neid kohti lisaks mõõta. Mõõtmine tehakse reeglina välimisest rattajäljest, kuid lisapunkte võib vajadusel võtta ka tee keskelt. Teistsugused mõõtmiskeemid ja lisapunktide kohad tuleb määrata vastavalt tee olukorrale.

2.3.7 Mõõtmispunktide asukohad tuleb fikseerida nii tee aadressüsteemil põhinevalt kui ka GPS koordinaatidega. Lisaks pikkus- ja laiuskraadile tuleb registreerida ka mõõtepunkti kõrgus täpsusega ± 5 cm, mis võimaldab välja joonistada mõõtepunktide asukohtadel põhineva tee pikiprofiili.

2.3.8 Läbi koormuse ja koormusplaadi läbimõõdu (nendest kahest tuleb kokku kontaktpinge) ning läbipainde koormusplaadi keskel, arvutatakse teekatendi kandevõime (E-moodul, MPa). Selleks tuleb kasutada valemit 1, millel põhineb „Elastsete teekatendite projekteerimise juhendi“ Evaj mooduli arvutamine.

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

Valem 1

kus

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

ν – Poisson´ tegur (kruusateedel tuleks arvestada 0,35);

F – kontaktsurve koormusplaadi all, kPa (300 mm koormusplaadi ja 50.00 kN koormuse kasutamisel saadakse 707 kPa);

S – koormusplaadi diameeter, mm;

d_0 – vajum koormusplaadi keskmes, μm .

2.3.9 Lisaks valemile 1 võib kasutada ka valemit 2, millega hinnata kandevõimet kattest allpool eri sügavustel (tegemist on jämeda hinnanguga, kuid mis sobitub kruuskattega teedele; täpsemate andmete jaoks tuleb kasutada muid tagasiarvutusviise, mida siinkohal ei käsitleta). Valemiga 2 hinnatakse kandevõimet sügavusel r :

$$E_r = \left[\frac{(1 - \nu^2) * \sigma_0 * a^2}{r * d_r} \right]$$

Valem 2

kus

E_r – moodul sügavuses r (võrdne vahemaa vaadeldava vajumianduri kaugusega koormusplaadi tsentrist), MPa;

ν – Poisson´ tegur (tuleb kasutada sama, mis üldvalemis);

σ_0 – kontaktsurve koormusplaadi all, kPa;

a – koormusplaadi raadius, mm;

r – vajumianduri kaugus koormusplaadi tsentrist, mm;

d_r – vajum kaugusel r koormusplaadi tsentrist, μm .

2.3.10 Valemit 2 tuleb kasutada juhul, kui on vaja analüüsida madalat kandevõimet, näiteks võivad ülemise otsa moodulid olla väga madalad ja sügavuses suurened, mis näitab seda, et kandevõimeprobleemid lähtuvad pinnaveest ja niiskustundlike materjalide olemasolust katendis. Lisaks lihtsustab info eri sügavusel olevatest moodulitest katendiarvutuse tegemist.

2.3.11 Eestis on siirde- ja kergkattega teedele nõutud minimaalseks kandevõimeks $E_{eq} = 130$ MPa. Kohtades, kus FWD mõõtmised näitavad vähemalt seda, on kandevõime tagatud. Katendiarvutusprogrammi KAPi ja selle aluseks oleva meetodika eripäraks on töökindlusteguri kasutamine, mis on seotud katendi tüübiga ja mistõttu tuleb katendiarvutuse puhul vaadata arvutuse tulemuste alt „Varu %“ lahtreid, mitte võrrelda üldist elastsusmoodulit vajalikuga.

2.3.12 Üldises plaanis tuleb kruusateede seisundit vastavalt FWD mõõtmistulemustele hinnata järgnevalt:

- < 30 MPa – väga nõrk (kohad purunevad raskeveoki ülesõidul kohe, ehk tee sisse jääb roobas ja/või rataste vahelt hakkab pinnast üles pressima, maapind vajub silmnähtavalt juba sõiduautoga ülesõites ja õõtsub, kui inimene peal hüppab);
- 30...60 MPa – nõrk;
- 60...80 MPa – rahuldav, mida võib lugeda piisavaks sõiduautoliikluse korral;
- 80...120 MPa – remont ilmselt vajalik, kui teed kasutab üle 1% raskeliiklust;

- 120...150 MPa – hea;
- > 150 MPa – väga hea ning tee peab vastu ka suhteliselt kõrgele raskeliikluse koormusele.

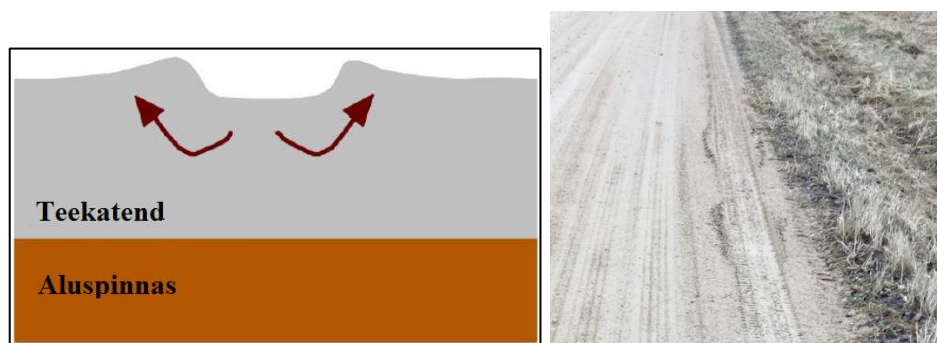
2.3.13 Lisaks kandevõime väärtusele tuleb analüüsida ka FWD vajumikausi parameetreid SCI, BDI ja BCI, mille alusel nähtub piirkond, millele tuleks pöörata suuremat tähelepanu või mis on peamine põhjus madalale kandevõimele.

2.3.14 Teekatet ja mingil määral ka selle alla jäävat katendiosa (kuni 200 või 300 mm sügavuseni, olenevalt andurite paigutusest) iseloomustab SCI 200 või SCI 300 väärtus (saadakse, kui D0 anduri näidust lahutatakse kas D20 või D30 näit), mille soovituslikud piirväärtused koos iseloomustusega on tabelis 1. Mida kõrgem SCI näitaja, seda suurem on risk, et teekattes tekivad joonisel 2 kujutatud roopad. Kõrged SCI väärtused saadakse ka siis, kui mõõdetakse vihmamärga teekatet, mistõttu tuleb andmete analüüsil arvestada mõõtmisaegsete oludega.

Tabel 1. SCI 200 ja SCI 300 soovituslikud piirväärtused koos iseloomustusega

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

2.3.15 Kruusateed pindamise abil tolmuva katte alla viies, peab SCI 200 olema kuni 300 või SCI 300 kuni 450. Vastasel juhul tuleb võtta ette kattekihi uuendamine, mille esimene samm on olemasoleva kattekihi paksuse ja terakoostise määramine. Probleeme põhjustab ka teekattel seisev vesi ja üleniiskunud teekonstruktsioon – sellisel juhul tuleb parandada põikallet, eemaldada vallid tee äärest ja tagada vee äravool teekattelt.



Joonis 2. Kui SCI väärtus on kõrge, tekivad teekattes teravad/kitsa roopad

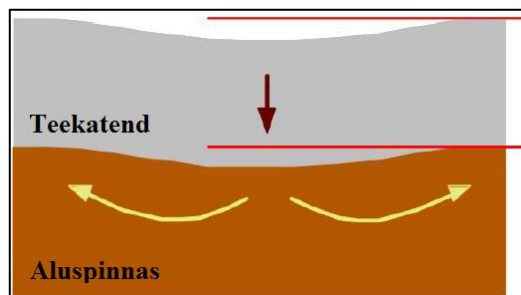
2.3.16 Teekattepinnast sügavusel 300...600 mm olevat olukorda iseloomustab BDI väärtus, mille soovituslikud piirväärtused koos iseloomustusega on tabelis 2. Kui BDI väärtus ületab 300, ei ole tõenäoliselt ka teekatendi kandevõime piisav. Tavaliselt on põhjus veerežiimis ja eelkõige tuleb leida lahendus, kuidas parandada kuivendustingimusi ehk saada üleliigne vesi teekatendist välja. On olukordi, kus kruusatee koosneb vaid looduslikul pinnasel

asetsevast 10...20 cm optimaalsest kruusasegust ja seega näitab BDI juba teekatendi all oleva materjali olukorda.

Tabel 2. BDI soovituslikud piirväärtused koos iseloomustusega

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

2.3.17 Kui teekattes esinevad võrkpraod, siis tihe ruudustik (suhteliselt väikesemõõdulised plokid) viitab, et probleem on vahetult pindamiskihi all (ehk FWD mõõtmistega saadakse kõrge SCI väärtus) ja suuremamõõduline ruudustik viitab, et teekatendi üldine kandevõime ei ole piisav (ehk FWD mõõtmistega saadakse kõrged BDI või ka BCI näitajad). Viimasel juhul on püsivate deformatsioonide põhjus sügavamal (joonis 3).



Joonis 3. Kui BCI väärtus on kõrge, nähtuvad teekattes laiad roopad

2.3.18 BCI väärtuse võib sarnaselt SCIga jagada kaheks – vaadelda võib piirkonda 900...1200 mm või 1200...1500 mm, kuid kruusateede puhul saab kasulikumat infot esimesest. Soovituslikud piirväärtused on esitatud tabelis 3.

Tabel 3. BCI 1200 ja BCI 1500 soovituslikud piirväärtused koos iseloomustusega

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

2.3.19 SCI ja BDI väärtused iseloomustavad reeglina kruusatee omadusi ja käitumist paremini, kui BCI, kuid esineb ka olukordi, kui vaid BCI väärtus on märkimisväärselt kõrge ja kandevõime on alla 130 MPa – sellises olukorras vajub teekatend koormuse all tervikuna ja tekib joonisel 2 kujutatud olukord. Kui BCI 1200 ületab väärtuse 200, on tee all tõenäoliselt turvas või muu väga nõrk pinnas (turbapiirkondades võib BCI väärtus ületada 500).

2.3.20 Vajumikausi analüüs on oluline seetõttu, et kevadel võib esineda kahte sorti – kas pealmisest (joonis 1) või sügavamal (joonis 2) olevast kihist tingitud – püsivaid

deformatsioone. Neid on oluline eristada omavahel seetõttu, et kui probleem on pealmises kihis, ei piisa reeglina vaid uue kulumiskihi ehitamisest, kuna olemasoleval materjalil ei ole piisavat nihketugevust. Reeglina on probleem halvasti toimivas drenaažis, kuid vajalik võib olla ka olemasoleva kruusa omaduste parandamine. Kui madala kandevõimega seonduvalt on kõrge eelkõige BCI väärtus, tuleb muuta teekatendit jäigemaks ja/või paksemaks.

2.4 Geotehnilised uuringud

2.4.1 Läbi tee seisukorra vaatluse ja kandevõimemõõtmiste on võimalik tuletada palju informatsiooni teekatendi ja selles sisalduvate pinnaste osas, mis annavad rohkem informatsiooni kui geotehnilised uuringud, kuid viimase abil on võimalik lihtsamini leida kõige optimaalsem tee remondilahendus. Kruusatee remondi või tolmuvaaba katte planeerimisel on kõige olulisemateks geotehnilisi uuringuid puudutavateks komponentideks kruuskatte ja selle all oleva kruusakihi (kulumiskiht ja kandev kiht) omadused, kihtide paksused ning tee niiskuserežiim.

2.4.2 Geotehniliste uuringute uuringupunktid tuleb valida eelkõige nendest kohtadest, mis on probleemsed. Uuringupunktide asukohtade valikupõhimõtte on see, et välja tuleb selgitada tee madala kandevõime ja muude nähtavate puuduste põhjus, samuti on vaja saada infot teekatendi olemusest. Kasuks tuleb teave ka nendest kohtadest, kus kõik on korras, kuna sarnane lahendus võib sobida ka probleemsetesse kohtadesse.

2.4.3 Geotehnilised uuringud tuleb teha kooskõlas Maanteeameti „Geotehniliste uuringute juhise“ tulenevate nõuetega arvestades järgmist **erisustega**:

- a. **Puurimiste samm max 500m** vahega, lisaks tuleb puuraugud teha nõrkadesse, lagunenenud ja külmakerkelistesse kohtadesse;
- b. uuringupunkti sügavus min 2m, kuid kui esineb turvast, tuleb määrata selle kogupaksus;
- c. turbaalast tuleb määrata min 1 turbaproovi veesisaldus. Teades turbakihi paksust ja veesisaldust on võimalik vajadusel teha vajumiarvutused. Turba kohta võidakse vajada veel täiendavat infot, kuid see vajadus tuleb määrata tee omanikul objektipõhiselt;
- d. kõik kihid peavad olema proovitatud ja katselaboris katsetatud. Minimaalselt tuleb võtta 2 pinnaseproov/km laboratoorseteks katsetusteks (terastikulise koostise, plastuse määramiseks);
- e. lisaks tuleb 1 kilomeetri kohta võtta vähemalt 1 kattekihi terakoostise proov, millest määratakse täislõimis (saviosakesteni välja), mida saab võrrelda optimaalsele kruusasegule esitatud nõuetega;
- f. filtratsioonimooduli mõõtmisi ei ole vaja teostada;
- g. uuringutulemusi ei pea esitama *.ags failiformaadis kui koostatakse tehniline kirjeldus (kui CAD's projekti ei koostata).

2.4.4 Siirde- ja ka kergkatendite puhul on tavaline, et katendi all on õhuke mullakiht (tavapäraselt 30...50 cm, kuid võib esineda ka paksema kihina, joonis 4). Kuna mullakihi eemaldamine ei ole reeglina eelarveliste piirangute tõttu võimalik, tuleb katendilahenduse koostamisel arvestada selle omadustega. Teede all esinev „muld“ on Eestis tavaliselt madala

või keskmise orgaanikasisaldusega möllpinnas või sellesarnane ja seega tuleb seda geotehnilise uuringu aruandes ka kajastada ning anda pinnasele, sõltuvalt selle lõimisest, niiskustundliku pinnase liigi tähis (Tm_A...D).

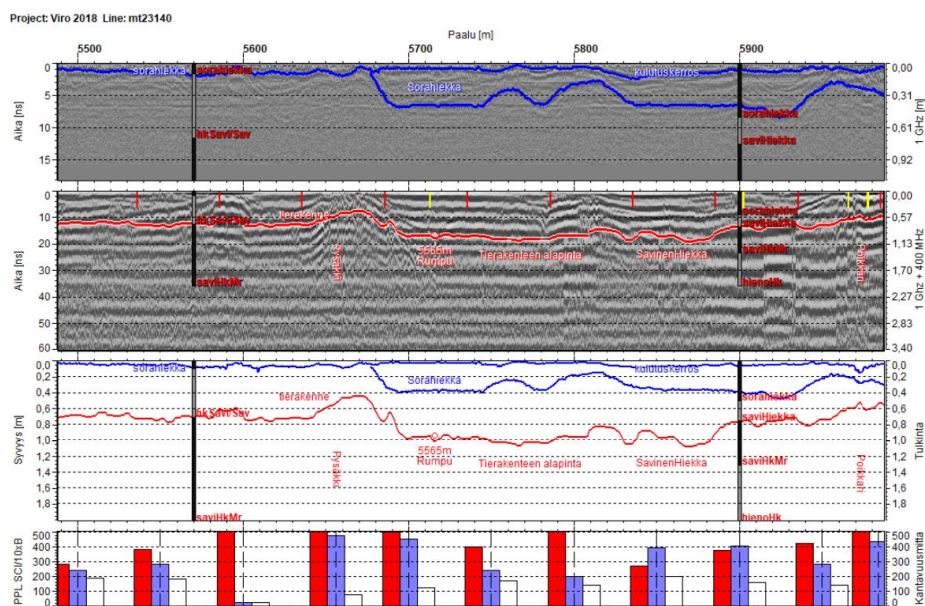


Joonis 4. Katte alt väljakaevatud külmakerget põhjustav pinnas

2.4.5 Lisaks turbale võib esineda ka muud nõrka pinnast, kuid selle olemasolu muutub oluliseks siis, kui teed on vaja mulde alt laiendada või plaanikõveraaid õgvendada ning sellisel juhul tuleb neil lõikudel lähtuda Maanteeameti peadirektori poolt kinnitatud „Geotehniliste uuringute juhise“ põhiprojekti nõuetest.

2.5. Maaradariuuringud

2.5.1 Maaradari kasutamine võimaldab katkematut pilti katendikihtide paigutuse ja kihipaksuste osas (joonis 5).



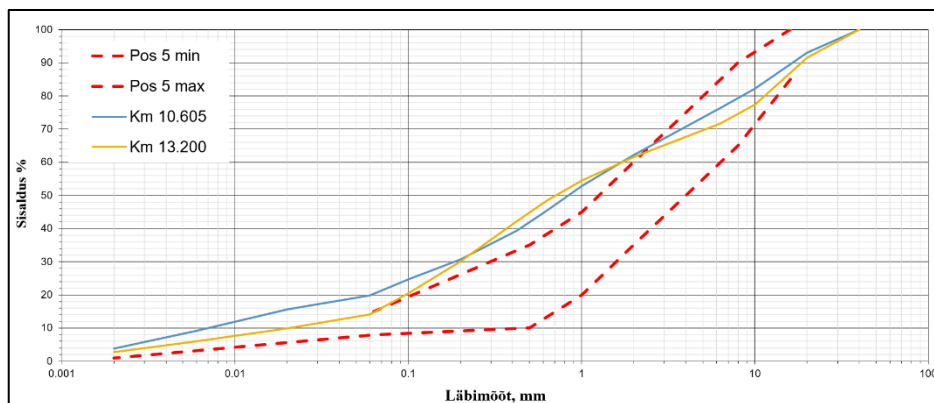
Joonis 5 Maaradari pidevmõõtmine koos geotehniliste uuringute, kihipaksuste ja kandevõimega.

- 2.5.2 **Maaradari kasutamisel tuleb kasutada 2 antenni** – üks sagedusega alates 1000 MHz, mis ulatub kuni ca 1 m sügavuseni (mida suurem antenni sagedus, seda kõrgema resolutsiooniga määratakse ülemiste kihtide paksused, kuid seeläbi väheneb ka mõõtesügavus), millega vaadelda ülemisi kihte ja teine, mis sobitub sügavamate kihtide fikseerimiseks, sagedusega vahemikus 400...600 MHz (ulatub sügavuseni ca 3...3,5 m).
- 2.5.3 Mõõtmisagedus peab olema vähemalt 10 mõõtmist/m.
- 2.5.4 Maaradariprofiil tuleb siduda täpselt asukohaga, et seda saaks vaadelda paralleelselt FWD mõõtepunktidega. Seega tuleb kandevõimemõõtmine ja maaradariga ülesõitu alustada samast punktist.
- 2.5.5 Maaradarimõõtmisi ei või teostada vihmase ilmaga ja mõõdetava katte pind peab olema kuiv. Seega ei saa reeglina maaradari mõõdistusi ja kevadist FWD mõõtmist teha samaaegselt. Maaradari puhul peab arvestama ka sellega, et teekatendi kõrge niiskussisaldus ja teekatte soolasisaldus hägustavad pilti, mistõttu peab mõõtmise ära tegema enne tolmutõrje tegemist, kuid ajal, kui teekatendid on tahenenud.
- 2.5.6 Maaradari andmetele tuleb kanda puuraukude tulbad ning nende järgi kõik kihid pidevalt eristada leidmaks nõrgemaid kohti (joonis 5).

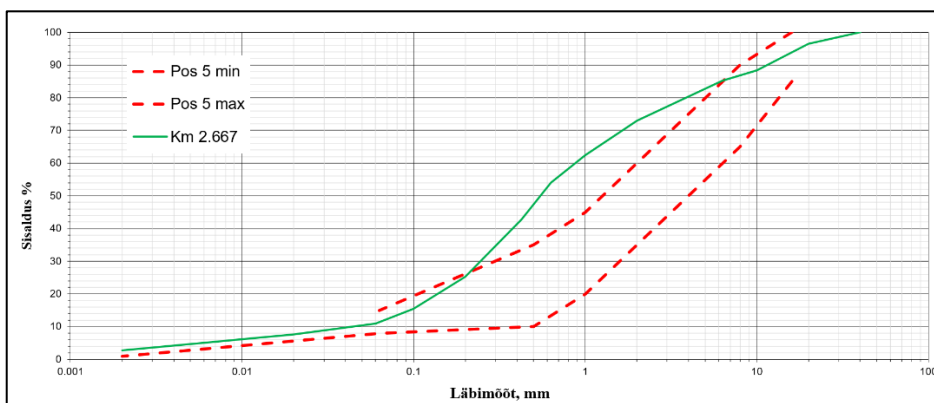
3. ANDMEANALÜÜS JA KATENDI LAHENDUSED

- 3.1 Tulenevalt uuringutest ja nende põhjal tehtud andmeanalüüsist valitakse teele sobilikud teehoiutööd, milleks võib olla drenaaži parandamine, kandevõime tõstmine, külmakerkeliste kohtade likvideerimine, kulumiskihi uuendamine ja muud tegevused, mille abil parandada tee seisukorda või valmistada see ette katte remondiks või tolmuva katte ehituseks.
- 3.2 Katendi planeerimisel tuleb kindlaks teha, millest on põhjustatud teekatendi madal kandevõime ja kuidas liigub vesi. On väga suur erinevus, kas probleemid on tingitud sellest, et pinnavete liikumised on ebaefektiivsed (nt tee ääres on servavall, ei ole kraavi jne) või tõuseb vesi kapillaartõusuga altpoolt üles ja väljub läbi teekatte.
- 3.3 Arvesse tuleb võtta, et kui teelõik asetseb soo- või rabamuldade levikualal, on reeglina probleemiks üleniiskunud teekatend, kus vesi liigub läbi kapillaartõusu alt üles jäädes külmakerkeliste pinnaste olemasolul tolmuva katte alla pidama tekitades ohu teekatte kiirenenud purunemiseks. Sarnased probleemid on ka muude alaliselt liigniiskete muldade levikualadel, näiteks leostunud gleimulla (Go) esinemise korral.
- 3.4 Liigniisketes piirkondades on looduslikku veerežiimi võimalik mõjutada vaid väga mahukate kuivendustöödega, mis väljuvad tee maa-alalt ja mistõttu seda madala liiklussagedusega teede puhul pigem ei tehta. Seega tuleb kindlasti kaaluda drenikihi paigaldamist, muutes niiskustundliku materjali terakoostist, lisades jämetäitematerjali ja vähendades seeläbi peenosiste protsentsiaalset osakaalu, parandades teekatendi omadusi, kasutades sideainega stabiliseerimist, geosüntete või asendades niiskustundlik pinnas kvaliteetsemaga.

- 3.5 Arvesse tuleb võtta, et üheks laialt levinuks mullaks Eestis on kahkjast leetunud muld (LP), mis tulenevalt kahekihilisusest, kannatab pinnaveest tingitud lühiajalise liigniiskuse all. Kui taolise mulla levikualal paikneva tee ääres ei ole kraave või on need kinni kasvanud, siis väljendub see läbi kruusatee madala kandevõime ja halva seisukorra. Kraavide kaevamine ja puhastamine võib avaldada sellistes piirkondades nii suurt mõju, et katendi tugevdamine kruusakihtide lisamise näol ei pruugi olla vajalik isegi mitte algselt väga madala kandevõime puhul.
- 3.6 Tavapärane viis katendiarvutuseks on võtta aluseks ehitusgeoloogilises uuringus esitatud pinnased, vastavalt Maanteeameti peadirektori pool kinnitatud „Elastsete teekatendite projekteerimise juhendile“, kuid kandevõimemõõtmised, kruusateede seisukord ja pinnaseuuringud on võimaldanud järeldada, et seeläbi tihti kas ala- või ülehinnatakse teekatendite seisukorda, mis viib omakorda kas ala- või üledimensioonitud lahendusteni. Katendiarvutuse tegemisel tuleb sobilike pinnaste valikul lähtuda esmajärjekorras kandevõimemõõtmise tulemustest ja mõõdetud olemasolevate katendikihtide paksusest.
- 3.7 Tüüplahenduseks võib pidada seda, et katendiarvutusprogrammis KAP sisalduvaid kruusa- või killustikusegusid (täpsemalt pinnaseid F ja G) saab kasutada aluspinnasena. Tavapärasel viisil võetakse geotehnilisest aruandest ristlõige ning leitakse seeläbi katendi arvutuslik kandevõime, kuid see ei pruugi vastata tee tegelikule seisukorrale. Ristlõigetel olev kruus võib olla tegelikkuses väga erineva elastsusmooduliga sõltuvalt niiskustingimustest. Tagasiarvutamisel on leitud, et märja kruusasegu elastsusmooduliks võib arvestada ca 65 MPa ja niiske materjali puhul ca 90 MPa, kuigi iga objekti tuleks siiski käsitleda individuaalselt. Killustikusegudest ehk pinnastest F ja G halvema või ka parema kandevõime korral tuleb püüda leida mõõdetule kõige lähedasemat olukorda läbi teiste katendiarvutusprogrammis sisalduvate pinnaste, näiteks kasutades tolmlüüsi või kerge savilüüsi parameetreid erinevates niiskustingimustes. Sobilike näitajatega pinnase leidmisel on abiks FWD mõõtetulemustest valemiga 2 tehtav tagasiarvutus.
- 3.8 SCI ja BDI kõrgete väärtuste (halbade) korral on reeglina tegemist külmakartlike materjalide olemasoluga, mis on samaaegselt ka üleniiskunud ja mis põhjustavad raskeliikluse all püsivaid deformatsioone. Materjali deformatsioonikindlus sõltub eelkõige selle terastikulisest koostisest (aga ka veesisaldusest ja peenosiste kvaliteedist).
- 3.9 Terakoostise analüüsi aluseks tuleb võtta EVS-EN 13285 ning majandus- ja taristuministri määruse „Tee ehitamise kvaliteedi nõuded“. Viimase kohaselt peab kruusatee ülemises kihis olema vähemalt 12 cm paksuselt Tee ehitamise kvaliteedi nõuded, Lisa 10 pos. 5 või 6 vastav kruus.
- 3.10 Aja jooksul võib terastikuline koostis olla muutunud nõuetele mittevastavaks – näiteks on peenosiseid liiga palju (joonis 6) või on sõelkõverasse sisse tekkinud „liivapadi“ (joonis 7). Mõlemal juhul on kõrgendatud oht, et teekattesse tekivad kergesti sisse püsivad deformatsioonid. Alati ei ole piisav ka see, kui paigaldatakse uus 12 cm paksune optimaalsest kruusasegust kiht, kuna püsivad deformatsioonid ilmnevad uuesti tulenevalt selle alla jäänud kihist ja kokkuvõtteks on tehtud töödest vähe kasu.



Joonis 6. Kulumiskihi materjal on väljunud vajalikust sõelkõverast sisaldades üheltpoolt liialt peenosiseid ja olles teiselt poolt liivane



Joonis 7. Kulumiskihi materjal on liiga liivane

3.11 Kui teekatendi kandevõime on hea ega vaja tugevdamist ning nii FWD kui geotehniliste uuringute andmed näitavad, et probleem näiteks aukude, treppis teekatte või roobastega lähtuvad kulumiskihis kasutatud kruusast, siis piisab, kui muuta selle sõelkõverat lisades sinna vajalikke fraktsioone. Kui peenosiseid pole piisavalt, tuleb lisada neid, kui materjal on liiga peeneteraline ja liivane, tuleb lisada jämedamaid fraktsioone. Üldiselt tuleb järgida põhimõtet, et uus segu oleks optimaalse terastikulise koostisega.

3.12 Valemi 3 abil saab arvestada, kui palju ja mis fraktsiooni tuleb lisada olemasolevale materjalile, et muuta selle terastikuline koostis sobilikuks. Lihtsaim viis ülesande lahendamiseks on graafilisel kujul, mille abil saab leida vajaminevate fraktsioonide hulga.

$$(A * \% \text{ segus} / 100) + (B * \% \text{ segus} / 100)$$

Valem 3

kus

A – olemasoleva materjali fraktsiooni sisaldus, %;

B – juurdelisatava materjali fraktsiooni sisaldus, %;

% segus – mitu protsenti olemasolevat või juurdelisatavat materjali uus segu sisaldab.

3.13 Kuivendusolukorra parandamine avaldab reeglina väga suurt mõju. Selle all mõeldakse olemasolevate kraavide ja truupide puhastamist tagamaks liigvee takistuseta äravool või uute kraavide kaevamist, truupide korrastamist ja uute paigaldamist. Kui tee on maapinnaga praktiliselt samal tasemel ning kui ümbruskond kannatab pinnaveest tingitud lühiajalise

liigniiskuse all, võib kraavide kaevamise järgselt tõusta kandevõime ca 100% (nt keskmine kandevõime tõuseb 45 MPa-lt 90 MPa-ni).

3.14 Arvesse tuleb võtta, et kui remonditud ja tolmuva kätte alla viidud teed on võimalik kasutada otseena, on oodata suurenevat liiklussagedust ja olenevalt liikluskoosseisust ka – koormust, mistõttu võib E_{vaj} kujuneda märgatavalt kõrgemaks kui E_{min} .

3.15 Võimaluse korral peaks probleemsele kruusateele tegema remondi kahes etapis:

- a. esiteks kuivenduse parandamine, mis hõlmab kraavide kaevamist/puhastamist koos servavalli eemaldamise ja teekatte profileerimisega, truupide vahetamist/puhastamist ja vajadusel uute truupide paigaldamist. Lisaks tuleb jälgida, et liigvesi saaks tee maa-alalt ära voolata.
- b. järgmise aasta kevadel teha tee vaatlus ja kandevõimemõõtmised ning vajadusel tugevdada katendit nõrgemates kohtades, enne lõpliku kergkatte ehitamist.

3.16 Kraavide puhul tuleks lähtuda sellest, et kraavi põhi oleks 30 cm madalamal, kui teekatendi alumine kiht. Alati ei ole see siiski võimalik või esimeses niiskuspaikkonnas ka otstarbekas, kus piisaks madalamatest kraavidest (nõvadest).

3.17 Suurem osa kruusateede katenditest koosnevad tugevalt niiskustundlikust (tolmest) kruusliivast, mis ei erine kuigivõrd kulumiskihis kasutatavast optimaalsest kruusasegust. Seega on looduslikult püsivalt liigniiskete alade puhul kraavide kaevamisel oodatust väiksem mõju, kuna teekatend on püsivalt märg seoses altpoolt läbi kapillaartõusu üles tõusva veega.

3.18 Pinnasevee kõrge taseme tõttu teekatendi madala kandevõime tõstmise võimalusteks on:

- a. esmajärjekorras kaaluda muldkeha kõrgemale tõstmise võimalust;
- b. korrigeerida olemasoleva kruuspinnase terakoostist nii, et peenosiste protsentuaalne osakaal jääks alla 10%, mis on sobilikuks meetmeks juhul, kui kruusakihi paksus on piisav (minimaalselt 30 cm);
- c. kasutada sideaineid parandamaks kruusakihi kvaliteeti (kõige levinumad on hüdraulilised sideained, sh põlevkivituhk, aga ka bituumen), kuid nende mõju uurimiseks on vaja läbi viia laborikatsetused (kui nõutud lepingus). Suurematel objektidel võib külmakartlikkust hinnata TS-testiga (ing. *tube suction*).
- d. ehitada uus, drenivat kihti sisaldav katend;
- e. geosünteedide kasutamine.

3.19 Materjalide vajaduse üle tuleb otsustada katendiarvutuse põhjal, et vältida nõrga kandevõimega piirkondades ebapiisava tugevustega lahenduste kasutamist. Üheks peamiseks veaks, mida kruusateede remondil tehakse, on nõrga kandevõimega piirkondades ebapiisava tugevusega lahenduste kasutamine, teisisõnu on paigaldatavad kihipaksused liiga õhukesed.

- 3.20 Tehniliselt põhjendatud juhtudel võib aluse all kasutada geovõrku (nn konstruktsiooni, tugevdamine või armeerimine), mis kompenseerib puudujääke katendiarvutuse nihkepingetes ja võimaldab suurendada arvutuslikku kandevõimet kuni 30%. Tugevalt külmakerkelistes kohtades tuleks külmakerkeline pinnas min 0,5 m välja kaevata või paigaldada peale koos geovõrguga minimaalselt 30 cm paksune uus katendikiht.
- 3.21 Geovõrke on soovituslik kasutada eelkõige liigniisketes piirkondades, kus kogu olemasolev teekatend on alt üles tuleva vee tõttu väga madala kandevõimega ja/või külmakerkelistes kohtades. Geotekstiile on soovituslik kasutada siis, kui on oht et konstruktsioonikihid segunevad omavahel.
- 3.22 Kui olemasoleva teekatte ebapiisava laiuse tõttu ei ole võimalik uute katendikihtide paigaldamine, peaks ette nägema kas niiskustundliku kruusa väljavahetamise, sideainega stabiliseerimise või kruusa terakoostise korrigeerimise. Viimased kaks on kasulikud ka põhjusel, et võimaldavad vähendada juurde veetavate materjalide hulka. Stabiliseeritud kihi minimaalne paksus on 20 cm, mille peale tuleb teekate. Terakoostise muutmist tuleb kaaluda ka liivastes lõikudes, kus teekatendil ei ole piisavat deformatsioonikindlust.
- 3.23 Enne uute katendikihtide (sh kulumiskihi uuendamise korral) paigaldamist tuleb olemasolev kruuskate profileerida nii, et lõikamissügavus oleks minimaalselt aukude põhjani. Soovituslikult (kui suuri munakive ei ole kattes vms) tuleks greideriga teha süvahööveldamine lõikamissügavusega 10 cm, mis võimaldab muuta teekatet homogeensemaks. Peale rajatava katendi alumine pind peab jääma kraavi servast kraavi servani või tee peenrast tee peenrani ühtlaseks ning seda ei tohi ehitada künasse. Kui olemasoleva kruusa terakoostist muudetakse lisades sellele uut materjali, ei ole teekatte eelnev hööveldamine vajalik.
- 3.24 Tolmuvabade katete ehitusel on soovitatav eelisjärjekorras ära kasutada muudelt objektidelt üle jäävat asfaldipuru (MSE või pinnatud asfaldipurust katte ehitamiseks).
- 3.25 Ehitustehnoloogiate valikuvõimalused on toodud allpool (tabel 4).

Tabel 4 Siirde ja kergkatete ehitamise tehnoloogia soovituslik valik

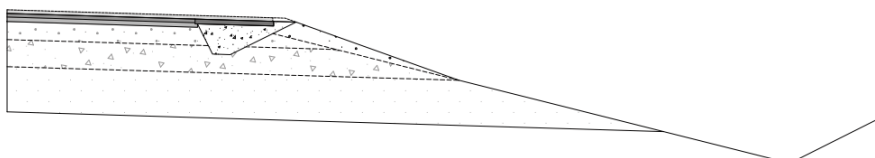
Katte tüüp	Valikukriteeriumid		
	Liiklussagedus AKÖL20 kuni autot/ööpäevas	Raskeliikluse osakaal	Märkus
SIIRDEKATTED: Kruusatee pindamine			
Eelpuistega ühekordne pindamine. 1,5x V	100	kuni 1%	Tuleb üle pinnata 1-2 aasta jooksul.
Kahekordne pindamine 2x	150	kuni 2%	Eelised pindamise vastupidavus, eluiga on eelmisest suurem.
Eelpuistega kahekordne pindamine 2 x E	300	kuni 2%	Annab tugevama lahenduse kui eelnevad
Ridakillustikuga pindamine OTTA	300	kuni 2%	Teedel, kus libedusetõrjeks kasutatakse kloriide paekillustikku kasutada ei tohi.
Sändviit pindamine (1 x S)	300	kuni 2%	Tuleb üle pinnata 1-2 aasta jooksul.
Klaaskiu lisandiga pindamine 1,5 x F	500	kuni 2%	Kallis lahendus.
Freespurust ja immutusmeetodil katete ehitamine			
Puhtast freespurust katete ehitamine	300	Puudub	Projektis tuleb ette näha vahetult ehitamise järel ülepindamine, et vältida aukude teket ja „treppi“ sõitmist.
Immutatud kate ja aluse ehitamine 2 kuni 4 cm paksuselt	300	kuni 2%	Tuleb 1a jooksul üle pinnata.
Immutatud kate ja aluse ehitamine 4 kuni 6 cm paksuselt	500	kuni 5%	Tuleb 1a jooksul üle pinnata.
KER GKATTED:			
Stabiliseeritud kate	800	kuni 5%	Projektis tuleb ette näha vahetult ehitamise järel üle pindamine, et vältida aukude teket ja „treppi“ sõitmist.
Mustsegust kate (MSE)	1500	kuni 10%	Tuleb 1a jooksul üle pinnata.
ACsurf B160/220	1500	kuni 10%	Vedelama bit, arvutuslikult kergkate (vt Lisa 3).

Märkus: Pindamise liigid tuleb valida vastavalt Pindamisjuhise tabel 3 tehnoloogiatele (projekteerija peab andma lahenduse lähtudes konkreetsest teelõigust). Muud katte liigid tuleb ehitada Maanteeameti kehtivate juhendite järgselt.

- 3.26 Võimalusel tuleks eelistada alati teekonstruktsiooni tõstmist nõrgast pinnasest ja pinnasveest kõrgemale.
- 3.27 Pinnase stabiliseerimist ja jämeda kivimaterjali sisse segamist ning geovõrke tuleks kasutada peamiselt juhul, kui teepinna tõstmine on raskendatud (kitsas mulle vms).
- 3.28 Eristavat geosünteti tuleb kasutada kehtiva Elastsete katendiarvtuste juhendi Lisa L2T3 märkuste kohaselt ning mujal kus see on põhjendatud.
- 3.29 Kui tee remonti ei ole rahaliste vahendite puudumisel võimalik teha mahus, mida teekatendi tegelik olukord nõuaks, ei ole tolmuva kate paigaldamine lubatud. Kui rahalised ressursid on piiratud, on kõige mõistlikumaks viisiks tee seisukorra parandamisel kulumiskihi terakoostise uuendamine ja homogeniseerimine koos kuivendusolukorra parandamisega tagades vajalikud põikkalded, eemaldades servavallid, puhastades kraavid ja truubid. Need tegevused võivad parandada tee olukorda niivõrd, et katendi tugevdamist enam ei vajatagi või tuleb seda teha vaid lühikestes lõikudes.
- 3.30 Pindamistega siirdekatteid ei ole soovitatav kasutada teelõikudel, kus on Tee projekteerimise normide erandlikest raadiustest väiksemad plaaniraadiused. Neil lõikudel tuleb kaaluda lisaks muude tehnoloogiate kasutamist.
- 3.31 Siirdekatendiga tee ehitamise korral tuleb suurema intensiivsusega ristmike aladel kaaluda püsikatte rajamist.
- 3.32 Tolmuva kate rajamisel pindamisega tuleb arvestada vajadusega kate defektide likvideerimiseks 1-2 aasta jooksul ning korduspindamise vajadusega 1-2 aasta jooksul.

4. TEEDE LAIENDAMINE

- 4.1 Käesoleva juhendi alusel tehtavate uuringute põhjal väljatöötatud katendite abil võib teed laiendada vaid juhul, kui muldkeha on juba piisavalt lai, võimaldamaks ehitada soovitud laiusuga teekatte (juhul kui $<0,75\text{m}^1$ on laiendus mulde pealt vajalik, vt joonis 8). Sellisel juhul tuleb määrata teekatendi ja selle kihtide kogupaksus ja materjalid kõige teeservapoolsema sõidujälje kohas ning konstruktsioonikihtide paigutamine teepeenral ja aluskonstruktsioonide laius.



Joonis 8. Vähene laiendamine nõlva järsemaks muutmise teel laotades teehöövliga praeguse teekihi materjale nõlvale. Küna täidetakse aluskihi materjalidega ja samas

¹ Tierakenteen suunnittelu 2018

tihendatakse ka nõlvale laotatud materjal. Vajaduse korral eemaldatakse nõlvalt orgaanikasisaldusega kihid.

4.2 Muldkeha põhjalikumat laiendamist käsitletakse Maanteeameti peadirektori poolt kinnitatud „Muldkeha ja drenkihi projekteerimise, ehitamise ja remondi juhise“ peatükis 8, kus on mh toodud: „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.)“. Täpsemad juhised muldkeha laiendamiseks antakse viidatud juhises.

4.3 Ka juhul, kui muldkeha vajab põhjalikumat laiendamist, saab kasutada käesoleva juhendi põhjal kogutud infot sobiliku katendilahenduse koostamiseks olemasolevale teele, teisisõnu remondilahendus tuleb koostada lähtudes olemasoleva teekatendi seisukorrast. Koostatud katend viiakse seejärel üle laiendatud muldkehale. Laiendamisel tuleb tagada, et kõik katendikihid oleksid ühtlased ja et olemasoleva tee täispaksusega konstruktsioonide vahele ei jää riba, kus konstruktsioonikihtide kogupaksus on väiksem.

5. OLEMASOLEVAD KERGGATTEGA TEED

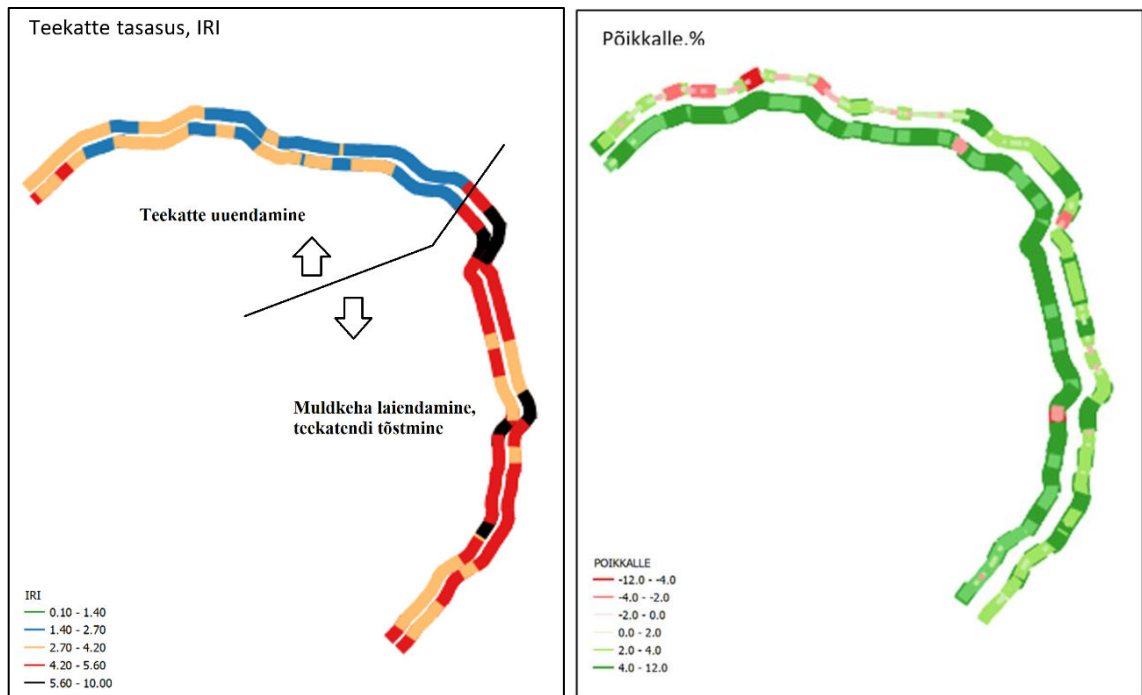
5.1 Käesolevas juhises käsitletud põhimõtted on kasutatavad ka olemasoleva kergkatte puhul v.a juhul, kui esitatud nõue kehtib ilmselgelt vaid kruuskatte korral. Kergkattega tee uuendamise lahenduse koostamiseks tehtavad uuringud ja andmete analüüs on kruuskattega teega võrreldes üldjoones samad, kuid järgnevalt loetletud erisustega.

5.2 FWD mõõteandmetest e-mooduli arvutamine peab toimuma vastavalt „Riigiteede pealiskatete vastuvõtukatsetel teostatavate teekatete omaduste mõõtmise metoodika ning mõõteseadmetele esitatavad nõuded“ peatükis 4 esitatud valemi kaudu. Vajumikausi parameetrite arvutamiseks ja hindamiseks tuleb kasutada aruandes „FWD mõõtmistulemuste alusel arvutatud parameetrite SCI, BDI ja BCI kasutamine teekatendi seisukorra hindamisel“ esitatud andmeid.

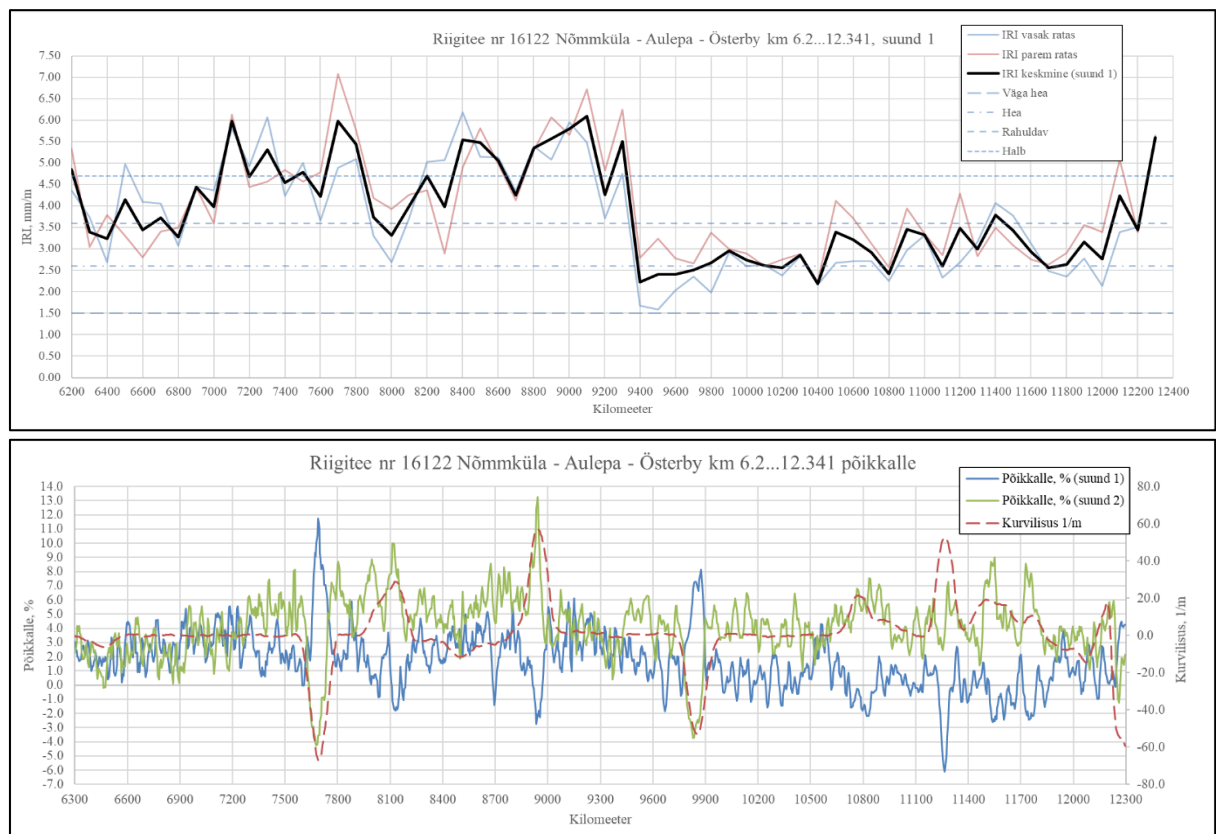
5.3 Aluse ning bituumensideainega seotud kihi paksused tuleb määrata pidevmeetodil, kasutades maaradarit.

5.4 Olenevalt remondiplaanidest ja tee seisukorrast võib olla vajadus läbi viia ka muid, detailsemaid uuringuid (nt detailsem bituumensideainega kihi omaduste uuring, nõrkasid pinnaseid puudutavad andmed, muldkeha laiendamisvõimalused jne), mille tegemise vajadus ja ulatus sõltub objektist.

5.5 Soovituslik on lisaks muudele uuringutele kasutada ka IRI ja põikkalde automaatmõõtmisi (nt seadmega Irimeter-2) kandes tulemused nii graafikule kui kaardile, mis võimaldab detailsemaid ja ülevaatlikemaid andmeid (joonised 9 ja 10).



Joonis 9. Teekatte tasasuse (mm/m) ja põikkalde (%) mõõtmistulemused kantuna teetrassile.



Joonis 10. Teekatte tasasuse (mm/m) ja põikkalde (%) mõõtmistulemused kantuna graafikule.

5.6 Teekatendi uuendamise lahendus sõltub otseselt selle seisukorrast, peamiselt olemasolevate materjalide omadustest, külmakerkehajustuste olemasolust, kevadisest kandevõimest, esinevate defektide iseloomust, tee tasasusest ning põikkaldeist ja tee laiendamise

vajadusest. Remondiks kasutatav katendilahendus tuleb arvutada kasutades kehtivat katendiarvutusprogrammi KAP.

5.7 Väheste liiklussagedusega teede uuendamisel tuleb esmajärjekorras ära kasutada juba teel olemasolevad materjalid, leides võimaluse nende väärindamiseks ja taaskasutamiseks. Teises järjekorras tuleb arvestada kohalikest karjäärdest leiduvaga ning alles viimases järjekorras kaugemalt toodava materjaliga.

5.8 Kohalike materjalide heaks kasutamisevõimaluseks on erinevad teel segamise tehnoloogiad, kus olemasolevad materjalid segatakse kas omavahel (tugevalt amortiseerunud kate segatakse kokku olemasoleva alusega), uue täitematerjali (terakoostise muutmine) ja/või sideainega (hüdrauliline ja/või orgaaniline), mille tulemusel moodustatud kihti kasutatakse aluskihina, mis kaetakse kas pindamise või kergasfaltbetooniga.

5.9 Kandevõimeprobleemide korral tasub kaaluda ka muldkehas asuva pinnase omaduste parandamist sideainete ja/või mehaanilise stabiliseerimisega. Näiteks savise ja üleniiskunud pinnase segamine lubjaga, tolmlüüva segamine hüdraulilise sideainega vmt, mille peale paigaldada alus, kus on ära kasutatud vana kergkate (nt PS või BS), mis kaetakse kas pindamise või kergasfaltbetooniga.

LISA 1. KRUUSATEE (SIIRDEKATTE) NÄIDISLAHENDUS

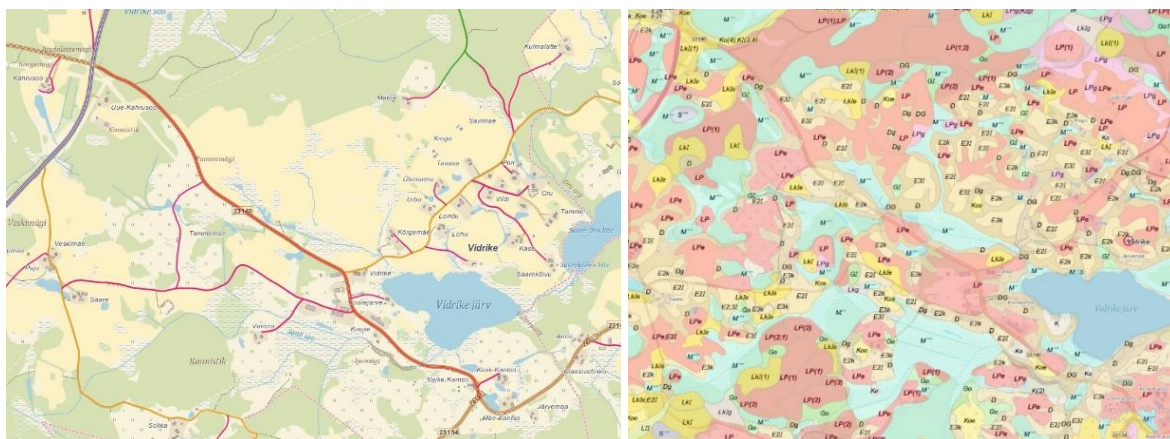
23140 Sihva – Vidrike – Kärgula - Järvere km 3,988...6,561 (2,573km)

Tee seisukorra hindamiseks ja sobiliku remondimeetme valikuks koguti järgnevat infot:

- kevadine 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);
- ehitusgeoloogilised uuringud kohtades, mis on valitud vastavalt objekti visuaalsele vaatlusele ja FWD tulemuste analüüsile.

1. Objekti asukoht

Objekti asukoht on näidatud joonisel 1 ja selle paiknemine Maa-ameti mullastiku kaardil joonisel 2.



Joonised 1 ja 2. Riigitee nr 23140 Sihva – Vidrike – Kärula - Järvere km 3,988...6,561 asukoht (Teeregister) ja seda ümbritsevad mullastiku tingimused

Mullastiku kaardilt nähtub, et tee asetseb valdavalt kahkja leetunud mulla (LP) levikualal. Tegemist on karbonaadiavaesel kaheosalisel lähtekivimil kujunenud muldadega, millel kihisemine mullaprofiilis enamasti puudub. Lõimiseks on valdavalt saviliiv liivsavil, kerge liivsavi keskmisel ja raskel liivsavil ja harvem raske liivsavi savil (kahekihiline lähtekivim). Tulenevalt mulla kahekihilisusest, kannatavad nad ülaveest tingitud lühiajalise liigniiskuse all.

2. Tee üldiseloomustus Teeregistri põhjal

Teeregistri alusel on antud maanteele omistatud V klass. Kruusatee seisukorra tase on km 3,988...6,561 „tase 4“.

Liiklussagedus 2017: 210 AKÖL (sõiduautod ja pakiautod 94%, veoautod ja autobussid 3%, autorongid 13%, arvuliselt vastavalt 199, 5 ja 6 a/ööp). Lõigu $E_{vaj} = 146 \text{ MPa}$ [veoautode ja autobusside siirdetegur on 2.67 ja autorongidel 3.76 ning tee rajategur on 0.55, seega $Q = (5 \cdot 2.67 + 6 \cdot 3.76) \cdot 0.55 = 19,8 \text{ V}_1/\text{ööp}$]. Perspektiivne E_{vaj} 150 MPa.

Teeregistri andmetel on alus ehitatud kruusast aastal 1984. 2012. aastal paigaldati antud lõigule purustatud kruusliivast 12 cm paksune kiht.

Objektile tehtud mõõtmiste alusel varieerub teekatte laius vahemikus 6.9...8.2 m.

Truupide asukohad ja seisukord on esitatud tabelis 1.

Tabel 1. Objektile olevad truupid

Asukoht	Avade arv	Ehitusaasta	Truubi pikkus	Päiste olemasolu	Ava 1 läbimõõt	Seisukord	Truubi materjal
3990	1	2011	12,0	päiseid ei ole	0,4	väga hea	plast
4170	1	2003	14,0	päiseid ei ole	0,4	väga hea	plast
4496	1	2003	14,0	päiseid ei ole	0,4	väga hea	plast
5140	1	2011	12,0	päiseid ei ole	0,4	väga hea	plast
5355	1	2011	12,0	päiseid ei ole	0,4	väga hea	plast
5720	1	2011	12,0	päiseid ei ole	0,4	väga hea	plast
6201	1	2011	14,0	päiseid ei ole	1,0	väga hea	teras

Mahasõitude ja ristumiste asukohad on esitatud tabelis 2.

Tabel 2. Mahasõitude ja ristumiste asukohad ning iseloomustused

Asukoht, km		Liigitus	Laius	Mahasõidu kate	Katte ulatus	Truubi olemasolu	Kasutusots tarve	Mahasõidu nimi
4075	paremal	muu	4,0	kruus	noka pikkus 1...5m	truup puudub	muu	alajaam
4180	vasakul	muu	6,0	kruus	noka pikkus 1...5m	truup on	põllu- ja metsamajandus	
4360	paremal	muu	4,0	kruus	noka pikkus 1...5m	truup on	põllu- ja metsamajandus	
4649	vasakul	muu	6,0	kruus	noka pikkus 1...5m	truup puudub	põllu- ja metsamajandus	
4769	paremal	eratee	6,0	kruus	noka pikkus 1...5m	truup on	elukohta sissesõit	tee 6360478 Tammemäe
5306	paremal	muu	10,0	kruus	noka pikkus 1...5m	truup puudub	põllu- ja metsamajandus	
5307	vasakul	muu	6,0	kruus	noka pikkus 1...5m	truup puudub	põllu- ja metsamajandus	
5583	vasakul	kohalik tee	6,0	kruus	noka pikkus 1...5m	truup puudub	piiramata otstarbega	tee 6360601 Vidrike-Truuta
5619	vasakul	muu	10,0	kruus	noka pikkus 1...5m	truup puudub	elukohta sissesõit	
5628	paremal	muu	4,0	kruus	noka pikkus 1...5m	truup puudub	elukohta sissesõit	
5710	vasakul	eratee	4,0	kruus	noka pikkus 1...5m	truup puudub	elukohta sissesõit	tee 6360480 Koorejaama
5774	paremal	eratee	6,0	kruus	noka pikkus 1...5m	truup puudub	elukohta sissesõit	tee 6360476 Saare-Vidrike
5857	vasakul	muu	5,0	kruus	noka pikkus 1...5m	truup puudub	tegevuskoht	
5877	vasakul	muu	6,0	kruus	noka pikkus 1...5m	truup puudub	tegevuskoht	
5950	paremal	eratee	4,0	kruus	noka pikkus 1...5m	truup puudub	elukohta sissesõit	Kuuse talu
6000	vasakul	muu	6,0	kruus	noka pikkus 1...5m	truup on	põllu- ja metsamajandus	
6278	paremal	muu	6,0	kruus	noka pikkus 1...5m	truup on	põllu- ja metsamajandus	
6463	vasakul	muu	6,0	kruus	noka pikkus 1...5m	truup on	põllu- ja metsamajandus	
6511	vasakul	eratee	5,0	kruus	noka pikkus 1...5m	truup on	elukohta sissesõit	tee 6360481 Väike Kants
6526	paremal	muu	5,0	kruus	noka pikkus 1...5m	truup puudub	elukohta sissesõit	

3. Tee visuaalse vaatluse info

Tee oli kandevõime mõistes halvas keerulises seisukorras, kuna esines mitmeid kohti, kus teekattes oli nähtaval pragusid, pind õõtsus ning tee keskelt ajas koos veega välja pehmet pinnast. Tee asetseb väga vahelduval pinnareljeefil ja taoliste kohtadele tüüpiliselt ajavad nõlvad ja künkad vett välja, mis nõrgestab kandevõimet.

Tee ääres on kohati kraavid, kuid need on enamasti madalad ja täis kasvanud, mistõttu vajaksid puhastamist/süvendamist.

Sõiduautode liiklust oli vaatluse päeval suhteliselt palju.

Detailsemad vaatlusandmed:

Km 4.140 võiks panna truubi tee alt läbi ja kaevata teisele poole teed kraavi nii, et vesi saaks juhitud orgu (foto 1). Tee käitub tammina takistades vee loomulikku liikumist. Mets on teisel pool teed kärbunud.



Foto 1. Tee alguses on paremal pool metsa all väga palju vett, mida saaks juhtida teisele poole teed kasutades truupi ja parandades nii niiskuselusi

Km 4.300...4.5 on väga pehme lõik. Siit edasi kuni km 5.35 on laiguti savi väljas ehk kattekihi paksus näib olevat minimaalne või on see segunenud saviga. Kevadel on veetud teele uut kruusa, et tagada sõidetavus, kuid ka see oli vaatluse ajaks saviga segunenud. Märkuseks, et Soomes parandatakse taolised kohad nii, et maha pannakse geotekstiil ja peale 30 cm purustatud kruusa.

Km 5.14 on truup umbes ja vajab puhastamist.

Km 5.6 künkapeal savi väljas ja koht väga pehme.

Km 5.9 ja 6.1 künkapeal savi väljas ja koht väga pehme.

km 6.3...6.55 künkapeal savi väljas ja koht väga pehme.

Tee probleemseid piirkondi iseloomustavad hästi fotod 2...7.



Fotod 2...5. Tee seisukord kevadise vaatluse ajal.



Fotod 6 ja 7. Teekatte seisukord suvisel ajal.

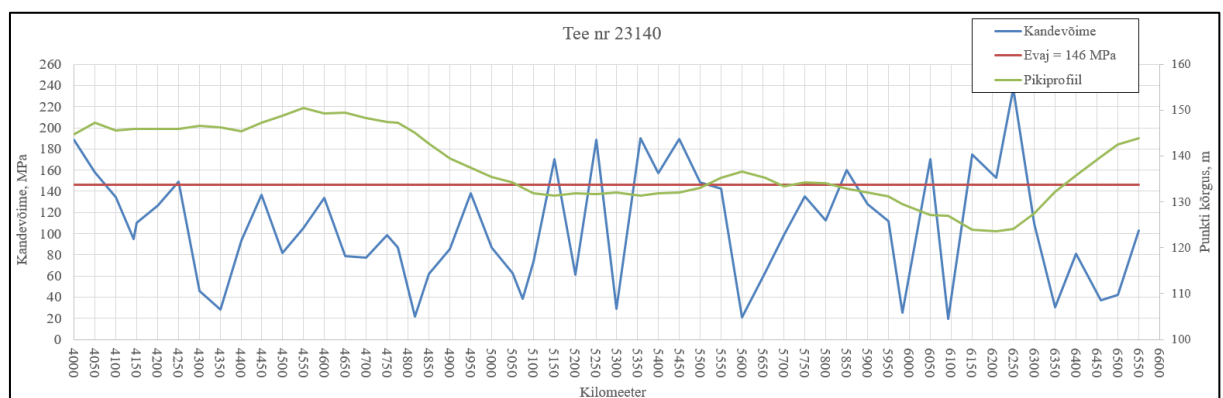
4. Kandevõime

Kandevõime mõõdeti 29.04.18, mille tulemused on näidatud joonisel 3, millelt nähtub, et kandevõime vaheldub suuresti ja nagu visuaalne vaatlus näitas, leidub mitmeid väga madala kandevõimega kohti.

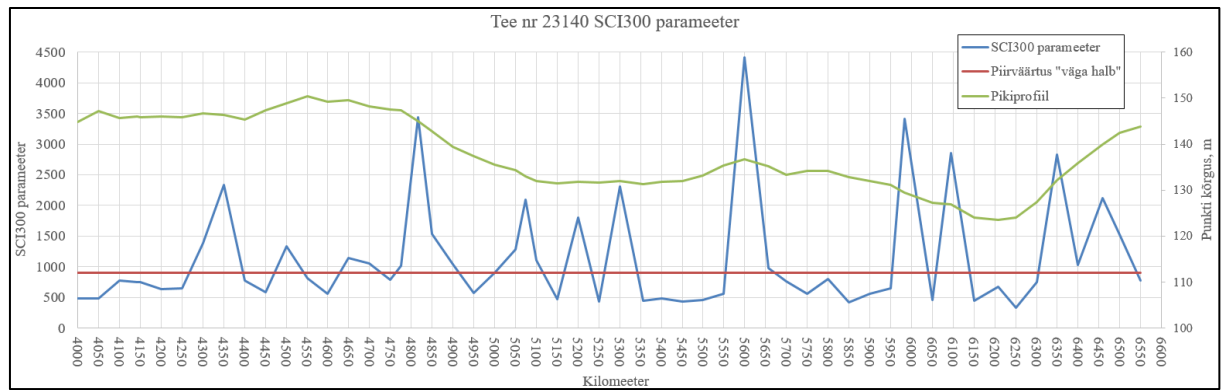
Km 3.98...4.30 keskmiseks kandevõimeks saab arvestada ca 110 Mpa, ülejäänud teel ca 60 MPa, kuid lisaks eristuvad väga kehvast seisust kohad, kus tuleb rakendada erilahendit:

- Km 4.30...4.35 (keskmise 37 Mpa);
- Km 4.80...4.85 (keskmise 42 Mpa);
- Km 5.05...5.10 (keskmise 51 Mpa);
- Km 5.20...5.25 ja 5.31...5.37 (ca 50 Mpa);
- Km 5.60...5.70 (keskmise 42.5 Mpa);
- Km 5.92...6.13 (ca 25 Mpa);
- Km 6.32...6.56 (keskmise 36.6 Mpa).

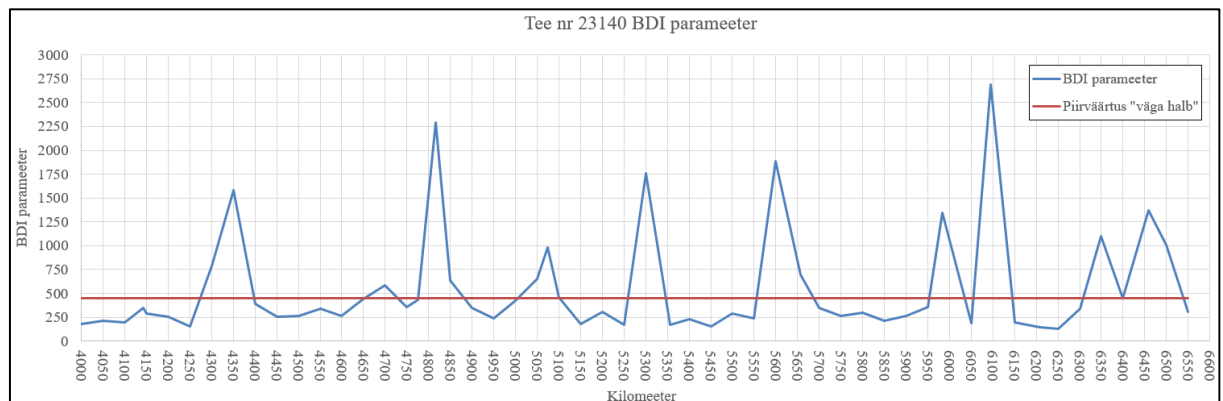
Vajumikauksi parameetrid joonistel 4...6 korreleeruvad täielikult nõrkade kandevõimepunktide kohtadega. Tõenäoliselt probleemiks on veega üleküllastunud pinnased, väga õhukesed katendikihid ja see, et teekatend ei ole dreniiv.



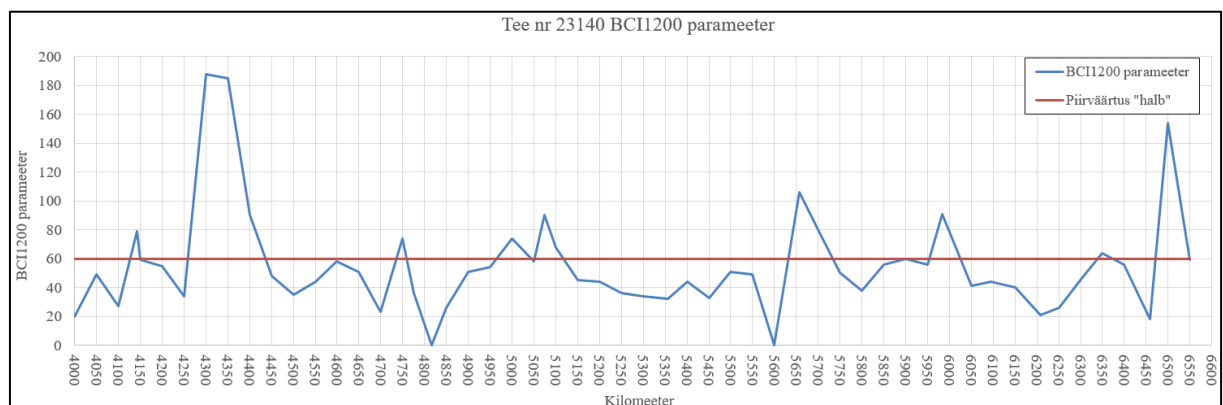
Joonis 3. Riigitee nr 23140 Sihva – Vidrike – Kärjala - Järvere km 3,988...6,561 kandevõime.



Joonis 4. Riigitee nr 23140 Sihva – Vidrike – Kärghula – Järvere km 3,988...6,561 SCI300 parameeter



Joonis 5. Riigitee nr 23140 Sihva – Vidrike – Kärghula – Järvere km 3,988...6,561 BDI parameeter



Joonis 6. Riigitee nr 23140 Sihva – Vidrike – Kärghula – Järvere km 3,988...6,561 BCI1200 parameeter

5. Ehitusgeoloogia

Täpsema pinnaseolukorra kirjeldamiseks saab kasutada ehitusgeoloogilises uuringus toodud:

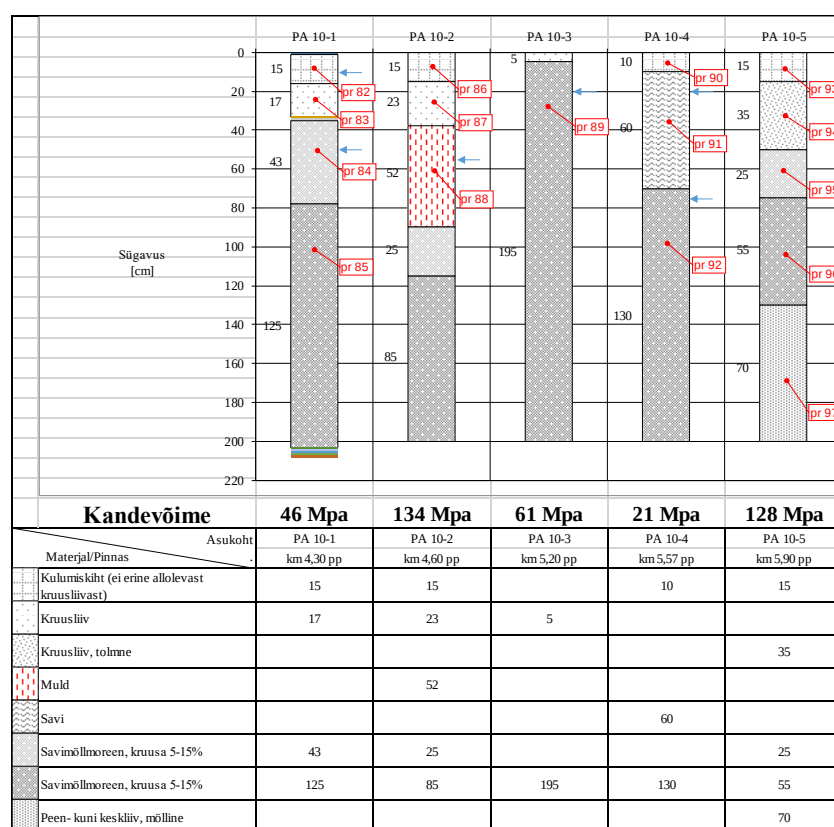
„Uuritud kruusatee paikneb Otepää kõrgustiku lõunaosas. Ala reljeef on künklik, küngaste vahel esineb siin-seal väikesi veekogusid (järvi). Uuringuala kagupoolses otsas jääb teest mõnesaja meetri kaugusele kirde poole Vidrike järv (maapinna reljeef langeb järsult kruusatee poolt Vidrike järve poole).“

„Tee konstruktsiooni põhiliseks pinnaseks on kruusliiv (tee pindmise osa, n-ö kulumiskihi, nimetused ISO järgi klassifitseerides on grSa, grsiSa, sacGr ja saGr). Ühes puuraugus (PA10-2) esines mullakiht paksusega 52 cm. Ühes puuraugus (PA10-4) esines kõva konsistentsiga savikiht (voolavuspiir $W_L = 51,0\%$, plastsuspiir $W_P = 26,7\%$, plastsusarv $I_P = 24,3$, looduslik niiskus $W_n = 16,5\%$) paksusega 60 cm. Tee aluspinnaseks on nimetatud lõigul enamasti savimöll ja savimöllmoreen (voolavuspiir $W_L = 22,6\%$, plastsuspiir $W_P = 13,6\%$, plastsusarv $I_P = 9,0$, looduslik niiskus $W_n = 8,2...12,5\%$).“

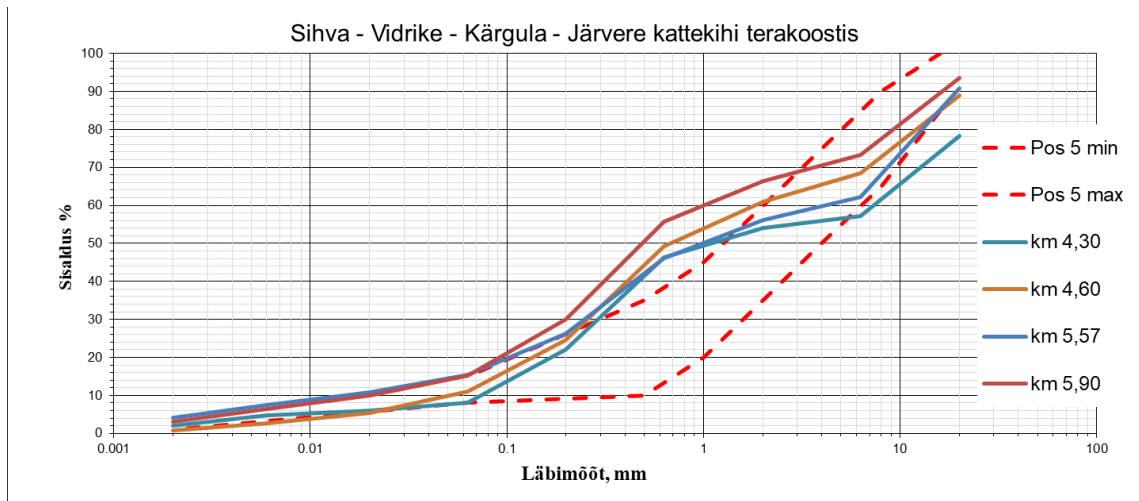
„Pinnasevett puuraukudesse ei ilmunud, reljeefi madalamates osades (PA10-3 lähistel) võib pinnasevee tase periooditi, kuid lühiajaliselt, ulatuda maapinnani. Uuringuala kagupoolses otsas reguleerib veetaset kruusateest kirde pool paiknev Vidrike järv, kuhu suunas maapinna reljeef järsult langeb.“

Puuraukude ristlõiked koos samade punktide kohalt saadud kandevõimetega on esitatud joonisel 7, mille alusel on kõige madalamate kandevõimetega kohtades katendikihtide paksuses olematud (nt PA 10-3 5 cm ja PA 10-4 10 cm). Koos sulamisvett sisaldava saviga põhjustab see eelpool näidatud väga madalate kandevõimetega kohti.

Kruuskatte terakoostised on esitatud joonisel 8, mille alusel on materjal liivane väljudes pos 5 terakoostise piiridest.



Joonis 7. Ehitusgeoloogilised ristlõiked riigiteel nr 23140 Sihva – Vidrike – Kärgula – Järvere km 3,988...6,561



Joonis 8. Riigitee nr 23140 Sihva – Vidrike – Kärgula – Järvere km 3,988...6,561 kattekihi terakoostised.

6. Analüüs ja tee jagamine homogeenseteks lõikudeks

Antud kruusatee ei ole kas korralikult välja ehitatud, probleemsetes kohtades on aja jooksul hõõveldatud kattekihid väga õhukeseks või on materjal segunenud all oleva saviga. Kuna kruusatee on keerulises seisukorras, vajab see enne tolmuva kätte paigaldamist põhjalikku remonti, mis tõstab ühe kilomeetri ehitusmaksumuse kõrgeks. Kohtades, mis ajavad vett välja, on vaja kasutada drenivaid materjale ning need eraldada alla jäävast pinnast.

Km 3.98...4.30 keskmiseks kandevõimeks saab arvestada ca 110 MPa, ülejäänud teel ca 60 MPa, kuid arvestada tuleb eelnevalt nimetatud probleemsete kohtadega.

Km 3.98...4.30 piisab, kui profileerida tee ja eemaldada tee ääres olevad servavallid, kaevata puuduvatesse kohtadesse uued kraavid ja puhastada olemasolevaid, misjärel paigaldada 6 cm pos 6, mille peale 8 cm MSE 20 (tabel 3). Lisaks tuleb tee pinnata kahekordse pindamisega (2x). 6 cm pos. 6 on vaja paigaldada selleks, et tagada olemasoleval kihil nõutud profiil ja materjali homogeensus. Terakoostise tabelist on näha, et kattekihi terakoostis väljub nõutud piiridest (joonis 8).

Jättes esialgu arvestamata kõige nõrgemad kohad, on sobilikuks katendilahenduseks ülejäänud teele tabelis 4 esitatud lahendus. Väga nõrkadeks kohtadeks, mis vajavad erilahendust, on (põhinedes kandevõimemõõtmiste ja visuaalsele vaatlusele, kilomeetrid tulenevad maadaradariga mõõtmise andmetest):

- Km 4.30...4.35 (50 m);
- Km 4.83...4.87 (40 m);
- Km 5.06...5.11 (50 m);
- Km 5.20...5.25 (50 m);
- Km 5.32...5.36 (40 m);
- Km 5.60...5.75 (150 m);
- Km 5.92...6.05 (130 m);
- Km 6.075...6.13 (55 m);
- Km 6.34...6.39 (50 m);
- Km 6.47...6.57 (100 m).

Tabel 3. Sihva – Vidrike – Kärgula – Järvere km 3.98...4.30 katendiarvutus

Koormussagedus: 22.02 normtelge õöp/rajale			Pinnas: F - kruusa- või killustikusegu E-110			Arvutusliku koormuse liik: Veoauto A				
Maantee klass: 5			Tugevustegur: 0.79	Katendi omadused ei sõltu niiskuspäikonnast			Ratta jälje läbimõõt: 37 cm			
Teekatendi liik: Kergkatend			Töökindlustegur: 0.75	Summaarne parandus suhtelisele niiskusele: 0			Erisurve kattele: 0.6 MPa			
			Normhõlbetegur 1.06				Koormus: Dünaamiline, 1,00 üksikratas			
ARVUTUSE KÄIK										
Kihi nr.	Kihi nimetus	Kihi paksus	Kihi elast-susmoodul E_{skv} arvutamiseks	Kihi elast-susmoodul arvutamiseks nihkele	Kihi elast-susmoodul arvutamiseks paindele	Arvutatud tõmbe-pinged R_{tmak}	Lubata-vad tõmbe-pinged R_{lub}	Sise-hõõrde-nurk	Nidusus	Kihtide seotistegur K_3
		cm	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	Kraad	C	
1	Seguris / teel segatud mustkate	8.0	950							
2	Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kat)	6.0	180					45.0	0.030	9.5
ALUS F - kruusa- või killustikusegu E-110			110.0					36.0	0.020	7.0
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_{av}		t_{lub}			
			Üldine elastsusmoodul			33.4%	158.05	150.00		
1	Seguris / teel segatud mustkate	8.0					158.05			
2	Optimaalse terastikuga kruusliivast kiht (kat)	6.0	Nihkepinged	0.0393	0.2928	86.6%	115.74			
	F - kruusa- või killustikusegu E-110		Nihkepinged aluspinnasel	0.0478	0.1438	66.8%			-	
	Katendi kogupaksus	14.0					Parandustegur Δ			

Tabel 4. Katendiarvutus km 4.30...6.561 (v.a väga nõrga kandevõimega piirkonnad)

Koormussagedus: 22.02 normtelge õöp/rajale			Pinnas: G - kruusa- või killustikusegu E-60			Arvutusliku koormuse liik: Veoauto A					
Maantee klass: 5			Tugevustegur: 0.79			Katendi omadused ei sõltu niiskuspäikonnast					
Teekatendi liik: Kergkatend			Töökindlustegur: 0.75			Summaarne parandus suhtelisele niiskusele: 0					
			Normhõlbetegur: 1.06			Ratta jälje läbimõõt: 37 cm					
						Erisurve kattele: 0.6 MPa					
						Koormus: Dünaamiline, 1,00 üksikratas					
ARVUTUSE KÄIK											
Kihi nr.	Kihi nimetus	Kihi paksus	Kihi elast-susmoodul E_{skv} arvutamiseks	Kihi elast-susmoodul arvutamiseks nihkele	Kihi elast-susmoodul arvutamiseks paindele	Arvutatud tõmbe-pinged R_{tmak}	Lubata-vad tõmbe-pinged R_{lub}	Sise-hõõrde-nurk	Nidusus	Kihtide seotistegur K_3	
		cm	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	Kraad	C		
1	Seguris / teel segatud mustkate	8.0	950								
2	Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]	16.0	150					43.0	0.010	8.0	
ALUS	G - kruusa- või killustikusegu E-60		60.0					31.0	0.010	6.0	
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_{av}	t_{lub}						
			Üldine elastsusmoodul			-1.1%	117.18	150.00			
1	Seguris / teel segatud mustkate	8.0					117.18				
2	Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]	16.0	Nihkepinged	0.0395	0.0822	52.0%	81.92				
	G - kruusa- või killustikusegu E-60		Nihkepinged aluspinnasel	0.0346	0.0616	44.0%			-		
	Katendi kogupaksus	24.0					Parandustegur Δ				

Väga nõrkades ja probleemsetes kohtades on kevadel veetud teele uut kruusa, et tagada sõidetavus, kuid ka see oli vaatluse ajaks segunenud all oleva saviga (foto 8). Seega ei ole taolistes kohtades õhukese kruusakihi paigaldamine piisavaks lahenduseks, kuna aja möödudes seguneb see uuesti alumises kihis paikneva savika materjaliga. Taoliste piirkondade keskmine kandevõime oli 39.2 Mpa, kuid uute katendikihtide paigaldusega paraneb ka alla jääva teeosa olukord ja arvutuslikuks kandevõimeks võib lugeda mõnevõrra suuremat väärtust – antud juhul arvestatakse kerge saviliiva parameetritega niiskuspäikonnas 2. Katendiarvutus on esitatud tabelis 5, mille kohaselt tuleb paigaldada 24 cm aluse ehitamiseks sobilikku kruusa ja 8 cm MSE segu. Kruusakihi osas eeldatakse, et see toimib vajadusel ka dreniiva kihina. Lisaks

katendi tugevdamisele tuleb kruus olemasolevast pinnasest materjalide segunemise vältimiseks geotekstiiliga eraldada. Sobilik on kasutada NGS 2. profiili geotekstiili.

Tabel 5. Nõrga kandevõimega kohtade katendiarvutus (kruusa alla tuleb paigaldada geotekstiil)

Koormussagedus: 22.02 normtelge ööp/raiale			Pinnas: A - kerge saviliiv			Arvutusliku koormuse liik: Veoauto A					
Maantee klass: 5			Tugevustegur: 0.79			Niiskuspakkond: 2, niiske					
Teekatendi liik: Kergkatend			Töökindlustegur: 0.75			Summaarne parandus suhtelisele niiskusele: -0.05					
			Normhõlbetegur 1.06			L1.T3 p1; -0,05=-0.05					
						Erisurve kattele: 0.6 MPa					
						Koormus: Dünaamiline, 1,00 üksikratas					
ARVUTUSE KÄIK											
Kihi nr.	Kihi nimetus	Kihi paksus	Kihi elastusmoodul E_{skv} arvutamiseks	Kihi elastusmoodul arvutamiseks nihkele	Kihi elastusmoodul arvutamiseks paindele	Arvutatud tõmbe- pinged R_{max}	Lubata- vad tõmbe- pinged R_{lub}	Sise- hõõrde- nurk	Nidusus	Kihtide seotistegur K3	
		cm	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	Kraad	C		
1	Seguris / teel segatud mustkate	8.0	950								
2	Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]	24.0	150					43.0	0.010	8.0	
ALUS	A - kerge saviliiv		51.0					35.5	0.013	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			1.6%	120.44	150.00			
1	Seguris / teel segatud mustkate	8.0					120.44				
2	Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]	24.0	Nihkepinged	0.0397	0.0822	51.7%	84.27				
	A - kerge saviliiv		Nihkepinged aluspinnasel	0.0201	0.0200	-0.4%			0.675		
	Katendi kogupaksus	32.0					Parandustegur Δ		0.000		

Kuna kõik probleemsed kohad asuvad küngastel, siis nendele muust teest paksema kihi paigaldamine tõstab künkad veel kõrgemaks, mis halvendab sõidetavust ja liiklusohutust. Seega oleks soovituslik probleemsed kohad välja kaevata ning asendada dreniiva pinnasega arvestades tabelis 5 esitatud katendiarvutust.



Foto 8. Vaade künkale, millele on paigaldatud hiljuti uus kruusakiht, kuid see on juba segunenud all oleva savika materjaliga.

7. Objekti ehitustegevused

Kraavid

Kraavid tuleb kaevata/puhastada:

- Km 3.99...4.37 (parem pool/kraav puhastada);
- Km 4.37...4.80 (parem pool/kraav kaevata);

- Km 4.80...5.38 (parem pool/kraav puhastada);
- Km 5.38...5.80 (parem pool/kraav kaevata);
- Km 5.80...6.19 (parem pool/kraav puhastada);
- Km 6.29...6.56 (parem pool/kraav kaevata);
- Km 3.99...5.30 (vasak pool/kraav puhastada);
- Km 5.65...6.37 (vasak pool/kraav kaevata);
- Km 6.46...6.56 (vasak pool/kraav kaevata).

Lõigu algusest kuni km 4.75 kuni tuleb kaevata mõlemale poole teed kraavid. Kraavi keskmiseks sügavuseks arvestatakse 0,7 m. Eeldatakse, et kraavide kaevamine teostatakse profiilkoppadega varustatud ekskavaatoritega (põhja laius 0,4 m). Kraavi nõlvakalle tagada vastavalt võimalusele sisenõlv 1:2 ja välisnõlv 1:1,5. Erandkorras võivad nõlvad kujuneda ka 1:1 kaldega, kuid sellised nõlvad tuleb kindlustada.

Mahasõidud

Mahasõitude km 4.65, km 5.63 ja km 5.95 alla tuleb paigaldada truubid. Truupide pikkusteks arvestada 6 meetrit ja läbimõõduks 400 mm. Mahasõidud tuleb viia ühtlaselt kokku põhiteega.

Elukohtade sissesõidud ja mahasõidud kohalikele teedele tuleb viia tolmuvaba katte alla.

Katend

Tee tuleb profileerida nii, et põikkalle oleks 3...4%, kurvides 4...6%. Lõikesügavus peab olema aukude põhjani või vähemalt 5 cm.

Km 3.99...4.30 paigaldada 6 cm pos. 6, mille peale 8 cm MSE 20.

Ülejäänud tee, v.a erilahendid, paigaldada 16 cm kruusa, mille peale 8 cm MSE 20.

Teel on märkimisväärselt palju kohti (künkad), mis ajavad vett välja, kus kruuspinna on segunenud saviga ja/või kus katendikihtide paksused on väga õhukesed. Katendiarvutuse järgi oleks nõutava kandevõime saamiseks peale vaja paigaldada 24 cm drenivat kruusa, mille peale paigaldada 8 cm MSE20 segu. Probleemseteks kohtadeks on:

- Km 4.30...4.35 (50 m);
- Km 4.83...4.87 (40 m);
- Km 5.06...5.11 (50 m);
- Km 5.20...5.25 (50 m);
- Km 5.32...5.36 (40 m);
- Km 5.60...5.75 (150 m);
- Km 5.92...6.05 (130 m);
- Km 6.08...6.13 (50 m);
- Km 6.34...6.39 (50 m);
- Km 6.47...6.57 (100 m);
 - Kaks viimast punkti tuleks ühendada ning paigaldada geotekstiil + paksem kruusakiht vahemikus km 6.3...6.57 (270 m).

Seega kokkuvõtte vajaminevatest materjalidest:

- 310 m kruusasegu pos. 6;
- 1440 m 16 cm paksune kruuspinna;

- geotekstiili ja paksemat kruusakihi paksust vajatakse kokku 830 m (geotekstiili ca 5900 m²).

Kogu teele paigaldada 8 cm MSE20. Teha seotud kihile kahekordne pindamine (2x).

Seoses suhteliselt kõrge liiklussagedusega peaks pinnatud teekatte laiuseks arvestama 7.0 meetrit, kuid olemasolev kruusatee võimaldaks kasutada kuni 7.5 m laiust teekatet.

Muud

Geotekstiilina kasutada NGS 2. profiili.

Tööd tuleb sooritada lähtudes Tee ehitamise kvaliteedi nõuetest, kus on muuhulgas kirjeldatud aluse ehitamiseks kasutatava kruuspinna vajalikud omadused (sobilikud on lisa 10 positsioonid 1...4).

LISA 2. KERGKATTEGA TEE NÄIDISLAHENDUS

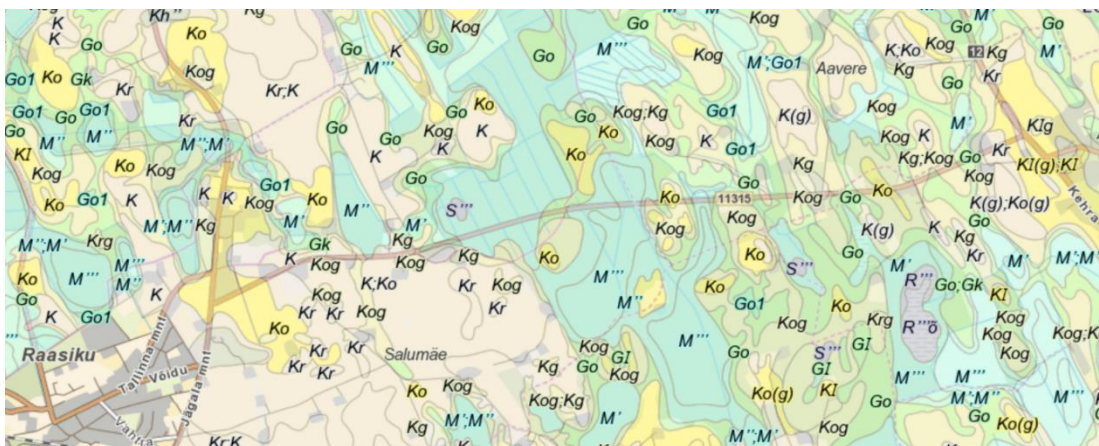
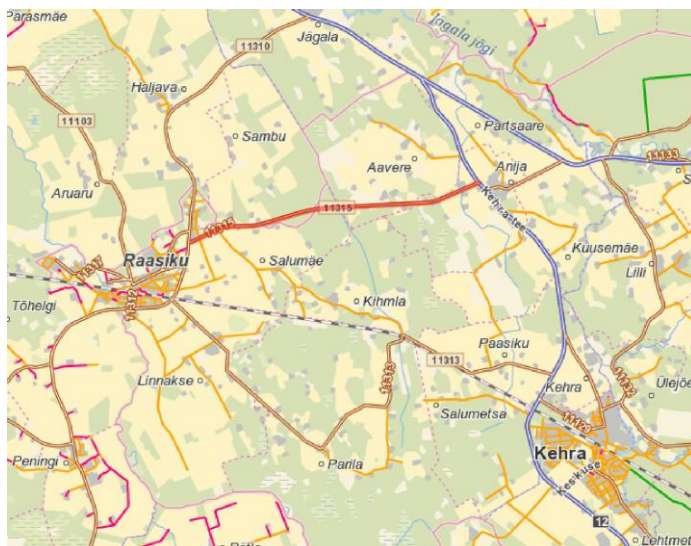
Riigitee nr 11315 Raasiku-Anija km 0.055 - 5.9 (pikkus 5.9 km) seisukorra analüüs ja remondilahendus

Tee seisukorra hindamiseks ja sobiliku remondimeetme valikuks kasutati järgnevat infot:

- tee visuaalne vaatlus;
- info kogumine andmebaasidest (Maa-ameti mullakaart ja Teeregister);
- kandevõimemõõtmised FWD-seadmega kevadel;
- maaradari ülesõit koos tee ülesfilmimisega;
- ehitusgeoloogiline uuring.

Objekti asukoht

Objekti asukoht on näidatud joonisel 2.1, mille kõrval on kujutatud tee paiknemine Maa-ameti mullastiku kaardil, mille abil võib saada väga väärtuslikku eelinfot esinevate pinnaseolude osas ning mis võib hõlbustada optimaalseima remondilahenduse leidmist.



Joonis 2.1. Riigitee nr 11315 Raasiku-Anija km 0.055 - 5.9 asukoht (Teeregister) ja kujutatuna mullastiku kaardil (Maa-amet).

Mullastiku kaardi alusel asetseb tee enamasti järgmiste muldade levikualal:

- Kog ehk gleistunud leostunud mullad on ajutiselt (nõrgalt) liigniisked mullad. Liigniiskust põhjustab kergetel ja keskmistel muldadel põhja-, rasketel aga pinna- ja ülavesi. Muldadele on omane ajutine liigniiskus. Need on kujunenud tugevasti karbonaatsel lähtekivimil ajutiselt kõrgele tõusvast põhjavetest tingitud liigniiskuse mõjul.
- Ko ehk leostunud muld on pigem nõrgalt liigniiske paikkonna muld.
- Go ehk leostunud gleimuld on alaliselt (keskmiselt) liigniisked mullad, kus liigniiskus on tingitud pidevalt mullaprofiili ulatuvast põhjaveest, rasketel muldadel lisandub ka ülavesi. Need on tekkinud karbonaatsel lähtekivimil alalise liigniiskuse juures.
- M''' ehk sügav madalloomuld.

Mullakaardilt järeldeb, et tee asub suures osas keskkonnas, kus on pinnasevee tase tõenäoliselt kõrge ja piirkond püsivalt liigniiske. Piirkonna kuivendamine ei ole ilma mahukate töödeta võimalik.

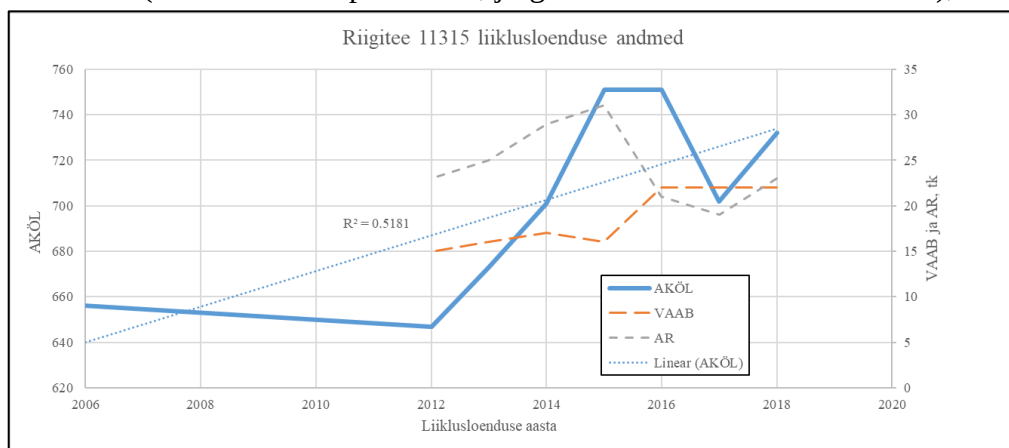
Tee iseloomustus

1. Liiklussagedused

Tegemist on IV-klassi teega, mille liiklussagedus aastal 2018 on olnud 732 AKÖL, millest sõiduautod moodustavad 94% (687 autot), veoautod ja bussid 3% (22 autot), autorongid 3% (23 autot).

Varasemad liiklusloenduse andmed on järgmised, mis on koondatud ka joonisele 2.2:

- 2017: 702 (94%, 660 tk sõiduautod, 3%, 22 tk veoautod, 3%, 19 tk autorongid);
- 2016: 719 (95%, 676 tk sõiduautod, 3%, 22 tk veoautod, 2%, 21 tk autorongid);
- 2015: 751 (94%, 704 tk sõiduautod, 2%, 16 tk veoautod, 4%, 31 tk autorongid);
- 2014: 701 (93%, 655 tk sõiduautod, 2%, 17 tk veoautod, 4%, 29 tk autorongid);
- 2013: 673 (94%, 632 tk sõiduautod, 2%, 16 tk veoautod, 4%, 25 tk autorongid);
- 2012: 647 (94%, 609 tk sõiduautod, 2%, 15 tk veoautod, 4%, 23 tk autorongid);
- 2006: 656 (liikluskoosseis pole teada, järgmised andmed on aastast 2012);

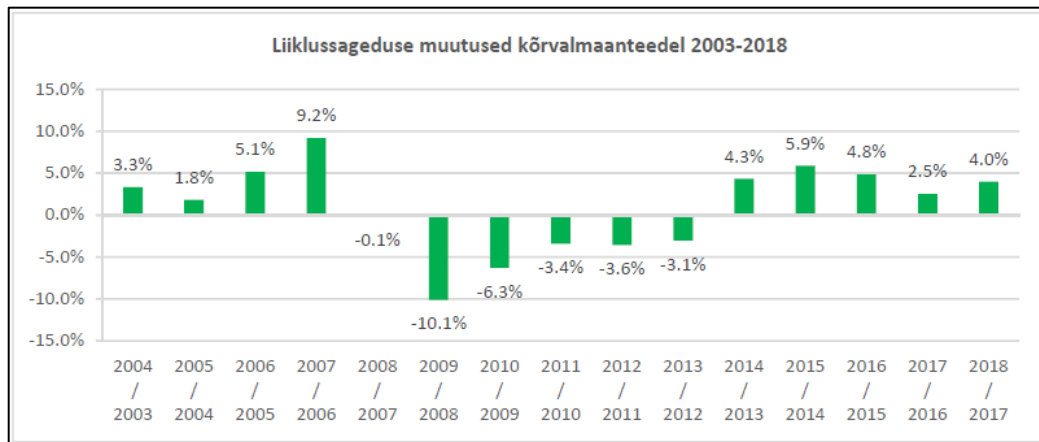


Joonis 2.2. Liiklusloenduse andmed koos AKÖL lineaarse kasvukõvera joonega.

Liikluse andmed on mõnevõrra hehtilised ning lineaarset ega ka muud tulevikku ette ennustavat kasvukõvarat ei ole võimalik moodustada. Kui arvestada aasta 2006 vs 2016 liiklussagedusi,

saadakse aastaseks kasvuks umbes 1.5%. Kui arvestada kõige suuremat tõusu liiklussageduses aastatel 2012 – 2015, saadakse aastaseks kasvuks umbes 5%.

Võttes võrdluseks kõrvalmaanteed liiklussageduse muutused (joonis 2.3) näeme, et viimase viie aasta keskmisena on kasv olnud 4.3%. Arvestades võimalusega, et majandus hakkab lähimate aastate jooksul vähenema, on realistlikum võtta aluseks väiksem kasvutempo.



Joonis 2.3. Liiklussageduse muutused kõrvalmaanteedel 2003 – 2018

Kui võtta aasta keskmine liiklussagedus aastani 2038 (ehk aastast 2018 20 aastat edasi), saadakse järgmised liiklussageduse muutused järgmiste aastaste kasvuprotsentide juures, kusjuures arvutuse aluseks võetakse joonise 2.4 maksimaalne liiklussagedus, mis oli aastal 2016 751 autot:

- 1.5% aastas -> 1011 autot;
- 3% aastas -> 1356 autot;
- 4% aastas -> 1646 autot.

Hoolimata kasvutempost jääb tee klass samaks.

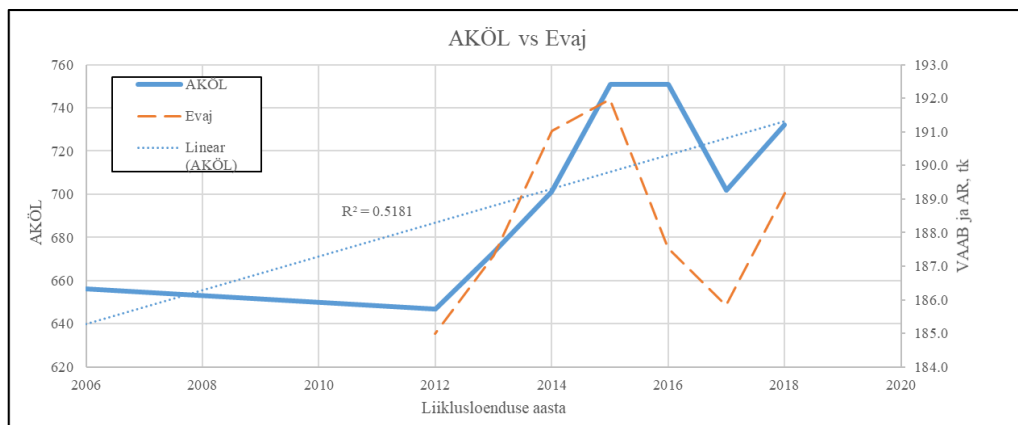
Liikluskoosseis on aasta-aastalt jäänud väga sarnaseks, mistõttu on ka Evaj olnud tugevas sõltuvuses liiklussagedusest. Oletades, et koosseis jääb sarnaseks (3% VAAB ja 3% AR), saadakse olenevalt liikluse kasvutempost järgmised Evaj:

- 1.5% aastas -> 1011 AKÖL -> 198 MPa;
- 3% aastas -> 1356 AKÖL -> 207 MPa;
- 4% aastas -> 1646 AKÖL -> 213 MPa.

Teekatendi dimensioonimiseks valitakse nendest Evaj = 210 MPa, mis sisuliselt katab kõik käsitletud stsenaariumid.

Kergkatte elueaks arvestatakse 10 aastat, kuid eelnev analüüs kattis kuni 20. aastat. Kui arvestada aastaseks liikluse kasvutempoks 3% ja et teed hakatakse ehitama aastal 2020 ning et selleks ajaks on liiklus kasvanud uuesti samale tasemele, mis ta oli aastal 2016 ehk 751 AKÖL, saadakse aastal 2030 liiklussageduseks 1040 autot ja **Evaj = 200 MPa** (arvetamata IV-klassi tee tegurit).

- VAAB = 31 tk, AR = 31 tk, siirdetegurid vastavalt 2.67 ja 3.76 (lähtudes Elastsete teekatendite projekteerimise juhendist) ning arvestades rajategurina 0.55, millest $Q = 110.3 V_1/\ddot{o}p$;
- $E_{vaj} = a \cdot \log(Q) + b = 70 \cdot \log(110.3) + 56 = 199 \text{ MPa}$.



Joonis 2.4. Evaj vs AKÖL.

2. Olemasoleva tee seisukord Teeregistri alusel

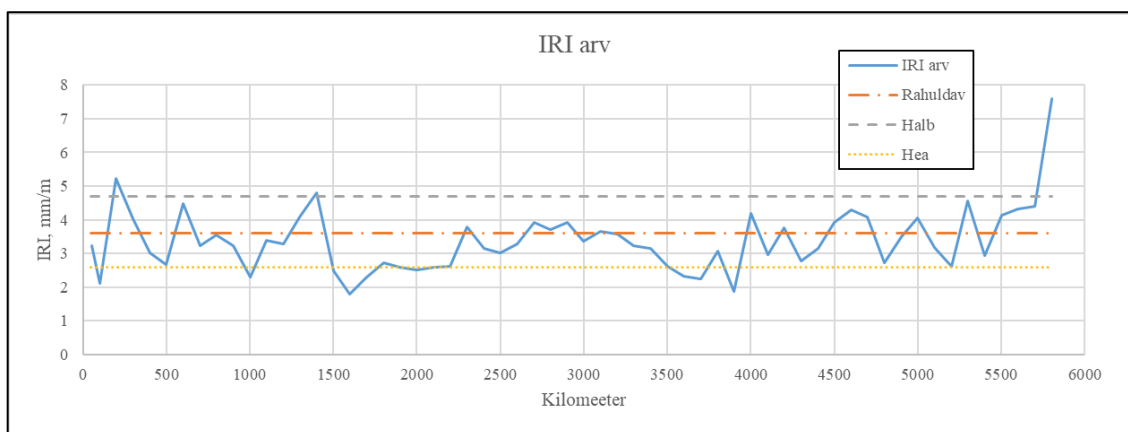
Aastal 2017 defektide inventeerimise järgi on peamiseks defektiks kitsad katte serva defektid. Defektide jaotus on järgnev:

- põikpraod: 6 tk;
- kitsad pikipraad: 1 m;
- laiad pikipraad, laiad vuugipraad, augud, murenemine: 0;
- kitsad vuugipraad: 5 m;
- võrkpragunemine: 4 m²;
- katte serva defektid: 347 m;
- lapid: 44 tk;
- keskmine dfektide summa on 0.3% (koos lappidega 0.44%), mis jääb veenvalt alla „hoiatuspiiri“ (hoiatuspiir 6 ja kriitiline piir 10%).

Teekatteks on märgitud (põlevkivi) tuhkbetoon, mille ehitamise aasta on 1987. Taolistel teedel on väga sagedased põikpraod, mida antud juhul peaaegu ei eksisteeri ja serva defektid, mida esineb palju.

Teekate on viimati pinnatud aastal 2015.

Joonisel 2.5 on näidatud tee tasasus ehk IRI väärtus, mis jääb kas rahuldava või halva piiridesse, mida võib lugeda heaks tulemuseks arvestades teekatte vanust. Tee Teeregistri kandevõime on esitatud joonisel 2.6 koos aastal 2019 kevadel saadud väärtustega.



Joonis 2.5. Olemasoleva tee IRI väärtused.

Visuaalse vaatluse ülevaade

Üldisemad tähelepanekud:

- leidub mitmeid kohti, mis on lapitud – tegemist on kas murenenud kohtadega või on seal esinenud niiskuskahjustus;
- Anija maakonna piirist kuni km 3.0 on sõidusuuna 1 väliskülg ära vajunud;
- km 3 edasi on madalam piirkond, kus on teekattes näha pragusid;
- km 4,9...5.0 on sõidusuund 2 probleemne (serv on vajunud, näha on külmakahjustusi). Probleem jätkub kuni pörkepiirde alguseni;
- kohati on näha pikipragusid, nt km 4,3;
- päris palju on ebatasaseid kohti, mida on pritskillustikuga parandatud. Need võivad olla vana asfaltkatte parandatud augud, praegune pindamine varjab defekte;
- tee probleem näib olevat pindamise all olev kate. Kohati on muldkeha vajumisi ja pikipragusid. Leidub mitmeid põikpragusid. Tundub, et stabikiht on ebaühtlane - kohati hea ja kohati ebapiisava tugevusega.

Detailsed andmed defektidest:

- teelõik algab varasema ehitustöö raames rajatud asfalteeritud mahasõiduga, mis on võrkpragusid täis ehk koha kandevõime pole piisav (foto 2.1), antud kohas pinnasevee tase kõrgel;
- km 0.22 ristmikul põikpragu (foto 2.2);
- km 0.37 põikpragu (foto 2.3);
- km 0.86 tee keskel suur lapitud paik, km 0.9 sama (künkale tõus, Google maps näitab samuti defekte). Teekate on ka deformeerunud ehk kattes on sees roopad (foto 2.4);
- km 1.0 suurem põikpragu;
- km 2.35 paremal pool ära vajunud ja lapitud, sama km 2.55 (fotod 2.5 ja 2.6);
- km 2.9...3.5 esineb märgatavalt kitsaid piki- ja põikpragusid, veidi serva defekti ja km 3.5 on patet mitmeti lapitud (fotod 2.7 ja 2.8). Km 3.0 (ca 100 m mõlemale poole) on visuaalselt antud tee kõige nõrgem piirkond;
- km 3.2 on suurem põikpragu, mille ääred on mõnevõrra üles kaardunud;
- km 4.05 ja km 4.2 on suured põikpraod (sarnane nagu fotol 2.3);
- km 4.3 esineb kitsaid pikipragusid, samas kohas on mahasõidu truup umbes ning kraav kinni kasvanud ja vesi ei pääse vabalt liikuma;
- km 4,8...5.0 on sõidusuund 2 probleemne (serv on vajunud, näha on külmakahjustusi), fotod 2.9 ja 2.10);
- km 5.2...5.5 on eri punktidest tee keskelt lapitud, foto 2.11
- täitsa teelõigu lõpus on põikpragu (ääred on kaardunud ülespoole), foto 2.12.



Fotod 2.1 ja 2.2. Teelõigule eelnev asfalteeritud ristmiku osa on deformeerunud. Km 0.22 asuv põikpragu.



Fotod 2.3 ja 2.4. km 0.37 olev põikpragu. Km 0.86 ja 0.90 on tee keskel lapitud kohad, mille näol on tõenäoliselt tegemist altpoolt üles pressiva vee tõttu tekkinud lokaalse kandevõimekaotusega.



Fotod 2.5 ja 2.6. Tee servas olev lagunemine km 2.35, sama km 2.55. Mõlemad asuvad suunal 1.



Fotod 2.7 ja 2.8. Vahemikus km 2.9...3.5 esinevad mitmed serva defektid, piki- ja põikpraod.



Fotod 2.9 ja 2.10. Km 4.8...5.0 on sõidusuuna 2 tee servas vajumisi (pikiroobas) ja lapitud teekatet. Võimalik, et tee on pinnatud laiemaks, kui on all olev stabiliseeritud kiht.



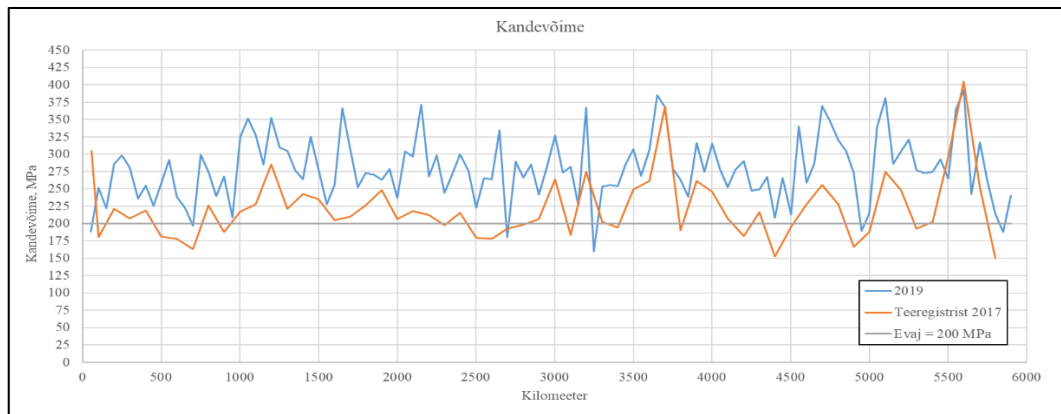
Fotod 2.11 ja 2.12. Defektid vahemikus km 5.2...5.9.

Kandevõime

Kandevõime mõõdeti teel 28.04.2019, mille tulemus on näidatud joonisel 2.6, millel on ka võrdlus Teeregistrist saadud andmetega (mõõdetud 09.05.2017). Teeregistri ja käesoleva projekti jaoks mõõdetud kandevõimed erinevad üksteisest mõnevõrra:

- keskmine kandevõime 2019: 278 MPa, 2017: 222 MPa (ehk 2017 oli ca 20% väiksem);
- suurim kandevõime 2019: 392 MPa (km 5.60), 2017: 405 MPa (km 5.60);
- väikseim kandevõime 2019: 160 MPa (km 3.25), 2017: 150 MPa (km 5.80);
- keskmine SCI: 2019: 123, 2017: 155;
- keskmine BDI: 2019: 110, 2017: 127;
- keskmine BCI: 2019: 28, 2017: 33.3.

Võimalik, et aastal 2017 on teekatendi (ja ümbritseva tee maa-ala) veesisaldus olnud kõrgem, mistõttu on läbipainded olnud suuremad ja kandevõime väiksem.

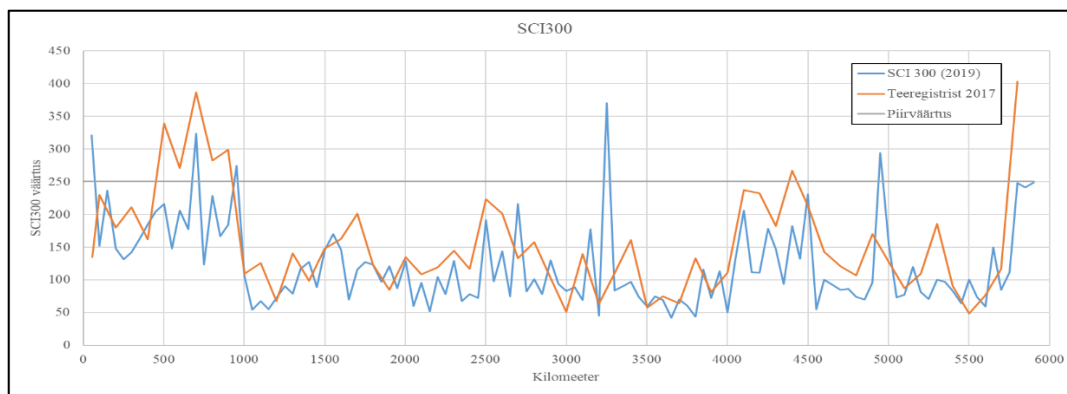


Joonis 2.6. Kandevõimed 2019 ja 2017.

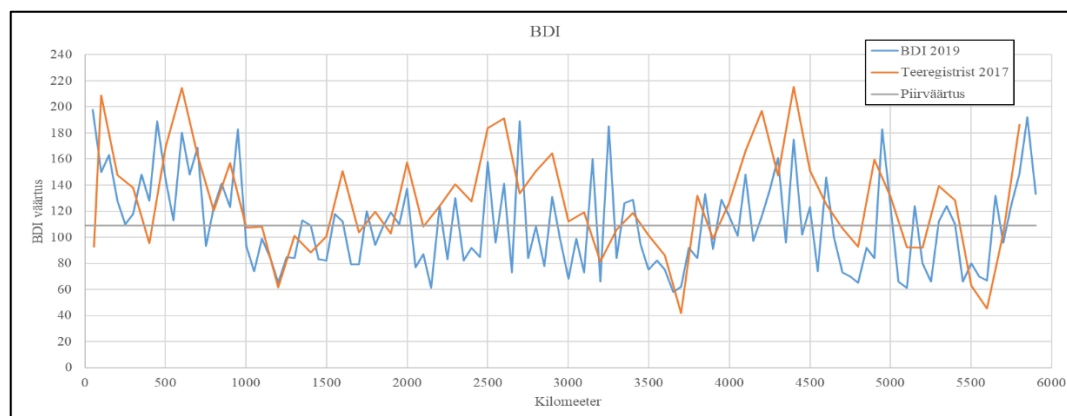
Joonistel 2.7...2.9 on esitatud vajumikausi parameetrid, mille alusel on SCI kuni km 1.0 üle piirväärtuse ja sealt edasi enamasti alla. Silma paistavad mõned konkreetsed punktid ja kohad: km 3.25, vahemik 4.0...4.5, km 4.95 ning km 5.80.

BDI ja BCI väärtused on suurel osal teest üle piirväärtuse, mis viitab probleemide niiskussisalduse ja niiskustundlike materjalide olemasolule. Veidi erinev on esimene kilomeeter, kus on nii SCI kui BDI üle piiri, kuid BCI alla ehk probleem on pinna-, mitte pinnasvees. Mõned lühemad lõigud erinevad samuti ning neid saaks seostada looduslike pinnaseoludega vastavalt joonisele 2.1, kus mullastiku kaardilt on näha üksikuid erineva mulla levikuga „saari“.

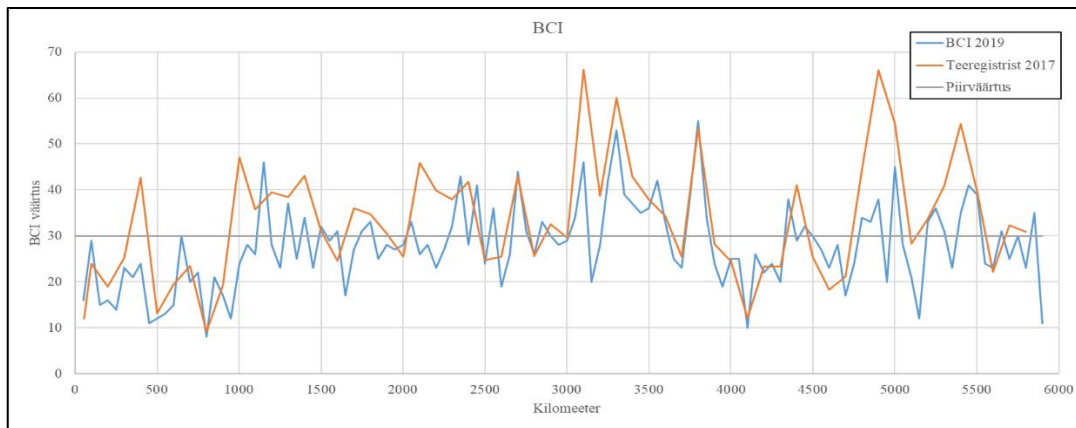
Kokkuvõttes on kandevõime siiski enam-vähem vastav esinevale liiklusele ja kui mõned punktid välja arvata, siis piisaks, kui uuendaks vaid teekatet.



Joonis 2.7. SCI väärtused 2019 ja 2017.



Joonis 2.8. BDI väärtused 2019 ja 2017.



Joonis 2.9. BCI väärtused 2019 ja 2017.

Ehitusgeoloogia

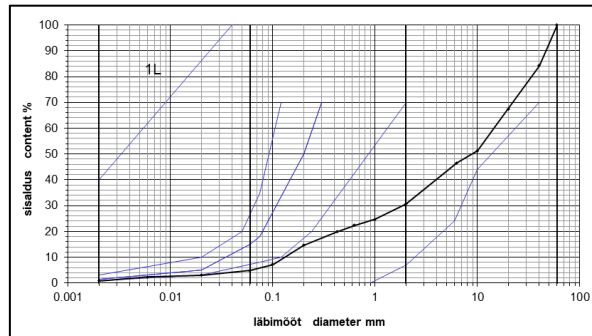
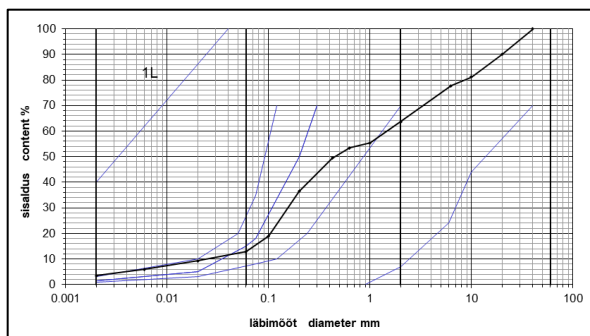
Objekti ehitusgeoloogilise uuringu punktid valiti välja vastavalt kandevõimemõõtmisele ja objekti visuaalsele vaatlusele. Uuringu alusel on tee tüüpiline ristlõige järgnev:

1. 5 cm (kohati kuni 10 cm) bituumeniga seotud kiht;
2. 10...20 cm tuhkstabiliseeritud kiht;
3. 15...45 cm killustik, kruus või paekivisõelmed (enamasti viimane);
4. peenliiv, mille all võib olla ka moreeni või kruusa.

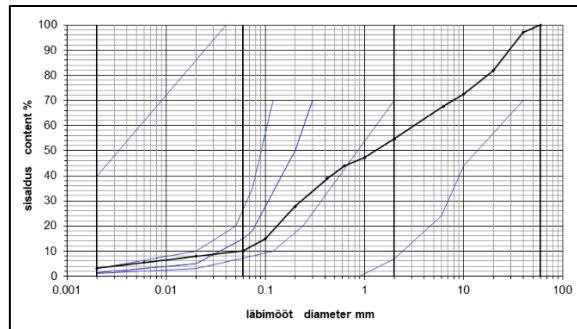
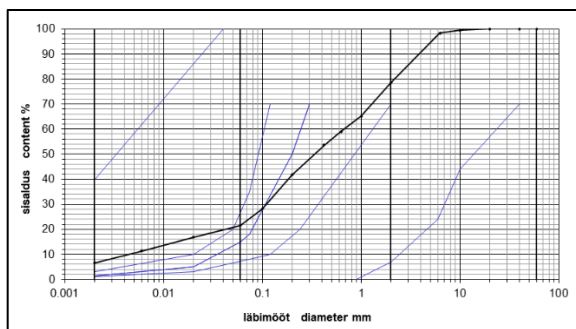
Bituumeniga seotud kihi moodustas kõikides puuraukudes mitmekordne üksteise peal olevad pindamiskihid. Ka teeregistri andmetel oli teekatteks tuhkstabiliseeritud kiht ning asfaltbetooni ei ole mainitud.

Tuhkstabiliseeritud kiht on amortiseerunud, mitte ühestki puuraugust ei saadud kätte tervet suurkeha, mille survetugevust testida. Kiht lagunes laiali ning meenutas visuaalselt sidumata segu. Laboris määrati kihi nimetuseks „rohke liivaga möllikas kruus“, „kruusaga savine peenliiv“, „rohke kruusaga savikas peenliiv“ ja „rohke liivaga kruus“, mis sõltus tõenäoliselt sellest, kui hästi või halvasti olid kihis moodustanud klombid.

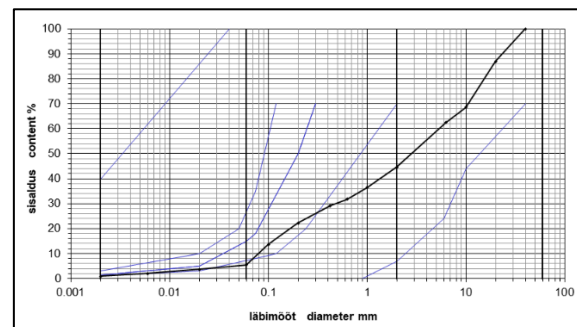
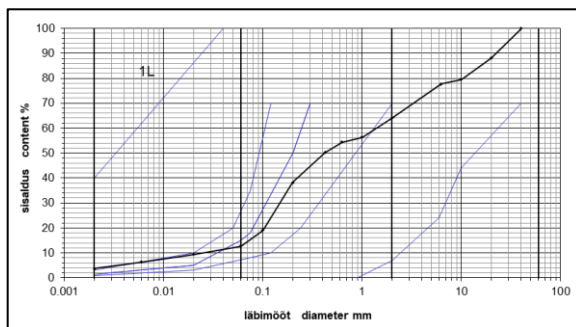
Tuhkstabi kihist saadud terakoostised on esitatud joonistel 2.10...2.15, mis on enamasti väga sarnased, v.a proovid nr 896 (km 3.0) ja nr 897 (km 5.8). Võimalik, et viimased on paremini tsementeerunud ja ei lagunenud laboris nii peeneks, kui teised. Laiali lammutades on tuhkstabi kihid külmakerkelised materjalid. Seega, kui teha antud teele remont, tuleb tuhkstabiliseeritud kiht jätta kas puutumata (ehk kihti purustada ei tohi) või täielikult eemaldada. Kolmandaks variandiks on uuesti stabiliseerimine.



Joonised 2.10 ja 2.11. Protokollid nr 892 (km 1.6 tuhkstabi kiht), rohke kruusaga savikas peenliiv ja nr 896 (km 3.0 tuhkstabi kiht), rohke liivaga kruus.



Joonised 2.12 ja 2.13. Protokollid nr 893 (km 4.5 tsementeerunud kiht), kruusaga savine peenliiv ja nr 895 (km 4.95, pruun kõva kiht), kruusaga savikas peenliiv.



Joonised 2.14 ja 2.15. Protokollid nr 894 (km 3.25 tuhkstabi kiht), rohke kruusaga savikas peenliiv ja nr 897 (km 5.8 tuhkstabi kiht), rohke liivaga möllikas kruus.

Tuhkstabi kihi all leitud kas killustikku, kruusa või paekivisõelmeid. Ei ole välistatud, et ka tuhkstabiliseeritud kiht ise on moodustatud paekivisõelmetest ja et algselt oli kiht ette nähtud paksema kihina. Mitmetes puuraukudes kirjeldati stabi all olevat kihti kui „pruun kõva kiht“ või „pruun tsementeerunud kiht“ ning visuaalselt meenutas materjal väga paekivisõelmeid. Võib ka olla, et stabi segamisel kandus osa sideainet ka all olevasse kihti (kas kruus või paesõelmed) ning tekitas ka sinna osaliselt tsementeerunud kihi.

Puuraugud tehti 2.5...3 m sügavused ning pea kõik lõppesid peenliiva kihiga, kus võis olla sees veerised. Km 0.3 juures tuli 1.3 m sügavusel vastu savimõll, km 0.85 juures sügavusel 1.85, km 1.6 sügavusel 1.9 m, km 3.0 sügavusel 2.3 m ning edaspidi „asendus“ see peenliiva või kruusaga. Näib, et savimõlli kiht liigub järjest sügavamale ning selle peal olev kas looduslik või paigaldatud peenliiva kiht läheb paksemaks või tuleb selle alt välja nii keskliiva kui kruusa.

Joonise 2.1 mullastiku kaardilt nähtub, et soine ala algab umbes 1.8 kilomeetri pealt, kuid mitte ühestki puuraugust turvast ei leitud. Liigniiske ja kohati soine ala on vahemikus km 1.8...4.9, kuid sügavamalt leiti vaid mineraalmaterjale. Turvas on järelikult täielikult välja kaevatud ja asendatud täitega.

Kuigi puurtulpade järgi võiks katendiarvutuslikult aluspinnaseks lugeda peenliiva, siis reaalsuses peaks kasutama teist pinnast, kuna KAP annab sellele liiga kõrged arvutusväärtused eriti kui arvestada kandevõimemõõtmise tulemusi. Reaalsuses peaks kasutama kas tolmliiiva (B-grupi pinnas) või kerget saviliiva (A-grupi pinnas).

2.6. Analüüs ja remondilahendus

Teelõigu kandevõime ja ka ehitusgeoloogilised tingimused on objekti piires suures joones ühtlased. Erinevused paistavad silma mõningate defektide näol, mille olemus ja põhjused on järgmised:

- esineb põikpragusid (km 0.22, 0.37, 1.0, 3.2, 4.05, 4.2, 5.85), kus ääred on kaardunud üles ja teekattele on sellest tekkinud muhk. Kohad tuleb tasaseks freesida, praod laiendada, täita mastiksiga, katta tasandusseguga, mille peale paigaldada asfaldigeokomposiit, mis asfalteerida;
- esineb ka väiksemaid põikpragusid, mille kohal tuleb samuti kasutada asfaldigeokomposiiti;
- esineb kitsaid pikipragusid (km 4.0 ja km 3.0 ümbruses kuni 100 m pikkuse lõikudena), mille tekkimise põhjus võib olla nii muldkeha vajumine, külmakerge aga ka tuhkstabiliseeritud kihi väsimine (ei ole suutnud võtta vastu liikluskkoormust, mistõttu on pragunenud). Kuna kandevõimed on liiklusele vastavad, piisab, kui kasutada tasanduskihti;
- esineb mitmeid lapitud kohti, mis võivad olla tingitud pindamiskihi lagunemisest või irdumisest, aga ka sellest, et tee keskel on olnud kõrge niiskussisaldusest tingitud kandevõimekaotus (km 0.86, 0.9 ja piirkond km 5.2...5.5). Mõõdetud kandevõime mõttes piisab, kui nendes kohtades kasutatakse tasanduskihti, millele järgneb uus asfaltkate;
- mõnes kohas on ka nõrgast kandevõimest tingitud serva defektid (km 2.35, 2.55, 3.0, 4.8). Antud kohad tuleb korrigeerida tasanduskihiga, mille peale paigaldada uus asfaltkate;
- Lisaks eelnevale on probleem tee ümbruse kuivendusolukorraga: kõik truubid tuleb puhastada, vajadusel uuendada, kraavidest tuleb eemaldada võsa ning kraavid puhastada.

Olemasolev tuhkstabiliseeritud alus toimib sisuliselt kui sidumata kiht, kuigi omab siiski veel ka seotud kihi omadusi ehk ei deformeeru koormuse all kuigi kergesti. Tuhkstabiliseeritud kihi vastupidavust on kindlasti mõjutanud see, et selle paksus on suhteliselt väike või on segamise kvaliteet olnud madal, sideainet vähe või sideaine madalate sideaineliste omadustega, mistõttu ei ole moodustunud paksemat kihti kui vaid see, mis täna on nähtav (ca 10 cm). Teiseks mõjutajaks on asfaltkatte puudumine ehk teekatteks ongi pinnatud tuhkstabiliseeritud kiht.

Teel on näha mitmeid defekte, mis on otseselt seostatavad kõrge niiskussisaldusega kaasneva materjalide pehmenemisega, mis omakorda on seotud tuhkstabiliseeritud kihi suhteliselt õhukese paksusega. Teel on näha mõningaid põikpragusid, millest järeldub, et sideainesisaldus kas kõigub või käitub konstruktsioonis kiht ikka veel kui monoliit.

Võimalik, et teekate on aja jooksul pindamiskihtidega laiemaks tehtud, mistõttu on serv ära vajunud. Võimalik on ka see, et stabiliseeritud kiht ei ole tee servades piisava kvaliteedi ja/või paksusega tulemaks toime liikluskkoormusega. Tuhkstabiliseeritud katte serva on võimalik näha fotolt 2.13, mille järgi saab järeldada, et tegemist on ebaühtlase kihiga.



Foto 2.13. Pinnatud katte alt paljastuv stabiliseeritud kiht.

Praeguses seisus võib teed katendiarvutuslikult kujutada tabelis 2.1 esitatud kujul. Kui eelpool nimetatud eeltööd on tehtud (põikpraod parandatud, olemasolev teekate tasandatud), paigaldada pehmema bituumeniga (160/220) asfaltsegu, mis talub paremini altpoolt tulenevaid võimalikke ebaühtlasi liikumisi. Sellekohane katendiarvutus on esitatud tabelis 2.2.

Tabel 2.1. Olemasoleva teekatendi katendiarvutus, mis vastab piisava täpsusega olemasolevale teele

Koormussagedus: 114.06 normtelge ööp/raja

Maantee klass: 4

Teekatendi liik: Kergkatend

Tugevustegur: 0.84

Töökindlustegur: 0.8

Normhõlbetegur 1.06

Pinnas: B - tolmiliiv

Niiskuspakkond: 2, niiske

Summaarne parandus suhtelisele niiskusele: -0.02

L1.T3 p2; -0,02=-0.02

Arvutusliku koormuse liik: Veoauto A

Ratta jälje läbimõõt: 37 cm

Erisurve kattele: 0.6 MPa

Koormus: Dünaamiline, 0,85 paarisratas

Alumise asfaltkihi mat. tegur: 1

ARVUTUSE KÄIK

Kihi nr.	Kihi nimetus	Kihi paksus	Kihi elast-susmoodul E_{av} arvutamiseks	Kihi elast-susmoodul arvutamiseks nihkele	Kihi elast-susmoodul arvutamiseks paindele	Arvutatud tõmbepinged R_{tm}	Lubata-vad tõmbepinged R_{lub}	Sise-hõõrde-nurk	Nidusus	Kihtide seotistegur K3
		cm	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	Kraad	C	
1	Tihe soe asfaltbetoon - ACsurf; ACbin	2.0	1200	600	2000	1.0736	3.4427			
2	Tsementstabiliseeritud kiht asfaldipurust teel sega	10.0	600							
3	Reakillustik, mittestandardne killustikusegu	12.0	200					45.0	0.040	9.0
4	Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]	25.0	150					43.0	0.010	8.0
ALUS	B - tolmiliiv		68.4					35.4	0.013	3.0

ARVUTUSE TULEMUSED

Kihi nr.	Kihi nimetus	Kihi paksus cm	Kriteerium	Tugevuse näitaja		Varu %	Üldine elastsus-moodul Mpa	Vajalik elastsus-moodul MPa	Arvutuslik niiskus W1 või Warv
				Nihkepinged MPa					
				t_{uv}	t_{ub}				
			Üldine elastsusmoodul			1.1%	169.85	200.00	
1	Tihe soe asfaltbetoon - ACsurf; ACbin	2.0	Asfaltbetooni tõmbepinged			68.8%	169.85		
2	Tsementstabiliseeritud kiht asfaldipurust teel sega	10.0					163.81		
3	Reakillustik, mittestandardne killustikusegu	12.0					119.70		
4	Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]	25.0	Nihkepinged	0.0305	0.0632	51.8%	100.77		
	B - tolmiliiv		Nihkepinged aluspinnasel	0.0139	0.0308	54.8%			0.730
	Katendi kogupaksus	49.0						Parandustegur Δ	0.000

Arvutus külmakindlusele

1. Arvutuslik külmumissügavus (cm)	125	5. Katendi redutseeritud paksus (cm)	64
2. Klimategur	75	6. Lubatud külma-kerke suurus (cm)	6
3. Pinnase külma-kerkelisuse iseloomustus	4.0	7. Arvutuslik külma-kerke suurus (cm)	4.8
4. Arvutuslik pinnasevee tase (cm)	130	8. Külma-kindluse varu %	20.8%

* redutseeritud paksus korregeeriti koefitsiendiga 0,8

Hinnang külma-kindlusele	Katendi külma-kerge on lubatud piirides
--------------------------	---

Tabel 2.2. Katendiarvutus, kui paigaldatud on uus asfaltkate

Koormussagedus: 114.06 normtelge ööp/raja			Pinnas: B - tolmiliiv			Arvutusliku koormuse liik: Veoauto A				
Maantee klass: 4			Tugevustegur: 0.84			Niiskuspakkond: 2, niiske				
Teekatendi liik: Kergkatend			Töökindlustegur: 0.8			Summaarne parandus suhtelisele niiskusele: -0.02				
			Normhõlbetegur 1.06			L1.T3 p2; -0,02=-0.02				
						Ratta jälje läbimõõt: 37 cm				
						Erisurve kattele: 0.6 MPa				
						Koormus: Dünaamiline, 0,85 paarisratas				
						Alumise asfaltkihi mat. tegur: 1				
ARVUTUSE KÄIK										
Kihi nr.	Kihi nimetus	Kihi paksus	Kihi elast-susmoodul E_{av} arvutamiseks	Kihi elast-susmoodul arvutamiseks nihkele	Kihi elast-susmoodul arvutamiseks paindele	Arvutatud tõmbepinged R_{tm}	Lubata-vad tõmbepinged R_{lub}	Sise-hõõrde-nurk	Nidusus	Kihtide seotistegur K3
		cm	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	Kraad	C	
1	Kuum kergasfaltbetoon [ACsurf 160/220 või vede	6.0	1400	800	2000					
2	Tihe soe asfaltbetoon - ACsurf; ACbin	2.0	1200	600	2000	1.0736	3.4427			
3	Tsementstabiliseeritud kiht asfaldipurust teel seg	10.0	600							
4	Reakillustik, mittestandardne killustikusegu	12.0	200					45.0	0.040	9.0
5	Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]	25.0	150					43.0	0.010	8.0
ALUS	B - tolmiliiv		68.4					35.4	0.013	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_{uv}	t_{ub}					
			Üldine elastsusmoodul			24.7%	209.44	200.00		
1	Kuum kergasfaltbetoon (ACsurf 160/220 või vede	6.0					209.44			
2	Tihe soe asfaltbetoon - ACsurf; ACbin	2.0	Asfaltbetooni tõmbepinged			68.8%	169.85			
3	Tsementstabiliseeritud kiht asfaldipurust teel seg	10.0					163.81			
4	Reakillustik, mittestandardne killustikusegu	12.0					119.70			
5	Tm_150 [Gr - Kruuspinnas]	25.0	Nihkepinged	0.0207	0.0632	67.2%	100.77			
	B - tolmiliiv		Nihkepinged aluspinnasel	0.0088	0.0308	71.5%			0.730	
	Katendi kogupaksus	55.0						Parandustegur Δ	0.000	

LISA 3 KERGGATENDI (KAB-KERGASFALTBETOONI) NÕUDED²

Kergkatendi (kergasfaltbetooni) valiku korral nõuded projekti (<1500 persp AKÖL):

Katendiarvutustes: Kuum kergasfaltbatoon
(ACsurf 160/220 või vedelama bituumeniga, end. KAB)

Materjalide minimaalsed kvaliteedinõuded AC20surf (kergasfaltbetooni) segus:

1) Nõuded täitematerjalidele

Kiht	Terakoostise kategooria G	Purustatud pindade sisaldus C	Purunemis- kindlus LA	Kulumis- kindlus Nordic- katsel A _N	Külma- kindlus F	Külma- kindluse kategooria F	Terakuju plaatsus tegurina FI	Peenosiste sisaldus f
AC 20 surf (KAB20)	G _{85/20}	C _{50/30}	≤ 30	19	F ₂	F _{NAC14}	≤ 20	f ₄

Märkused:

1. Täitematerjal tuleb valida selliselt, et peale sideainekile mahakulumist on tagatud objekti ulatuses katte ühtlane värvitoon, kui Tellija ei ole määranud teisiti.

2. AC surf segudes kasutatavate täitematerjalide purustatud ja ümardunud pindade kategooria (C) ning peenosiste sisalduse kategooria (f) on kirjeldatud EVS 901-3 tabelis 1.

2) Nõuded segule:

- Sideaine 160/220
- Terakoostise sõelkõvera väli vastavalt EVS 901-3 AC 20 surf segulehele
- Bmin 4,6% (täitematerjalide kaalutud keskmise tihedusega 2,65 Mg/m³ arvestatuna)
- Jäävpoorsus (Tihendatuna EVS-EN 12697-30 järgi 2x50 lööki) vahemikus 2-6%, kehtib ka teekatte paigalduskvaliteedi hindamisel
- PRDAIR max 13
- AbrA deklareeritav väärtus

3) Paigaldatud katte hindamine:

- Jäävpoorsus (katteproovi keskmine) 2-6%, vuugiproovil ≤ 8%
- Tihendustegur (katteproovi keskmine) ≥ 0,98, vuugiproovil ≥ 0,94

² Kehtib kuni uuema nõude kehtestamiseni vastavas standardis või juhendis.