

Uurimistöö kruusateede kahekordne pindamine erinevate meetoditega

Lõpparuanne

AS Teede Tehnokeskus

2013-16

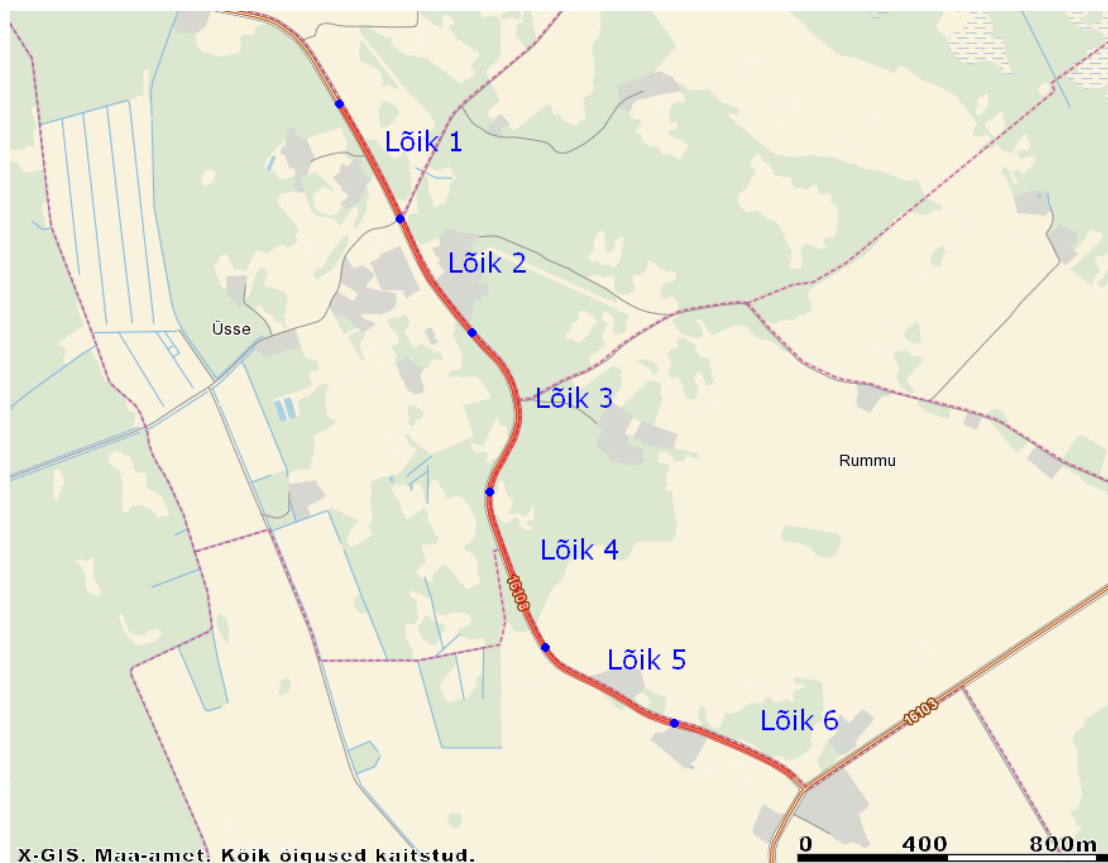


MAANTEEAMET

Tallinn 2013

Sisukord

Sisukord	1
1. Sissejuhatus.....	2
2. Katselõikude asukoht	2
2.1. Probleemi püstitus lähteülesande põhjal	4
2.2. Eesmärk lähteülesande põhjal	4
3. Katse ja mõõtmistulemustest.....	5
3.1. Makrostruktuur	5
3.2. Tasasus	9
3.3. Väljaraiete paksused	13
3.4. Väljaraiete tulemustest saadud materjalide kogused	13
4. Visuaalne hinnang.....	16
5. Kokkuvõte	16
6. Soovitused	17
7. Lisad:	18



Joonis 2

Katselõik nr. 1 (km 4,624-5,017):

- Eelpuiste kiht – 12/16 kruuskillustik
- I Sideaine kiht – BE65R
- I killustikupuistekiht – 5/8 graniitkivikillustik
- II sideaine kiht – BE65R
- II killustikupuistekiht – 5/8 graniitkivikillustik

Katselõik nr. 2 (km 5,017-5,413):

- Eelpuistekiht – 12/16 kruuskillustik
- I sideaine kiht – BE65R
- I killustikupuistekiht – 8/12 graniitkivikillustik
- II sideaine kiht – BE65R
- II killustikupuistekiht – 5/8 graniitkivikillustik

Katselõik nr. 3 (km 5,413-5,805):

- Eelpuistekiht – 8/16 paekivikillustik
- I sideaine kiht – BE65R
- I killustikupuistekiht – 8/16 paekivikillustik
- Lastakse kattel formeeruda
- II sideaine kiht – BE65R
- II killustikupuistekiht – 8/12 graniitkivikillustik

Katselõik nr. 4 (km 5,805-6,201):

- Eelpuistekiht – 8/16 paekivikillustik
- I sideaine kiht – B270
- I killustikupuistekiht – 8/16 paekivikillustik
- Lastakse kattel formeeruda
- II sideaine kiht – B270
- II killustikupuistekiht – 8/12 graniitkivikillustik

Katselõik nr. 5 (km 6,201-6,595):

- Eelpuistekiht – 8/16 paekivikillustik
- I sideaine kiht – B270
- I killustikupuistekiht – 8/12 graniitkivikillustik
- Lastakse kattel formeeruda
- II sideaine kiht – B270
- II killustikupuistekiht – 8/12 graniitkivikillustik vasak paan, 5/8 parem paan

Katselõik nr. 6 (km 6,595-6,988) (Islandi meetod):

- 0/16 purustatud kruus
- I sideaine kiht – B270
- I killustikupuistekiht – 12/16 kruuskillustik
- Lastakse kattel formeeruda
- II sideaine kiht – B270
- II killustikupuistekiht – 8/12 kruuskillustik

2.1. Probleemi püstitus lähteülesande põhjal

Tänase seisuga on Eesti teedel kasutatud kruusateede tolmuwabaks muutmise ühe tehnoloogiana väga tõhusalt eelpuistega 2 kordset pindamist (EP) ja seda erinevate materjalide kombinatsioonidega. Nimetatud meetod on väga hea alternatiiv kapitaalsematele katete ehitusmeetoditele, seda just oma madalama hinna ja kvaliteedi suhte poolest. Kuna selline meetod on leidnud iga aastaga üha suuremat poolehoidu tellijate (omavalitsused, Maanteeamet, kinnisvara arendajad jt) silmis, siis on seda rakendatud kõikvõimalikes kohtades ja olukordades (suur liiklusintensiivsus, raskeliiklus, parklad jne). Kuna otseselt Eestis täna ei ole määratud, milliseid tehnoloogiaid oleks mõistlik kasutada, siis proovib iga ettevõtte leida endale sobilikku ja parimat ja paraku ka kasumlikumat lahendust. Selline vabadus aga viib meid tulemuseni, kus võimalik et väga hea tehnoloogia loetakse sobimatuks, kuna töö on tehtud ja seega on ka tulemused allapoole elementaarseid kvaliteedimäärasid ning kvaliteet ametlikult normeerimata.

2.2. Eesmärk lähteülesande põhjal

Käesoleva uurimistöö eesmärk on välja selgitada, millised pindamise eeltööd ja pindamise tehnoloogiad on kõige sobilikumad kruusateede tolmuwabaks muutmiseks. Samuti töötatakse välja kvaliteedi hindamise parameetrid. Analüüsitud andmete põhjal antakse välja juhendmaterjal.

3. Katse ja mõõtmistulemustest

3.1. Makrostruktuur

Pindamise katselõikude pealmiste kihtide peal on teostatud mõõdistusi (makrostruktuuri sügavuse määramine) liivaringi meetodil, mille tulemused võrrelduna eelmiste aastate tulemustega on toodud alljärgnevalt (tabel 1):

Tabel 1

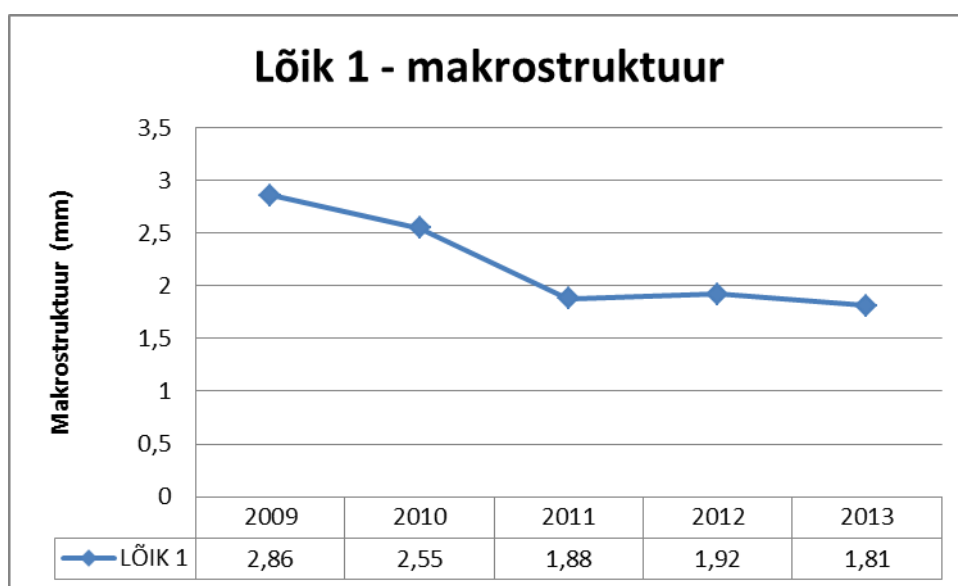
Lõigu nr.	Keskmine makrostruktuur 2009 aastal, mm	Keskmine makrostruktuur 2010 aastal, mm	Keskmine makrostruktuur 2011 aastal, mm	Keskmine makrostruktuur 2012 aastal, mm	Keskmine makrostruktuur 2013 aastal, mm
1	2,86	2,55	1,88	1,92	1,81
2	3,23	2,78	2,48	2,58	2,36
3	4,85	3,44	3,00	2,83	2,46
4	4,92	3,52	2,60	2,56	2,29
5					
(vasak paan fr 8/12)	4,85	3,94	3,23	3,02	2,75
(parem paan fr 5/8)	3,89	2,53	2,04	1,97	1,86
6	4,64	2,92	2,25	2,15	2,07
Keskmine	4,17	3,09	2,50	2,43	2,23

Keskmise makrostruktuuri arvutamise aluseks on võetud nii kevadel kui ka sügisel liivaringi katsel saadud tulemused.

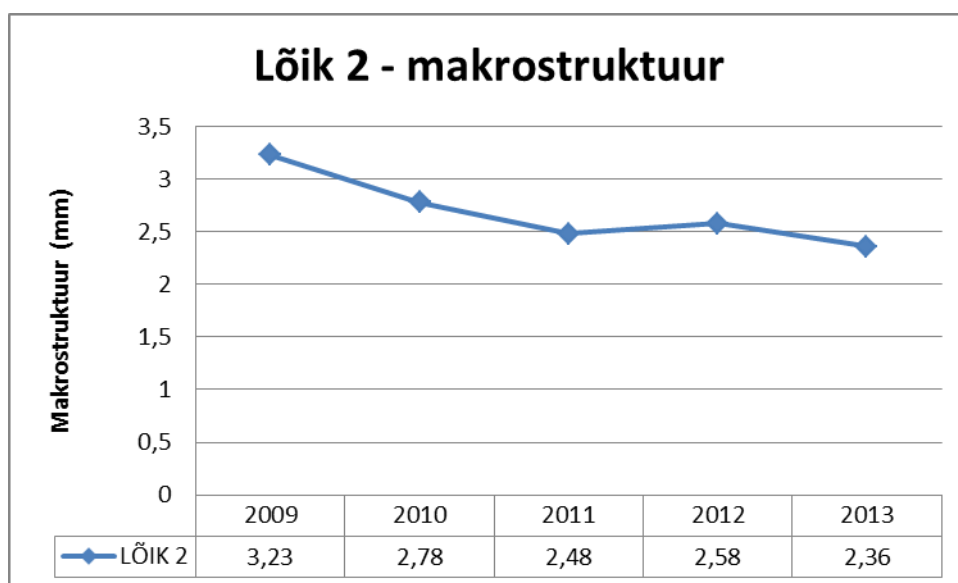
Makrostruktuuri mõõtmistulemused näitavad jätkuvalt väikest langevat trendi s.t. pealmine keskmine struktuurisügavus väheneb ehk kiht muutub siledamaks liikluse toimel. Allpool lõiguti välja toodud graafikutest (graafikud 1-7) näeb, et keskmine struktuurisügavus on pidurdunud ja kõige suurem formeerumine toimus peale katselõikude valmimist esimese aasta jooksul. Võrreldes tänast (2013) makrostruktuuri peale katselõikude valmimist (2009) mõõdetud tulemustega, on toimunud järgmised muutused katselõikude lõikes:

- Katselõik nr 1 – $2,86\text{mm} - 1,81\text{mm} = 1,05\text{mm}$ on keskmine katte struktuurisügavus vähenenud;
- Katselõik nr 2 – $3,23\text{mm} - 2,36\text{mm} = 0,87\text{mm}$ on keskmine katte struktuurisügavus vähenenud;
- Katselõik nr 3 – $4,85\text{mm} - 2,46\text{mm} = 2,39\text{mm}$ on keskmine katte struktuurisügavus vähenenud;

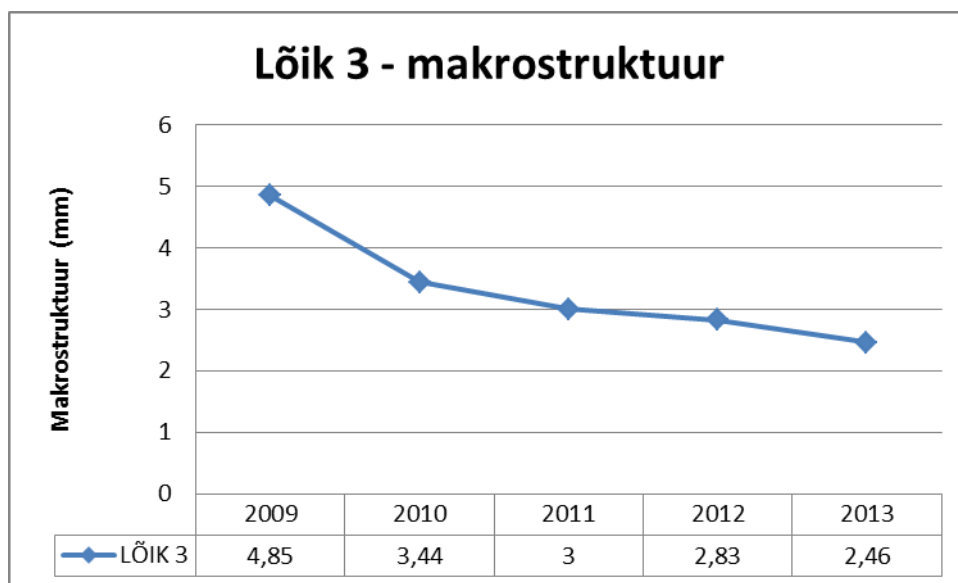
- Katselõik nr 4 – $4,92\text{mm}-2,29\text{mm}=2,63\text{mm}$ on keskmine katte struktuurisügavus vähenenud;
- Katselõik nr 5 vasak paan – $4,85\text{mm}-2,75\text{mm}=2,10\text{mm}$ on keskmine katte struktuurisügavus vähenenud;
- Katselõik nr 5 parem paan – $3,89\text{mm}-1,86\text{mm}=2,03\text{mm}$ on keskmine katte struktuurisügavus vähenenud;
- Katselõik nr 6 – $4,64\text{mm}-2,07\text{mm}=2,57\text{mm}$ on keskmine katte struktuurisügavus vähenenud.



Graafik 1



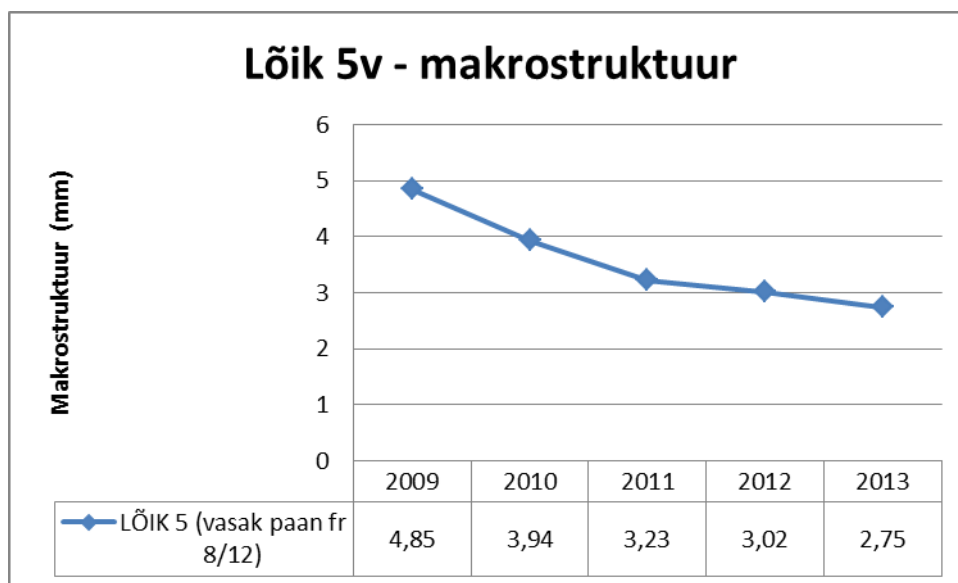
Graafik 2



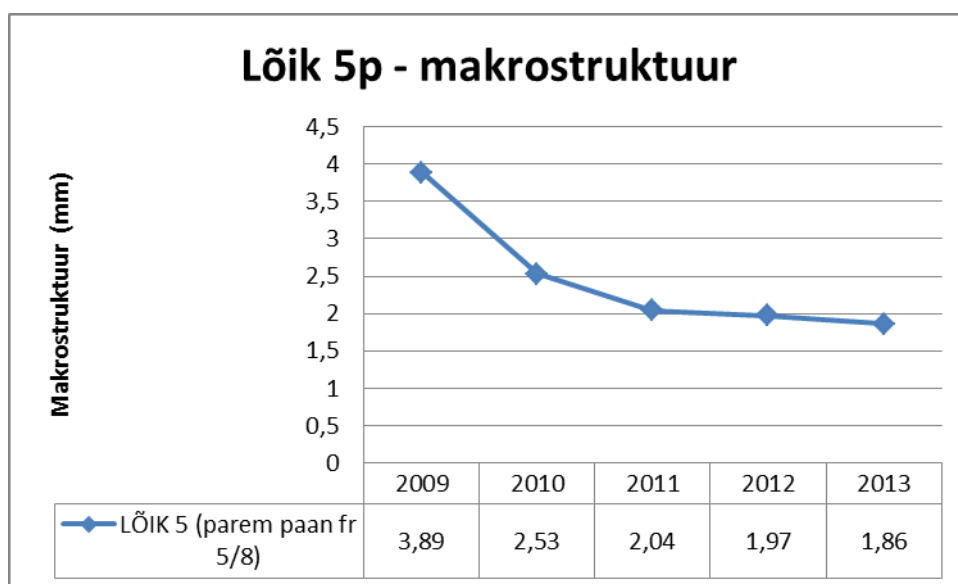
Graafik 3



Graafik 4



Graafik 5



Graafik 6



Graafik 7

Kõikide katselõikude makrostruktuur vastas peale katselõikude valmimist ehk formeerumist teehoiutööde tehnoloogianõuete § 74. toodud nõudele, kus tekstuuri sügavus killustikul 4–8 mm jääb vahemikku 2–4 mm, killustikul 8–12 mm jääb vahemikku 3–6 mm ja killustikul 12–16 mm jääb vahemikku 4–8 mm.

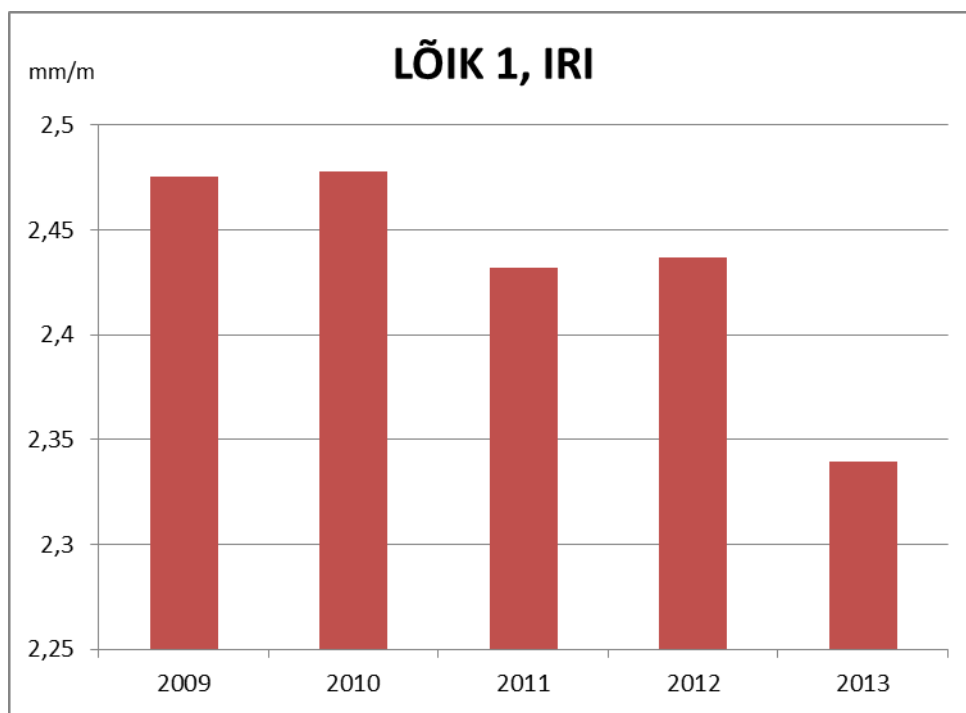
3.2. Tasasus

Tasasust (IRI) on uurimistöö raames mõõdetud 5 korda (välimises sõidujäljes, mõlemas sõidusuunas), esimest korda mõõdeti peale ehitustööde lõppu 12. novembril 2009, teist korda kevadel 12. mail 2010, kolmandat korda 10. mail 2011, neljandat korda 16. mail 2012 ja viiendat korda käesoleva aasta 14. mail 2013. Saadud tulemused koos eelmiste aastate tulemustega on koondatud ühte tabelisse ning need on esitatud aruande lisas 2.

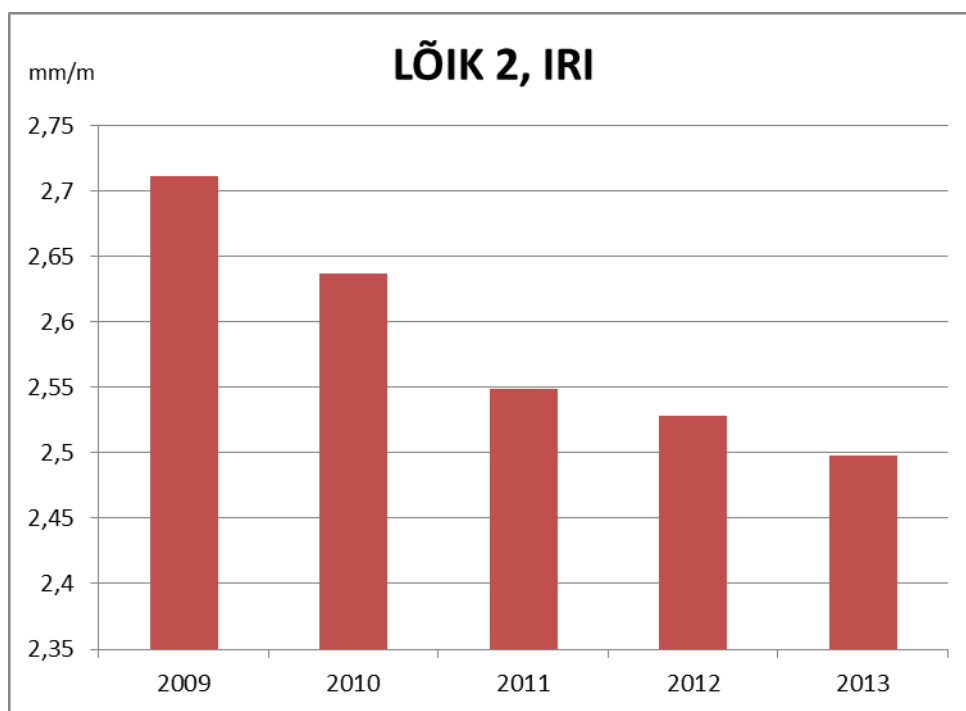
Kokkuvõtte keskmistest tasasuse tulemustest (mõlema sõidusuuna peale kokku) on tehtud alljärgnevas tabelis (tabel 2) ning sellele järgnevas graafikutes (graafikud 8–13):

Tabel 2

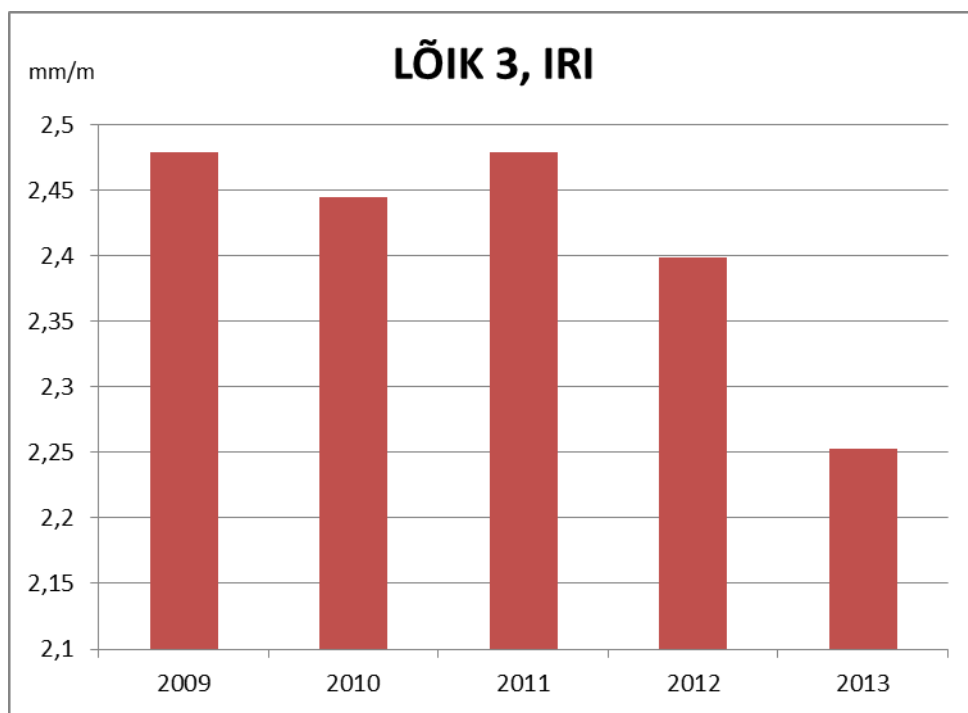
Lõigu nr.	Keskmine IRI 2009 mm/m	Keskmine IRI 2010 mm/m	Keskmine IRI 2011 mm/m	Keskmine IRI 2012 mm/m	Keskmine IRI 2013 mm/m	IRI muutus võrreldes eelmise aastaga
1	2,475	2,478	2,432	2,436	2,340	-0,097
2	2,711	2,637	2,549	2,529	2,498	-0,031
3	2,479	2,445	2,479	2,399	2,252	-0,146
4	2,549	2,474	2,401	2,215	2,203	-0,012
5	2,369	2,381	2,279	2,078	2,086	+0,007
6	2,696	2,775	2,959	2,799	2,960	+0,161
Keskmine	2,5465	2,532	2,516	2,409	2,390	-0,013



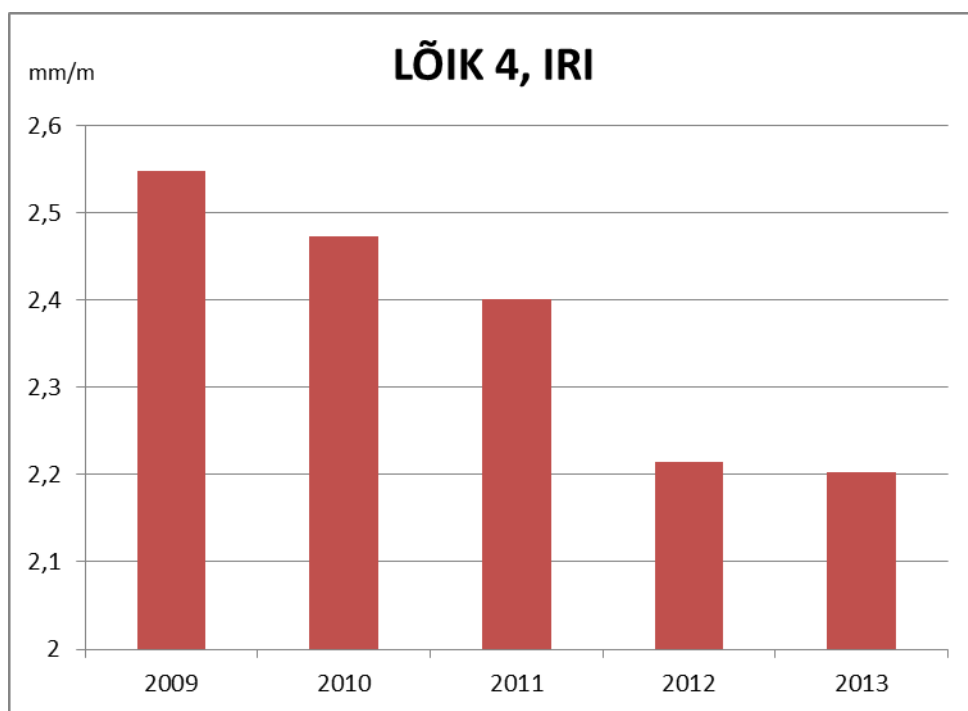
Graafik 8



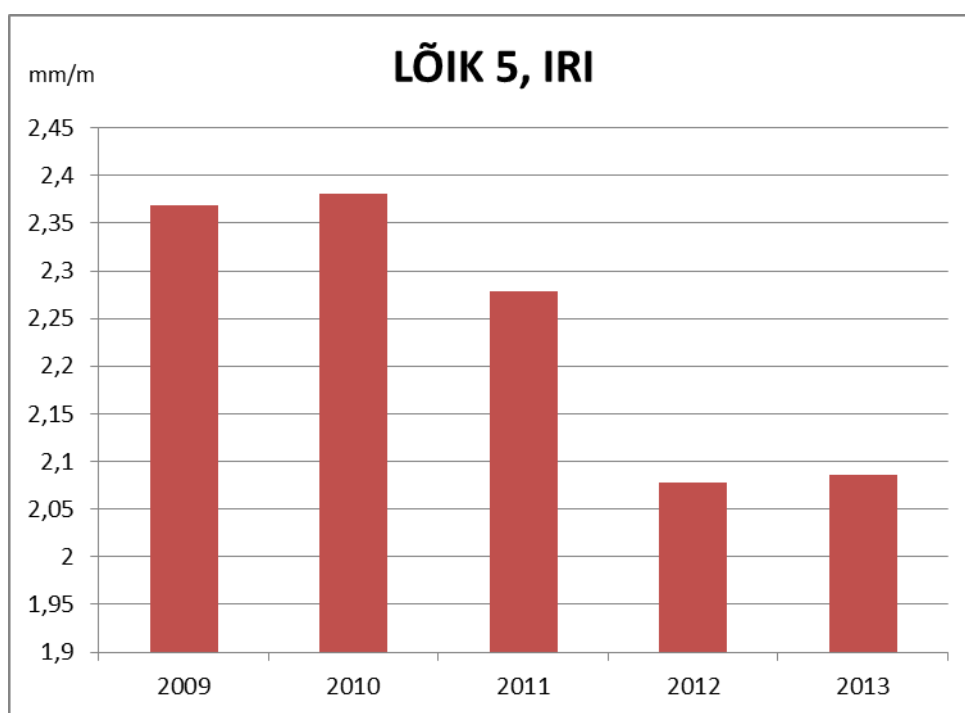
Graafik 9



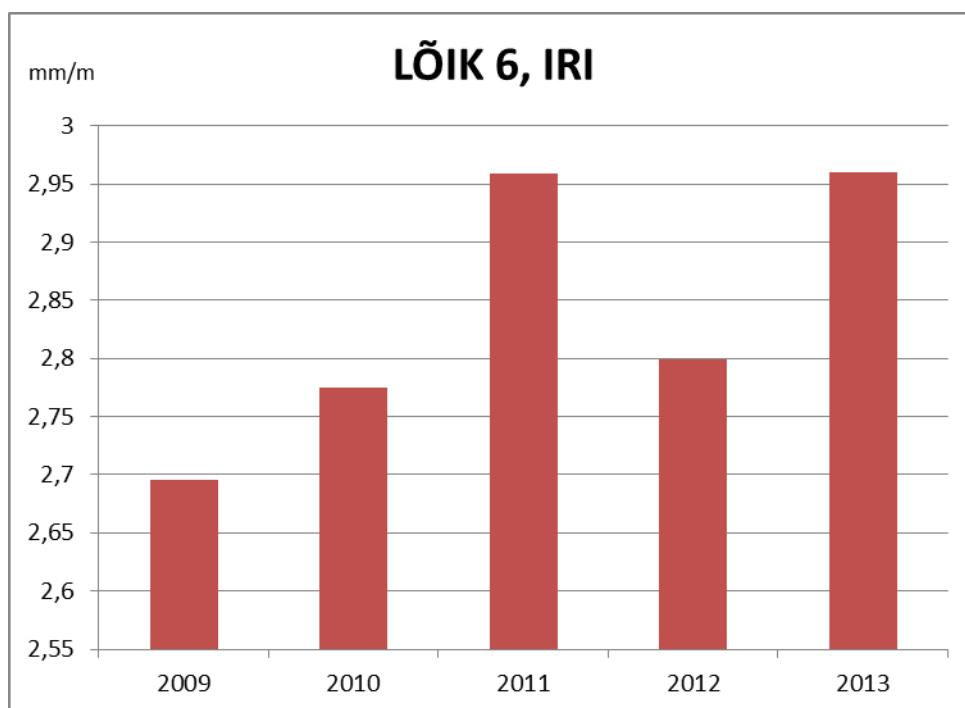
Graafik 10



Graafik 11



Graafik 12



Graafik 13

Lõikude 1-4 IRI väärtused on paranenud mõningal määral ja lõikude 5 ja 6 IRI väärtused on kasvanud (Lõigul 5 sisuliselt samale tasemele jäänud). Lõik 6 IRI väärtus on tagasi 2011 aastal mõõdetud suurusjärgus. Tasasuse mõõtmistulemuste alusel võib öelda, et pinnatud katselõigud formeervad aastate jooksul ning tasasus muutub neil mõningal määral paremaks (katselõigud 1-5). Erandiks on katselõik 6, mille IRI väärtus nelja aastaga on muutunud suuremaks. Tõenäoliselt võib põhjus

peituda sinna paigaldatud ja vähe tihendatud purustatud kruusa 0/16 kihis ning asjaolust, et lõik piirneb ristmikuga, kus toimuvad pidurdamised ja kiirendamised.

3.3. Väljaraiete paksused

Väljaraiete (pindamiskihtide kogupaksus) paksusi on mõõdetud 2009 aastal peale ehitustööde lõppu, 2010, 2011, 2012 ja 2013 aasta kevadel (vaata Lisa 4 katseprotokoll 2447/13). Kokkuvõtvad tulemused on toodud alljärgnevas tabelis (tabel 3):

Tabel 3

Lõigu nr.	2009 aastal mõõdetud paksus mm	2010 aastal mõõdetud paksus mm	2011 aastal mõõdetud paksus mm	2012 aastal mõõdetud paksus mm	2013 aastal mõõdetud paksus mm	Paksuse muutus võrreldes eelmise aastaga mm
1	20	20	18	18	18	0
2	22	22	20	20	21	+1
3	27	26	21	24	22	-2
4	26	23	23	23	19	-4
5	28	22	21	20	19	-1
6	27	28	26	26	26	0

Pindamiskihhi paksuste osas suuri muutusi toimunud ei ole. Vaadates 5 aasta katselõikude mõõtmistulemusi, siis võib jämedalt öelda, et pindamiskihhi paksus väheneb peale valmimist ühe aasta jooksul ca 2-4mm ja sealt edasi enam suuri muutusi ei toimu. Kulumine katselõikudel on olnud minimaalne, mis on reaalne ja tavapärane katselõikudel olevale väiksele liikluskoormusele. Esmane kihipaksuse vähenemine on tõenäoliselt tingitud sellest, et katted formeeruvad ja killustikuterad paiknevad üksteise suhtes aasta-aastalt tihedamalt ja kokkusurutumalt ning tühimikke pindamiskihhis jääb üha vähemaks.

3.4. Väljaraiete tulemustest saadud materjalide kogused

08.05.2013 võeti koos laboratooriumi esindajaga kõikidest pindamisuurimistöölõikudest väljaraided (vt lisa 3) ning leiti laboratoorselt järgmised karakteristikud:

- Lahustuva sideaine sisaldus;
- Terakoostis;
- Paksus;
- Petrograafiline analüüs;
- Kulu kg/m^2 .

Saadud tulemusi on võrreldud eelmistes vahearuanetes toodud tulemustega. Iga katselõigu kohta on lisa 4 koostatud kulunormide leht, mis näitab, kuidas on materjalide kogused pindamiskihhis muutunud ajas.

Kokkuvõtteks väljaraietest saadud tulemustest:

Lõik 1, 2, 3, 4 ja 5 nii puistematerjali kui ka sideaine koguses suuri ja märkimisväärsed muutusi ühe aruandeperioodi vältel toimunud ei ole. Lõik 6 osas kasvab jätkuvalt (aasta-aastalt) puistematerjali osakaal ühel m².

- Lõik 1 väljaraiete tulemustest:
 - Võrreldes tegelikult paigaldatuga (17,8 kg/m²) on viie aasta jooksul vähenenud eelpuiste killustiku (kruuskillustik 12/16) osakaal (5 aasta keskmine 13 kg/m²) pindamiskihis ca **27%**;
 - Võrreldes tegelikult paigaldatuga (20,6 kg/m²) on viie aasta jooksul vähenenud I ja II puiste killustiku (mõlemad graniitkillustik 5/8) osakaal (5 aasta keskmine 17 kg/m²) pindamiskihis ca **17%**;
 - Võrreldes tegelikult paigaldatuga (38,4 kg/m²) on viie aasta jooksul vähenenud kogu puistematerjalide osakaal (5 aasta keskmine 36,6 kg/m²) pindamiskihis ca **5%**;
 - Võrreldes tegelikult paigaldatuga (3,0 kg/m²) on viie aasta jooksul suurenenud sideaine (BE 65R) osakaal (5 aasta keskmine 3,2 kg/m²) pindamiskihis ca **7%**;
- Lõik 2 väljaraiete tulemustest:
 - Võrreldes tegelikult paigaldatuga (18,3 kg/m²) on viie aasta jooksul vähenenud eelpuiste killustiku (kruuskillustik 12/16) osakaal (5 aasta keskmine 17,4 kg/m²) pindamiskihis ca **5%**;
 - Võrreldes tegelikult paigaldatuga (20,5 kg/m²) on viie aasta jooksul vähenenud I ja II puiste killustiku (graniitkillustikud vastavalt 8/12 ja 5/8) osakaal (5 aasta keskmine 18,2 kg/m²) pindamiskihis ca **11%**;
 - Võrreldes tegelikult paigaldatuga (38,8 kg/m²) on viie aasta jooksul suurenenud kogu puistematerjalide osakaal (5 aasta keskmine 41,4 kg/m²) pindamiskihis ca **7%**;
 - Võrreldes tegelikult paigaldatuga (3,12 kg/m²) on viie aasta jooksul suurenenud sideaine (BE 65R) osakaal (5 aasta keskmine 3,3 kg/m²) pindamiskihis ca **6%**;
- Lõik 3 väljaraiete tulemustest:
 - Võrreldes tegelikult paigaldatuga (28,6 kg/m²) on viie aasta jooksul vähenenud eelpuiste ja I puiste killustiku (mõlemad paekivikillustik 8/16) osakaal (5 aasta keskmine 21,1 kg/m²) pindamiskihis ca **26%**;
 - Võrreldes tegelikult paigaldatuga (13,6 kg/m²) on viie aasta jooksul suurenenud II puiste killustiku (graniitkillustik 8/12) osakaal (5 aasta keskmine 13,8 kg/m²) pindamiskihis ca **1%**;
 - Võrreldes tegelikult paigaldatuga (42,1 kg/m²) on viie aasta jooksul suurenenud kogu puistematerjalide osakaal (5 aasta keskmine 45,3 kg/m²) pindamiskihis ca **7%**;

- Võrreldes tegelikult paigaldatuga (3,51 kg/m²) on viie aasta jooksul suurenenud sideaine (BE 65R) osakaal (5 aasta keskmine 3,7 kg/m²) pindamiskihis ca 5%;
- Lõik 4 väljaraiete tulemustest:
 - Võrreldes tegelikult paigaldatuga (25,0 kg/m²) on viie aasta jooksul vähenenud eelpuiste ja I puiste killustiku (mõlemad paekivikillustik 8/16) osakaal (5 aasta keskmine 17,9 kg/m²) pindamiskihis ca 28%;
 - Võrreldes tegelikult paigaldatuga (14,4 kg/m²) on viie aasta jooksul vähenenud II puiste killustiku (graniitkillustik 8/12) osakaal (5 aasta keskmine 13,7 kg/m²) pindamiskihis ca 5%;
 - Võrreldes tegelikult paigaldatuga (39,4 kg/m²) on viie aasta jooksul suurenenud kogu puistematerjalide osakaal (5 aasta keskmine 41,6 kg/m²) pindamiskihis ca 6%;
 - Võrreldes tegelikult paigaldatuga (4,6 kg/m²) on viie aasta jooksul suurenenud sideaine (B270) osakaal (5 aasta keskmine 4,8 kg/m²) pindamiskihis ca 5%;
- Lõik 5 väljaraiete tulemustest:
 - Võrreldes tegelikult paigaldatuga (10,3 kg/m²) on viie aasta jooksul suurenenud eelpuiste killustiku (paekivikillustik 8/16) osakaal (5 aasta keskmine 11,9 kg/m²) pindamiskihis ca 15%;
 - Võrreldes tegelikult paigaldatuga (28,7 kg/m²) on viie aasta jooksul vähenenud I ja II puiste killustiku (mõlemad graniitkillustik 8/12) osakaal (5 aasta keskmine 21,9 kg/m²) pindamiskihis ca 24%;
 - Võrreldes tegelikult paigaldatuga (39,1 kg/m²) on viie aasta jooksul suurenenud kogu puistematerjalide osakaal (5 aasta keskmine 41,4 kg/m²) pindamiskihis ca 6%;
 - Võrreldes tegelikult paigaldatuga (4,2 kg/m²) on viie aasta jooksul vähenenud sideaine (B270) osakaal (5 aasta keskmine 4,1 kg/m²) pindamiskihis ca 2%;
- Lõik 6 väljaraiete tulemustest:
 - Võrreldes tegelikult paigaldatuga (35,4 kg/m²) on viie aasta jooksul suurenenud I ja II puiste killustiku (kruuskillustikud 12/16 ja 8/12) osakaal (5 aasta keskmine 39,9 kg/m²) pindamiskihis ca 13%;
 - Võrreldes tegelikult paigaldatuga (4,7 kg/m²) on viie aasta jooksul suurenenud sideaine (B270) osakaal (5 aasta keskmine 4,8 kg/m²) pindamiskihis ca 2%;

Katselõigud 1 ja 2 ehitati valmis ühe päevaga ehk kõik kihid paigaldati samal päeval. Katselõikudel 3-6 jäeti enne viimase kihi paigaldamist 8päeva aega kattel formeeruda.

Katselõik nr 3 väljaraide katseandmed näitavad, et 8 päeva jooksul, mil kattel lasti formeeruda, on eelpuiste ja I puiste paekivikillustiku 8/16 kadu ca 7kg/m^2 , mis moodustab ca 25% paigaldatust.

Katselõik nr 4 väljaraide katseandmed näitavad, et 8 päeva jooksul, mil kattel lasti formeeruda, on eelpuiste ja I puiste paekivikillustiku 8/16 kadu ca $8,45\text{kg/m}^2$, mis moodustab ca 33% paigaldatust.

Katselõik nr 5 väljaraide katseandmed näitavad, et 8 päeva jooksul, mil kattel lasti formeeruda, on eelpuiste ja I puiste killustiku kadu ca $6,73\text{kg/m}^2$, mis moodustab ca 25% paigaldatust.

4. Visuaalne hinnang

Visuaalne katselõikude vaatlus teostati 08. mail 2013 ja 25. septembril 2013 aastal. Ülevaatuse käigus on teostatud fotosid (vt lisa 4). Vaatlustel tõdeti, et graniitkivikillustikust pealiskihiga lõigud on endiselt hästi säilinud, kate on terviklik ja homogeense väljanägemisega, pindamiskiht on ühtlase tekstuuriga ja tasane ning killustikuterad asuvad tihedalt üksteise kõrval. Eelpuiste või teise kihina kasutatud pae-või kruuskillustiku terasid ei ole katte pealispinnas paljandunud (fotod katte pealispinnast lisas 4). Aruandeperioodi viimasel aastal oli tekkinud Lõigule 3 kattesesse auk (tuvastati sügisel), mis on tõenäoliselt tingitud kattel esinevast võõrkehast (õlilaik vms).

5. Kokkuvõte

Üldiselt on kõik katselõigud (v.a. katselõik nr 6 osaliselt) väga hästi säilinud ning uurimistöö teostamise ajal ei ole nendega suuri ja märgatavaid muudatusi toimunud. Lõikude kulumine ja deformatsioonid on olnud minimaalsed. Sellistes tingimustes on nimetatud pindamise tehnoloogiad ennast õigustanud (v.a. katselõik nr 6 osaliselt), sest lõikudel on tagatud ühtlane ja tasane kate, on tagatud ka piisav karedus libeduse vastu, hooldekulud on olnud minimaalsed, sest katselõikudel ei ole tuvastatud suuri defekte, samuti on kohalikud elanikud rahul, sest tee on muudetud tolmuvabaks. Küsimusi võib tekitada nimetatud pindamistehnoloogiate tasuvus, kuid käesolevas uurimistöös ei ole ette nähtud tasuvusarvutuse tegemist.

Katselõikude nr 1 ja 2 kohta, mis on tehtud ilma viiteta, võib öelda, et katselõik nr 2 konstruktsioon (ülesehitus) on andnud parema tulemi. Puistematerjalide kadu on katseandmete põhjal lõigul nr 2 väiksem. See võib olla tingitud sellest, et kasutatud puistematerjalide fraktsioonid kiht-kihi haaval jäävad järjest väiksemaks ning kiilumise efekt on olnud tõhusam kui katselõigul nr 1.

Katselõikude nr 3-5 alusel, mis ehitati 8- päevase viitega, saab öelda, et lahtist killustikku, mis ei nakkunud sideainega on ca 25-33%, mis harjati enne viimase kihi paigaldamist.

Emulsiooniga tehtud katselõikudel on keskmine väljaraietest saadud bituumeni sisaldus ca 6% suurem, kui see oli katselõikude ehitamise ajal mõõdetud. Võimalik,

et bituumeni sisaldus emulsioonis oli suurem, kui margi enda näitaja. Üldiselt on erinevus võrreldes esialgsega väike. Kõikumine +7%.

Naftabituumeni osakaal on katselõikudel jäänud enamjaolt samadesse piiridesse nagu see oli pindamistöde teostamise ajal. Kõikumine +/-5%.

Sideaine kogused katselõikude uurimise vältel pindamiskihis ei ole ajas märgatavalt muutunud ja mõlemad sideaine liigid on toiminud hästi pindamiskihis.

Katselõik nr 6 ei ole hästi toiminud olukorras, kus see piirneb ristmikuga. Sideaine on tõusnud seal piirkonnas katte pinnale ja seda juba peale ühe aastast ekspluatatsiooni. Lõigul on esinenud ka auke ja roobast ning osaliselt ebatasasusi. Enne ristmikku oleks tulnud sideaine kulunormi vähendada. Samuti nagu ka eelnevates vahearuannetes mainitud, on ilmselt paigaldatud purustatud kruusa kiht vähe tihendatud, mistõttu on nimetatud defektid tekkinud (augud, roopad). Tasasuse näitaja on ka halvenenud aastate jooksul.

Pindamiskihtide paksused jäävad vahemikku:

- vahetult peale valmimist – 20-28mm;
- peale formeerumist – 18-26mm.

Katselõikude tasasus jääb vahemikku:

- vahetult peale valmimist – 2,37-2,71mm/m;
- peale formeerumist – 2,09-2,96mm/m.

Ehitaja poolt pinnatud katselõigud nr 1-5 ja osaliselt 6 on oma välimuselt ja olemuselt väga hästi säilinud neile omistatud tingimustes, aga arvesse võttes asjaolu, et teelõigu liiklussagedus- ja koormus on minimaalsed, ei ole asjakohane ja võimalik käesoleva uurimistö alusel välja töötada kõikidesse tingimustesse sobilikke kvaliteedi hindamise parameetrid ning välja anda analüüsitud andmete põhjal juhendmaterjali. Kui teostatakse kruusateede pindamist, mille liiklussagedus on ca 200 autot/ööpäevas nagu uuritaval lõigul, siis nimetatud meetodid aruandes toodud kulunormidega on sobilikud pindamistöde tegemiseks. Tähelepanu tuleb pöörata ristmikele, kus on soovitatav sideaine kulunormi vähendada 10...15%.

6. Soovitused

Kehtestada nõue kruusateede pindamiskihi IRI-le. Uurimistöde teostaja soovitaks kruusatee eelpuistega kahekordse pindamise IRI nõudeks saadud tulemuste alusel kehtestada 2,7mm/m (vahetult peale pindamistöde lõppu mõõdistatuna).

Jätta kehtima teehoiutööde tehnoloogianõuete § 74. toodud nõuded, kus tekstuuri sügavus killustikul 4–8 mm jääb vahemikku 2–4 mm, killustikul 8–12 mm jääb vahemikku 3–6 mm ja killustikul 12–16 mm jääb vahemikku 4–8 mm;

Jätkata katselõikude jälgimist pikemas perspektiivis ja selgitada välja nende tasuvus erinevates situatsioonides (erinevad liiklussagedused jne).

7. Lisad:

1. Tasasuse mõõtmistulemused;
2. Võetud väljaraiete katseprotokoll 2447/13;
3. Väljaraietest saadud materjalide kulu analüüs;
4. Fotod aruandes väikepiltidena ja CD-l suures formaadis;
 - a. Kevadine ülevaatus;
 - b. Sügisene ülevaatus.

LISA 1

Maantee nr 16108 Herjava-Võnnu

Mõõtmise algus: 16108_1_3_3800; km 4.624

Katselõigu 1 algus: 16108_1_3_3800; km 4.624
Katselõigu 1 pikkus: 393 m
Katselõigu 2 algus: 16108_1_3_4193; km 5.017
Katselõigu 2 pikkus: 396 m
Katselõigu 3 algus: 16108_1_3_4589; km 5.413
Katselõigu 3 pikkus: 392 m
Katselõigu 4 algus: 16108_1_3_4981; km 5.805
Katselõigu 4 pikkus: 396 m
Katselõigu 5 algus: 16108_1_3_5377; km 6.201
Katselõigu 5 pikkus: 394 m
Katselõigu 6 algus: 16108_1_3_5771; km 6.595
Katselõigu 6 pikkus: 393 m
Katselõikude lõpp: 16108_1_3_6164; km 6.988

Keskmine IRI (mõlema sõidusuuna peale kokku)
Keskmine IRI (mõlema sõidusuuna peale kokku)
Keskmine IRI (mõlema sõidusuuna peale kokku)
Keskmine IRI (mõlema sõidusuuna peale kokku)
Keskmine IRI (mõlema sõidusuuna peale kokku)
Keskmine IRI (mõlema sõidusuuna peale kokku)
Keskmine IRI (mõlema sõidusuuna peale kokku)

	2009	2010	2011	2012	2013	erinevus eelmise aastaga
	2,475	2,478	2,432	2,436	2,340	-0,097
	2,711	2,637	2,549	2,529	2,498	-0,031
	2,479	2,445	2,479	2,399	2,252	-0,146
	2,549	2,474	2,401	2,215	2,203	-0,012
	2,369	2,381	2,279	2,078	2,086	0,007
	2,696	2,775	2,959	2,799	2,960	0,161

Mnt nr	Stee	Tee osa	Suund	A_Kaugus	L_Kaugus	M_A_Kaugus	M_L_Kaugus	A_km	Kpv_1_09	IRI_1_1_09	Kilrus_1_1_09	IRI_1_2_09	IRI_1_3_09	Kilrus_1_3_09	IRI_1_3_09 keskm_09	Lõigu nr
16108	1	3	1	3800	3820	0	20	4,624	12.11.09	3,60	54	3,74	55	3,80	56	3,71
16108	1	3	1	3820	3840	20	40	4,644	12.11.09	1,72	57	1,61	58	1,92	58	1,75
16108	1	3	1	3840	3860	40	60	4,664	12.11.09	2,89	60	2,44	60	2,77	61	2,70
16108	1	3	1	3860	3880	60	80	4,684	12.11.09	1,66	62	2,47	63	1,66	64	1,93
16108	1	3	1	3880	3900	80	100	4,704	12.11.09	1,98	65	2,38	65	2,04	66	2,14
16108	1	3	1	3900	3920	100	120	4,724	12.11.09	3,43	67	3,22	68	3,09	68	3,25
16108	1	3	1	3920	3940	120	140	4,744	12.11.09	2,58	69	2,49	69	2,79	70	2,62
16108	1	3	1	3940	3960	140	160	4,764	12.11.09	2,18	70	1,65	70	1,94	71	1,93
16108	1	3	1	3960	3980	160	180	4,784	12.11.09	1,94	70	2,26	70	2,34	70	2,18
16108	1	3	1	3980	4000	180	200	4,804	12.11.09	2,79	70	3,29	70	2,81	70	2,96
16108	1	3	1	4000	4020	200	220	4,824	12.11.09	2,06	70	2,13	70	1,72	70	1,97
16108	1	3	1	4020	4040	220	240	4,844	12.11.09	2,86	70	2,22	70	2,69	70	2,59
16108	1	3	1	4040	4060	240	260	4,864	12.11.09	2,07	70	1,90	70	2,06	70	2,01
16108	1	3	1	4060	4080	260	280	4,884	12.11.09	1,78	69	1,46	69	1,91	69	1,72
16108	1	3	1	4080	4100	280	300	4,904	12.11.09	1,29	69	1,39	69	1,58	69	1,42
16108	1	3	1	4100	4120	300	320	4,924	12.11.09	4,75	69	3,45	69	4,24	69	4,15
16108	1	3	1	4120	4140	320	340	4,944	12.11.09	2,58	69	3,11	69	2,48	69	2,72
16108	1	3	1	4140	4160	340	360	4,964	12.11.09	2,91	69	2,92	69	3,07	69	2,97
16108	1	3	1	4160	4180	360	380	4,984	12.11.09	2,95	69	2,98	69	2,41	69	2,78
16108	1	3	1	4180	4193	380	393	5,004	12.11.09	3,54	69	2,58	69	2,85	69	2,99
16108	1	3	1	4193	4213	0	20	5,017	12.11.09	2,46	68	2,26	68	2,47	68	2,40
16108	1	3	1	4213	4233	20	40	5,037	12.11.09	2,32	68	2,24	68	1,95	68	2,17
16108	1	3	1	4233	4253	40	60	5,057	12.11.09	3,38	68	3,22	68	3,30	68	3,30
16108	1	3	1	4253	4273	60	80	5,077	12.11.09	2,44	68	2,43	68	2,48	68	2,45
16108	1	3	1	4273	4293	80	100	5,097	12.11.09	2,30	69	2,31	69	2,42	69	2,34
16108	1	3	1	4293	4313	100	120	5,117	12.11.09	3,54	68	3,75	69	3,56	69	3,62
16108	1	3	1	4313	4333	120	140	5,137	12.11.09	2,73	68	2,46	68	2,47	68	2,55
16108	1	3	1	4333	4353	140	160	5,157	12.11.09	1,72	68	2,23	68	2,30	68	2,08
16108	1	3	1	4353	4373	160	180	5,177	12.11.09	2,90	68	2,57	68	2,83	68	2,77
16108	1	3	1	4373	4393	180	200	5,197	12.11.09	2,04	69	2,09	69	1,85	69	1,99
16108	1	3	1	4393	4413	200	220	5,217	12.11.09	2,84	69	2,36	69	2,47	69	2,55
16108	1	3	1	4413	4433	220	240	5,237	12.11.09	1,87	69	2,02	69	1,58	69	1,82
16108	1	3	1	4433	4453	240	260	5,257	12.11.09	1,94	69	2,12	69	1,98	69	2,01
16108	1	3	1	4453	4473	260	280	5,277	12.11.09	3,12	69	2,92	69	3,04	69	3,03
16108	1	3	1	4473	4493	280	300	5,297	12.11.09	1,55	69	1,65	69	1,93	69	1,71
16108	1	3	1	4493	4513	300	320	5,317	12.11.09	2,04	69	2,37	69	2,28	69	2,23
16108	1	3	1	4513	4533	320	340	5,337	12.11.09	2,45	69	2,26	69	2,30	69	2,34
16108	1	3	1	4533	4553	340	360	5,357	12.11.09	1,63	69	1,71	69	1,73	69	1,69
16108	1	3	1	4553	4573	360	380	5,377	12.11.09	5,35	69	2,57	69	2,63	69	3,51
16108	1	3	1	4573	4589	380	396	5,397	12.11.09	1,60	69	2,83	69	2,09	69	2,17
16108	1	3	1	4589	4609	0	20	5,413	12.11.09	5,19	69	4,21	69	4,95	69	4,79
16108	1	3	1	4609	4629	20	40	5,433	12.11.09	2,71	69	2,30	69	2,34	69	2,45
16108	1	3	1	4629	4649	40	60	5,453	12.11.09	2,37	69	2,59	69	4,71	69	3,22
16108	1	3	1	4649	4669	60	80	5,473	12.11.09	1,72	69	2,15	69	1,83	69	1,90
16108	1	3	1	4669	4689	80	100	5,493	12.11.09	2,68	69	2,00	69	2,26	69	2,31
16108	1	3	1	4689	4709	100	120	5,513	12.11.09	2,04	69	2,22	69	2,20	69	2,15
16108	1	3	1	4709	4729	120	140	5,533	12.11.09	2,67	69	2,35	69	2,64	69	2,55
16108	1	3	1	4729	4749	140	160	5,553	12.11.09	6,44	69	6,29	69	6,33	69	6,35
16108	1	3	1	4749	4769	160	180	5,573	12.11.09	2,98	69	2,59	69	2,88	69	2,82
16108	1	3	1	4769	4789	180	200	5,593	12.11.09	2,69	69	2,78	69	2,94	69	2,80
16108	1	3	1	4789	4809	200	220	5,613	12.11.09	2,43	69	2,26	69	2,41	69	2,37
16108	1	3	1	4809	4829	220	240	5,633	12.11.09	1,62	69	1,24	69	1,84	69	1,57
16108	1	3	1	4829	4849	240	260	5,653	12.11.09	2,11	69	2,43	69	1,99	69	2,18
16108	1	3	1	4849	4869	260	280	5,673	12.11.09	2,11	69	1,83	69	2,12	69	2,02
16108	1	3	1	4869	4889	280	300	5,693	12.11.09	1,99	69	1,74	69	1,97	69	1,90
16108	1	3	1	4889	4909	300	320	5,713	12.11.09	2,47	69	2,26	69	2,37	69	2,37
16108	1	3	1	4909	4929	320	340	5,733	12.11.09	1,94	68	1,65	68	1,96	68	1,85
16108	1	3	1	4929	4949	340	360	5,753	12.11.09	1,63	68	1,74	68	1,79	68	1,72
16108	1	3	1	4949	4969	360	380	5,773	12.11.09	2,44	68	2,49	68	2,07	68	2,33
16108	1	3	1	4969	4981	380	392	5,793	12.11.09	2,68	68	1,98	68	2,64	68	2,43
16108	1	3	1	4981	5001	0	20	5,805	12.11.09	2,59	68	2,29	68	2,65	68	2,51
16108	1	3	1	5001	5021	20	40	5,825	12.11.09	2,22	68	2,73	68	2,07	68	2,34
16108	1	3	1	5021	5041	40	60	5,845	12.11.09	3,14	68	2,17	68	2,71	68	2,68
16108	1	3	1	5041	5061	60	80	5,865	12.11.09	1,57	68	2,04	68	1,77	68	1,79
16108	1	3	1	5061	5081	80	100	5,885	12.11.09	2,42	68	2,13	68	2,27	68	2,27
16108	1	3	1	5081	5101	100	120	5,905	12.11.09	2,21	68	2,17	68	2,34	68	2,24
16108	1	3	1	5101	5121	120	140	5,925	12.11.09	2,33	68	1,77	68	1,60	68	1,90
16108	1	3	1	5121	5141	140	160	5,945	12.11.09	2,24	68	2,15	68	1,74	68	2,04
16108	1	3	1	5141	5161	160	180	5,965	12.11.09	2,24	68	2,32	68	1,65	68	2,07
16108	1	3	1	5161	5181	180	200	5,985	12.11.09	1,97	68	1,77	68	2,04	68	1,93
16108	1	3	1	5181	5201	200	220	6,005	12.11.09	3,04	68	2,09	68	2,78	68	2,64
16108	1	3	1	5201	5221	220	240	6,025	12.11.09	2,42	68	2,04	68	2,39	68	2,28
16108	1	3	1	5221	5241	240	260	6,045	12.11.09	2,73	68	2,22	68	2,84	68	2,60
16108	1	3	1	5241	5261	260	280	6,065	12.11.09	2,00	68	1,74	68	2,50	68	2,08
16108	1	3	1	5261	5281	280	300	6,085	12.11.09	4,76	68	2,20	68	5,51	68	4,16

Kpv_1_10	IRI_1_1_10	Kilrus_1_1_10	IRI_1_2_10	Kilrus_1_2_10
----------	------------	---------------	------------	---------------

16108	1	3	2	5001	5021	20	40	5,845	12.11.09	3,68	69	3,15	68	3,90	68	3,58	2009	13.05.10	3,48	71	3,24	70	3,25	70	3,33	2010	10.05.2011	2,93	69	2,85	69	3,23	69	3,01	2011	16.05.2012	3,18	74	3,38	75	2,91	74	3,16	2012	14.05.2013	3,01	74	3,28	74	3,19	74	3,16	2013		
16108	1	3	2	4981	5001	0	20	5,825	12.11.09	2,80	68	2,82	68	2,09	69	2,57	2,72	13.05.10	2,07	71	2,56	71	2,21	70	2,28	2,63	10.05.2011	1,82	69	2,10	69	2,07	69	2,00	2,43	16.05.2012	2,25	73	2,03	74	2,06	74	2,12	2,37	14.05.2013	2,55	74	2,58	74	1,96	75	2,36	2,31		
16108	1	3	2	4969	4981	380	392	5,805	12.11.09	3,15	69	2,94	68	3,01	69	3,04		13.05.10	3,54	71	6,26	71	3,04	70	4,28		10.05.2011	2,34	69	2,86	69	2,64	69	2,61		16.05.2012	2,44	72	2,37	73	2,55	73	2,45		14.05.2013	2,71	74	2,52	75	2,53	75	2,59			
16108	1	3	2	4949	4969	360	380	5,793	12.11.09	2,54	69	3,17	69	2,78	69	2,83		13.05.10	3,08	71	4,89	71	3,62	71	3,86		10.05.2011	2,84	69	3,05	69	3,06	69	2,98		16.05.2012	3,41	72	4,91	73	4,11	72	4,14		14.05.2013	2,73	75	3,05	75	3,15	75	2,98			
16108	1	3	2	4929	4949	340	360	5,773	12.11.09	2,31	68	2,31	69	2,47	69	2,36		13.05.10	2,25	71	3,30	71	2,37	71	2,64		10.05.2011	2,56	69	2,13	69	2,15	69	2,28		16.05.2012	2,18	71	2,33	72	2,00	71	2,17		14.05.2013	2,01	74	1,87	75	1,94	75	1,94			
16108	1	3	2	4909	4929	320	340	5,753	12.11.09	1,72	68	2,02	68	1,76	68	1,83		13.05.10	1,37	70	1,34	70	1,35	70	1,35		10.05.2011	1,79	69	1,76	69	1,94	69	1,83		16.05.2012	1,81	71	1,49	71	1,73	71	1,68		14.05.2013	1,68	74	1,77	74	1,64	74	1,70			
16108	1	3	2	4889	4909	300	320	5,733	12.11.09	1,70	68	1,73	68	1,77	68	1,73		13.05.10	2,53	70	2,59	70	2,19	70	2,44		10.05.2011	2,21	69	2,09	68	2,15	68	2,15		16.05.2012	1,86	71	1,99	70	2,04	70	1,96		14.05.2013	2,28	74	2,39	74	1,92	74	2,20			
16108	1	3	2	4869	4889	280	300	5,713	12.11.09	1,91	68	1,83	68	2,17	68	1,97		13.05.10	2,21	70	2,49	70	2,30	70	2,33		10.05.2011	2,41	69	2,08	68	2,49	68	2,33		16.05.2012	2,59	70	3,10	70	2,59	70	2,76		14.05.2013	2,57	74	1,75	74	2,45	74	2,26			
16108	1	3	2	4849	4869	260	280	5,693	12.11.09	1,62	68	1,80	68	1,91	68	1,78		13.05.10	1,93	70	1,92	70	1,89	70	1,91		10.05.2011	2,47	69	1,64	68	1,36	68	1,83		16.05.2012	1,84	70	1,93	70	2,02	70	1,93		14.05.2013	1,45	74	1,01	74	1,16	73	1,21			
16108	1	3	2	4829	4849	240	260	5,673	12.11.09	2,36	68	2,33	68	2,31	68	2,33		13.05.10	1,86	70	2,36	70	2,37	70	2,19		10.05.2011	2,33	69	2,01	68	2,07	68	2,14		16.05.2012	1,86	70	1,80	69	2,05	70	1,90		14.05.2013	2,26	74	1,88	72	1,75	72	1,97			
16108	1	3	2	4809	4829	220	240	5,653	12.11.09	2,18	68	2,37	68	2,71	68	2,42		13.05.10	2,21	70	2,26	70	2,54	70	2,34		10.05.2011	2,09	68	2,04	68	2,06	68	2,07		16.05.2012	1,91	69	2,24	69	1,78	69	1,97		14.05.2013	1,99	75	2,48	70	3,03	71	2,50			
16108	1	3	2	4789	4809	200	220	5,633	12.11.09	2,65	68	3,43	68	2,81	68	2,96		13.05.10	2,77	70	2,80	70	3,88	70	3,15		10.05.2011	2,84	68	2,22	68	2,25	68	2,44		16.05.2012	2,24	69	2,01	70	1,86	68	2,03		14.05.2013	1,45	74	1,62	69	1,64	70	1,57			
16108	1	3	2	4769	4789	180	200	5,613	12.11.09	2,30	68	2,29	68	2,51	68	2,37		13.05.10	1,94	70	2,01	70	2,61	70	2,19		10.05.2011	2,35	68	2,01	68	1,94	68	2,10		16.05.2012	1,70	68	1,91	69	1,81	66	1,84		14.05.2013	2,11	74	2,13	68	2,04	69	2,09			
16108	1	3	2	4749	4769	160	180	5,593	12.11.09	2,28	68	2,16	68	2,16	68	2,20		13.05.10	2,21	70	2,30	70	2,83	70	2,45		10.05.2011	1,83	68	1,82	69	1,68	68	1,78		16.05.2012	1,87	68	1,65	69	2,51	65	2,01		14.05.2013	1,77	74	1,62	68	1,82	68	1,74			
16108	1	3	2	4729	4749	140	160	5,573	12.11.09	2,36	68	2,38	68	2,17	68	2,37		13.05.10	2,62	70	2,29	70	2,35	70	2,42		10.05.2011	2,43	68	2,34	69	2,41	68	2,39		16.05.2012	2,43	67	2,14	69	3,23	65	2,60		14.05.2013	2,56	74	2,49	67	2,18	67	2,41			
16108	1	3	2	4709	4729	120	140	5,553	12.11.09	2,01	68	2,02	68	2,14	68	2,05		13.05.10	1,88	70	2,07	70	2,15	70	2,04		10.05.2011	1,51	68	1,89	68	1,92	69	1,77		16.05.2012	1,88	67	1,70	69	1,93	64	1,84		14.05.2013	1,56	74	1,62	67	1,77	67	1,65			
16108	1	3	2	4689	4709	100	120	5,533	12.11.09	3,94	68	4,08	68	3,44	68	3,82		13.05.10	4,62	70	4,00	70	4,72	70	4,45		10.05.2011	4,07	68	3,53	68	3,22	69	3,60		16.05.2012	3,88	67	3,94	69	4,42	64	4,08		14.05.2013	3,21	74	3,70	67	3,11	67	3,34			
16108	1	3	2	4669	4689	80	100	5,513	12.11.09	2,37	68	2,75	68	3,37	68	2,83		13.05.10	3,55	71	2,04	70	2,41	70	2,67		10.05.2011	3,10	68	2,97	69	3,33	69	3,13		16.05.2012	2,71	67	2,71	70	2,92	65	2,78		14.05.2013	3,35	74	3,33	68	3,03	68	3,24			
16108	1	3	2	4649	4669	60	80	5,493	12.11.09	2,08	69	2,40	69	2,27	69	2,25		13.05.10	2,46	71	2,59	71	2,32	71	2,46		10.05.2011	2,79	69	2,70	69	3,07	69	3,06		16.05.2012	3,20	68	3,84	71	2,81	66	3,29		14.05.2013	3,01	74	2,43	68	2,97	68	2,80			
16108	1	3	2	4629	4649	40	60	5,473	12.11.09	2,11	69	1,85	69	1,84	69	1,94		13.05.10	1,88	71	1,72	71	1,95	71	1,85		10.05.2011	1,95	69	2,12	69	3,64	69	2,37		16.05.2012	3,08	68	2,64	71	1,91	66	2,54		14.05.2013	2,41	74	2,16	69	2,68	69	2,42			
16108	1	3	2	4609	4629	20	40	5,453	12.11.09		69	2,86	69	2,34	69	2,60		13.05.10	2,55	71	2,58	71	2,83	71	2,65		10.05.2011	1,92	69	2,33	69	1,86	69	2,04		16.05.2012	1,70	68	1,80	72	1,80	67	1,77		14.05.2013	1,76	74	1,85	69	2,07	69	1,90			
16108	1	3	2	4589	4609	0	20	5,433	12.11.09	1,44	69	1,10	69	1,58	68	1,37		13.05.10	1,51	71	1,22	71	1,43	70	1,39		10.05.2011	1,77	69	2,02	69	2,00	69	1,93		16.05.2012	1,54	68	1,90	72	1,59	68	1,68		14.05.2013	1,27	74	1,46	69	1,61	68	1,44			
16108	1	3	2	4573	4589	380	396	5,413	12.11.09	4,22	68	4,23	68	4,66	68	4,37		13.05.10	4,47	70	4,51	71	4,47	70	4,48		10.05.2011	3,77	68	3,76	68	4,88	68	4,20		16.05.2012	4,45	68	4,39	72	4,81	68	4,55		14.05.2013	4,88	74	4,83	68	4,41	68	4,71			
16108	1	3	2	4553	4573	360	380	5,397	12.11.09	3,26	68	2,58	68	2,77	68	2,87		13.05.10	2,08	70	3,44	70	3,13	70	2,88		10.05.2011	1,77	68	2,52	68	2,45	68	2,25		16.05.2012	2,56	68	2,44	72	2,83	69	2,61		14.05.2013	2,49	74	2,20	68	2,54	67	2,41			
16108	1	3	2	4533	4553	340	360	5,377	12.11.09	1,97	68	2,34	68	2,51	68	2,27		13.05.10	1,84	71	1,96	71	1,84	70	1,88		10.05.2011	2,30	69	2,08	69	1,75	69	2,04		16.05.2012	1,97	68	1,95	72	1,77	69	1,90		14.05.2013	1,36	74	1,75	68	1,95	67	1,69			
16108	1	3	2	4513	4533	320	340	5,357	12.11.09	3,00	69	2,78	69	2,20	69	2,66		13.05.10	2,76	71	3,36	71	3,31	71	3,14		10.05.2011	2,26	69	2,63	69	3,44	69	2,77		16.05.2012	2,73	69	2,44	73	2,59	70	2,59		14.05.2013	2,89	74	3,14	68	3,30	67	3,11			
16108	1	3	2	4493	4513	300	320	5,337	12.11.09	2,54	69	2,51	69	2,19	69	2,41		13.05.10	2,71	71	2,97	71	2,85	71	2,84		10.05.2011	2,26	69	2,70	69	2,88	69	2,61		16.05.2012	2,71	70	2,88	73	2,47	70	2,69		14.05.2013	3,11	75	3,18	69	2,47	67	2,92			
1610																																																							

LISA 2

TEEDE TEHNOKESKUS AS
JÄRELEVALVE OSAKOND
Väike-Männiku 26
11216 TALLINN

KATSEPROTOKOLL NR 2447/13

15.08.2013 nr 3-7/4098

Lk 1/3

Tellija	TEEDE TEHNOKESKUS AS, JÄRELEVALVE OSAKOND
Tööülesanne	Herjava-Võnnu pindamisuurimistöö katselõikudelt võetud pindamisproovide väljaraiete katsetamine.
Proovide kirjeldus	Proovid võeti 08.05.13 kell 11.30 kuni 13.30 (labori töötaja A.Palli poolt, tellija esindaja J.Tükki juuresolekul) ja toodi samal päeval laborisse katsetamiseks labori töötaja poolt. Laboris registreeriti proovid järgnevalt: • 1.väljaraie – registreerimisnumbriga 1499. (Lõik 1, 225 m lõigu algusest, parem sõidusuund, välimine rattajälg, mõõtmed: 40,0 x 38,4 x 38,0 x 38,9 cm, pindala $S \approx 0,1503 \text{ m}^2$) • 2.väljaraie – registreerimisnumbriga 1500. (Lõik 2, 245 m lõigu algusest, parem sõidusuund, välimine rattajälg, mõõtmed: 39,0 x 36,4 x 39,8 x 39,9 cm, pindala $S \approx 0,1489 \text{ m}^2$) • 3.väljaraie – registreerimisnumbriga 1501. (Lõik 3, 230 m lõigu algusest, parem sõidusuund, välimine rattajälg, mõõtmed: 41,0 x 43,0 x 42,9 x 41,8 cm, pindala $S \approx 0,1771 \text{ m}^2$) • 4.väljaraie – registreerimisnumbriga 1502. (Lõik 4, 225 m lõigu algusest, parem sõidusuund, välimine rattajälg, mõõtmed: 40,8 x 41,9 x 41,0 x 40,1 cm, pindala $S \approx 0,1673 \text{ m}^2$) • 5.väljaraie – registreerimisnumbriga 1503. (Lõik 5, 140 m lõigu algusest, vasak sõidusuund, välimine rattajälg, mõõtmed: 41,0 x 42,9 x 42,2 x 41,8 cm, pindala $S \approx 0,1753 \text{ m}^2$) • 6.väljaraie – registreerimisnumbriga 1504. (Lõik 6, 225 m lõigu algusest, parem sõidusuund, välimine rattajälg, mõõtmed: 41,9 x 40,0 x 38,0 x 39,1 cm, pindala $S \approx 0,1560 \text{ m}^2$) Tellija poolne märkus: Väljaraided nr 1 kuni 3 bituumenemulsiooniga BE65R ja nr 4 kuni 6 naftabituumeniga B270.
Katsetamine ja tulemused	Katsetamise tulemused on esitatud katseprotokollis lk 2/3 kuni 3/3.

Saadud tulemused kehtivad ainult kirjeldatud proovide kohta.

Vastutav teostaja

Amet Labori juhataja

Nimi Silver Siht

Protokolli osaliseks kopeerimiseks tuleb taotleda labori kirjalik luba.

Labor väljastab ainult värvilise templiga katseprotokolle.

Jrk nr	Omadus	Katsemeetod	Proovi reg. nr	Katsetamise tulemus	Tähis
1.	Lahustuva sideaine sisaldus	EVS-EN 12697-1:2012 (massierinevuste meetod)	1499	8,6 %	S
			1500	7,1 %	
			1501	7,3 %	
			1502	10,8 %	
			1503	9,4 %	
			1504	7,4 %	

2. Terakoostis EVS-EN 12697-2:2003+A1:2007 järgi:

Reg. nr	Läbib sõela ava (mm) massi %-des													
	31,5	25	20	16	12,5	8	6,3	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063
1499			100	95	70	58	48	30	20	16	13	10	8	7,3
1500			100	96	68	34	28	21	15	13	11	9	7	6,2
1501			100	99	89	43	33	25	19	16	14	12	10	9,2
1502			100	99	91	40	32	25	19	16	13	11	9	7,6
1503		100	99	97	85	34	26	20	16	14	12	9	7	6,1
1504	100	99	98	94	77	50	42	30	24	20	14	9	6	5,1

3. Pindamiskihi väljaraide keskmine paksus:

Proovi reg. nr	Keskmine paksus
1499	18 mm
1500	21 mm
1501	22 mm
1502	19 mm
1503	19 mm
1504	26 mm

TEHNOKESKUSE LABORATOORIUM
 Teede Tehnokeskus
 DOKUMENDI ORIGINAAL

4. Peale proovist sideaine eraldamist sõeluti kivimaterjalist välja üle 4 mm terad ning määrati teradele lihtsustatud petrograafiline analüüs:

Omadus	Katsemeetod	Proovi	Katsetamise		Tähis
		nr	Fr, mm	tulemus	
Lihtsustatud petrograafiline analüüs	*EVS-EN 932-3:2000+A1:2003	1499	> 4	49,1 % tardkivid 50,9 % settekivid	-
		1500		44,3 % tardkivid 55,7 % settekivid	
		1501		32,2 % tardkivid 67,8 % settekivid	
		1502		46,4 % tardkivid 53,6 % settekivid	
		1503		64,9 % tardkivid 35,1 % settekivid	

* - Eesti Akrediteerimiskeskuse poolt akrediteerimata katse.

5. Pindamiskihi materjal jagunes koguseliselt ruutmeetri kohta järgnevalt

DOKUMENDI ORIGINAL

Frakt. mm	Proov nr 1499		Proov nr 1500		Proov nr 1501	
	Tardkivid	Settekivid	Tardkivid	Settekivid	Tardkivid	Settekivid
	kg/m ²		kg/m ²		kg/m ²	
20/25	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1
16/20	0,3	1,3	0,2	1,2	0,0	0,2
12,5/16	1,2	8,1	1,9	9,6	0,4	4,1
8/12,5	1,4	3,0	8,2	6,0	7,6	12,6
6,3/8	3,4	0,2	1,7	0,6	1,8	2,8
4/6,3	6,1	0,3	2,4	0,7	0,9	2,5
2/4	3,5		2,3		2,8	
1/2	1,4		1,1		1,4	
0,5/1	1,1		0,9		1,0	
0,25/5	1,0		0,8		0,8	
0,125/0,25	0,8		0,7		0,7	
0,063/0,125	0,4		0,3		0,5	
0/0,063	2,6		2,5		4,1	
sideaine	3,4		3,2		3,5	

Frakt. mm	Proov nr 1502		Proov nr 1503		Proov nr 1504
	Tardkivid	Settekivid	Tardkivid	Settekivid	
	kg/m ²		kg/m ²		kg/m ²
25/31,5					0,8
20/25	0,0	0,0	0,1	0,1	0,3
16/20	0,0	0,2	0,0	0,8	2,3
12,5/16	1,0	2,5	1,7	3,2	10,6
8/12,5	10,9	9,7	15,9	5,3	16,5
6,3/8	1,5	1,8	2,5	1,1	5,3
4/6,3	0,7	2,1	1,2	1,0	7,3
2/4	2,5		1,6		3,9
1/2	1,3		1,1		2,2
0,5/1	1,0		1,0		3,7
0,25/5	1,0		1,0		3,3
0,125/0,25	0,8		0,8		1,6
0,063/0,125	0,4		0,4		0,6
0/0,063	3,1		2,5		3,2
sideaine	4,9		4,3		4,9

LISA 3

Lõik nr 1

				2009	2010	2011	2012	2013	keskmine
Puistematerjal	Projekt kulunorm	Päevikutes märgitud kulunorm	Objektil mõõdetud kulunorm, 2 proovi keskmine	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm
	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2
Eelpuiste, 12/16 kruuskillustik	17	18,6	17,83	14,6	12,6	11,9	12,8	12,9	12,96
I killustiku puistekiht, 5/8 graniit	8-10	10,9	9,28	19,2	17,5	16,9	15,5	15,9	17,0
II killustiku puistekiht, 5/8 graniit	12-13	12,3	11,31						
väljaraide ekstraheerimisel alla 2mm teramõõduga materjali kogus:				4,3	7,4	6,7	7,7	7,3	6,68
KOKKU:	37-40	41,8	38,42	38,1	37,5	35,5	36	36,1	36,64

				2009	2010	2011	2012	2013	keskmine
Sideaine	Projektne kulunorm	Päevikus märgitud kulunorm	Objektil mõõdetud kulunorm, 2 proovi keskmine	Väljaraidest saadud kulunorm	väljaraidest saadud kulunorm	väljaraidest saadud kulunorm	väljaraidest saadud kulunorm	väljaraidest saadud kulunorm	väljaraidest saadud kulunorm
	l/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2
BE 65R, I sideaine	2,1-2,2	2,2	2,09	3,0	3,3	3,3	3,1	3,4	3,2
BE 65R, II sideaine	2,6	2,6	2,56						
KOKKU:	4,7-4,8	4,8	4,6	3,0	3,3	3,3	3,1	3,4	3,2

Lõik nr 2

				2009	2010	2011	2012	2013	keskmine
Puistematerjal	Projekt kulunorm	Päevikutes sisalduv kulunorm	mõõdetud kulunorm, 2 proovi keskmine	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraides t saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraide st saadud kulunorm	Väljaraide st saadud kulunorm
	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2
Eelpuiste, 12/16 kruuskillustik	17	18,6	18,34	16,2	19,0	18,3	15,5	18,2	17,44
I killustiku puistekiht, 8/12	10-12	12	12,03	20,0	17,7	18,8	17,8	16,7	18,2
puistekiht, 5/8 graniit	12-13	10,9	8,43						
väljaraide ekstraheerimisel alla 2mm teramõõduga materjali kogus:				4,3	5,8	6,8	5,8	6,3	5,8
KOKKU:	39-42	41,5	38,8	40,5	42,5	43,9	39,1	41,2	41,44

				2009	2010	2011	2012	2013	keskmine
Sideaine	Projektne kulunorm	Päevikus märgitud kulunorm	Objektil mõõdetud kulunorm, 2 proovi keskmine	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraides t saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraide st saadud kulunorm	Väljaraide st saadud kulunorm
	l/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2
BE 65R, I sideaine	2,5-2,6	2,5	2,27	3,4	3,2	3,3	3,5	3,2	3,3
BE 65R, II sideaine	2,4	2,5	2,49						
KOKKU:	4,9-5,0	5,0	4,8	3,4	3,2	3,3	3,5	3,2	3,3

Lõik nr 3

				2009		2010	2011	2012	2013	keskmine
Puistematerjal	Projekt kulunorm	Päevikus märgitud kulunorm	Objektil mõõdetud kulunorm, 2 proovi keskmine	Väljaraidest saadud kulunorm*	Väljaraidest saadud kulunorm**	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm
	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2
Eelpuiste, 8/16 paekivikillustik	17	15	12,21	27,6	20,6	20,8	21,5	20,2	22,3	21,1
I killustiku puistekiht, 8/16 paekivi	18-20	18,2	16,37							
II killustiku puistekiht, 8/12 graniit	15-16	16,4	13,55	0,0	15,0	14,8	15,0	13,7	10,7	13,8
väljaraide ekstraheerimisel alla 4mm teramõõduga materjali kogus:				7,6	9,4	9,1	10,5	11,4	11,3	10,34
KOKKU:	50-53	49,6	42,13	35,2	45,0	44,7	47,0	45,3	44,3	45,3

* enne viimase kihi paigaldamist

**peale kõikide kihtide paigaldamist

Sideaine	Projektne kulunorm	Päevikus märgitud kulunorm	Objektil mõõdetud kulunorm, 2 proovi keskmine	2009 Väljaraidest saadud kulunorm	2010 Väljaraidest saadud kulunorm	2011 Väljaraidest saadud kulunorm	2012 Väljaraidest saadud kulunorm	2013 Väljaraidest saadud kulunorm	keskmine Väljaraidest saadud kulunorm
	l/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2
BE 65R, I sideaine	2,6-2,8	2,7	2,63	3,6	3,7	3,9	3,7	3,5	3,7
sideaine	2,6-2,8	3,14	2,75						
KOKKU:	5,2-5,6	5,8	5,4	3,6	3,7	3,9	3,7	3,5	3,7

Lõik nr 4

				2009		2010	2011	2012	2013	keskmine
Puistematerjal	Projekt kulunorm	Päevikus märgitud kulunorm	mõõdetud kulunorm, 2 proovi keskmine	Väljaraidest saadud kulunorm*	Väljaraidest saadud kulunorm**	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraides t saadud kulunorm
	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2
Eelpuiste, 8/16 paekivikillustik	17	18,3	11,5	16,6	16,0	16,7	20,0	20,7	16,3	17,9
I killustiku puistekiht, 8/16 paekivikillustik	18-20	15	13,55							
II killustiku puistekiht, 8/12 graniit	15-16	16,8	14,39	0,0	14,7	13,5	13,2	12,8	14,1	13,7
väljaraide ekstraheerimisel alla 4mm teramõõduga materjali kogus				7,8	8,8	9,5	10,3	11,3	10,1	10,0
KOKKU:	50-53	50,1	39,44	24,4	39,5	39,7	43,5	44,8	40,5	41,6

* enne viimase kihi paigaldamist

**peale kõikide kihtide paigaldamist

				2009	2010	2011	2012	2013	keskmine
Sideaine	Projektne kulunorm	Päevikus märgitud kulunorm	Objektil mõõdetud kulunorm, 2 proovi keskmine	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraid est saadud kulunorm
	l/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2
B 270, I sideaine	2,2-2,3	2,19	1,89	4,9	5,0	4,8	4,5	4,9	4,8
B 270, II sideaine	2,5-2,6	2,4	2,34						
KOKKU:	4,7-4,9	4,6	4,2	4,9	5,0	4,8	4,5	4,9	4,8

Lõik nr 5

				2009		2010	2011	2012	2013	keskmine
Puistematerjal	Projekt kulunorm	Päevikutes sisalduv kulunorm	Objektil mõõdetud kulunorm, 2 proovi keskmine	Väljaraidest saadud kulunorm*	Väljaraidest saadud kulunorm**	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm
	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2
Eelpuiste, 8/16 paekivikillustik	17	15,4	10,38	8,6	12,2	12,6	10,8	12,3	11,5	11,9
I killustiku puistekiht, 8/12 graniit	15-16	16	16,35	11,4	23,9	22,1	21,2	21,0	21,4	21,9
II killustiku puistekiht, 8/12 graniit	15-16	16,7	12,33	0,0						
väljaraide ekstraheerimisel alla 4mm teramõõduga materjali kog				4,4	5,5	7,6	8,0	8,5	8,4	7,6
KOKKU:	47-49	48,1	39,06	24,4	41,6	42,3	40,0	41,8	41,3	41,4

* enne viimase kihi paigaldamist

**peale kõikide kihtide paigaldamist

Sideaine	Projektne kulunorm	Päevikus märgitud kulunorm	Objektil mõõdetud kulunorm, 2 proovi keskmine	2009 Väljaraidest saadud kulunorm	2010 Väljaraidest saadud kulunorm	2011 Väljaraidest saadud kulunorm	2012 Väljaraidest saadud kulunorm	2013 Väljaraidest saadud kulunorm	keskmine Väljaraidest saadud kulunorm
	l/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2
B 270, I sideaine	2,1-2,3	2,09	2,07	3,4	3,8	4,3	4,8	4,3	4,1
B 270, II sideaine	2,2-2,4	2,28	2,15						
KOKKU:	4,3-4,7	4,4	4,2	3,4	3,8	4,3	4,8	4,3	4,1

Lõik nr 6

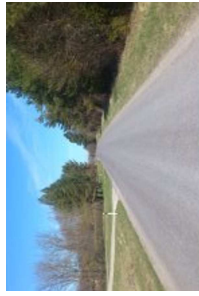
				2009		2010	2011	2012	2013	keskmine
Puistematerjal	Projekt kulunorm	Päevikutes sisalduv kulunorm	Objektil mõõdetud kulunorm, 2 proovi keskmine	Väljaraidest saadud kulunorm*	Väljaraidest saadud kulunorm**	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm
	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2
kruus 0/16										
I killustiku puistekiht, 12/16	20-22	21,3	19,24	26,8	33,7	39,7	40	42,8	43,1	39,86
puistekiht, 8/12 kruuskillustik	16-17	12,5	16,13	0						
väljaraide ekstraheerimisel alla 4mm teramõõduga materjali kogus:				6,1	8,7	11,8	16,1	18	18,5	14,62
KOKKU:	47-49	33,8	35,37	32,9	42,4	51,5	56,1	60,8	61,6	54,48

* enne viimase kihi paigaldamist

**peale kõikide kihtide paigaldamist

				2009	2010	2011	2012	2013	keskmine
Sideaine	Projektne kulunorm	Päevikus märgitud kulunorm	Objektil mõõdetud kulunorm, 2 proovi keskmine	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm	Väljaraidest saadud kulunorm
	l/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2	kg/m2
B 270, I sideaine	2,2-2,4	2,28	2,29	4,6	5,0	4,8	4,9	4,9	4,8
B 270, II sideaine	2,1-2,3	2,63	2,45						
KOKKU:	4,3-4,7	4,9	4,7	4,6	5,0	4,8	4,9	4,9	4,8

LISA 4



Šik 1 alguse suunas 2013-05-08



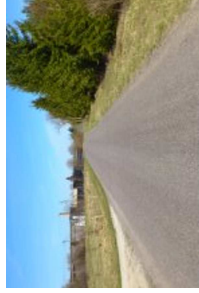
Šik 1 lõpu suunas 2013-05-08



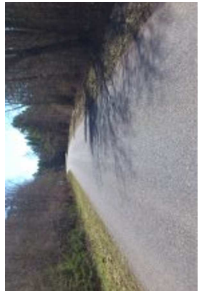
Šik 1 parem paan 2013-05-08



Šik 1 vasak paan 2013-05-08



Šik 2 alguse suunas 2013-05-08



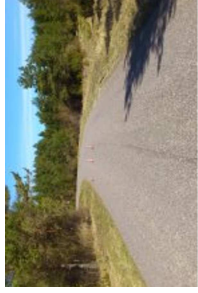
Šik 2 lõpu suunas 2013-05-08



Šik 2 parem paan 2013-05-08



Šik 2 vasak paan 2013-05-08



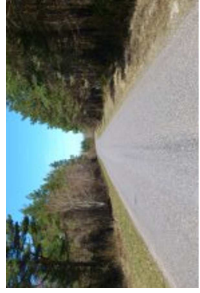
Šik 3 alguse suunas 2013-05-08



Šik 3 parem paan 2013-05-08



Šik 3 vasak paan 2013-05-08



Šik 4 alguse suunas 2013-05-08



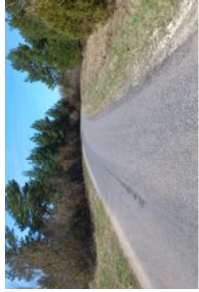
Šik 4 lõpu suunas 2013-05-08



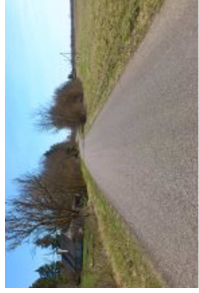
Šik 4 parem paan 2013-05-08



Šik 4 vasak paan 2013-05-08



Šik 5 alguse suunas 2013-05-08



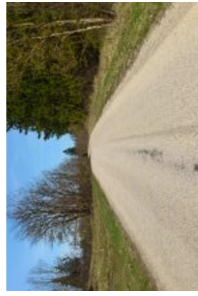
Šik 5 lõpu suunas 2013-05-08



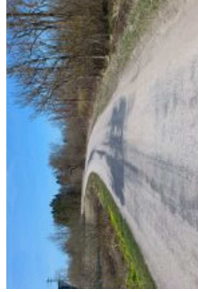
Šik 5 parem paan 2013-05-08



Šik 5 vasak paan 2013-05-08



Šik 6 alguse suunas 2013-05-08



Šik 6 lõigu lõpp 2013-05-08



Šik 6 lõpu suunas 2013-05-08



Šik 6 parem paan 2013-05-08



Šik 6 vasak paan 2013-05-08



Lõik 1 alguse poole 2013-09-25



Lõik 1 lõpu poole 2013-09-25



Lõik 1 parem paan 2013-09-25



Lõik 1 vasak paan 2013-09-25



Lõik 2 alguse poole 2013-09-25



Lõik 2 lõpu poole 2013-09-25



Lõik 2 parem paan 2013-09-25



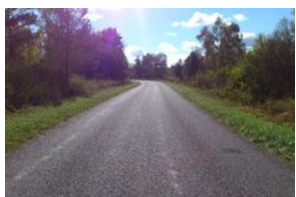
Lõik 2 vasak paan 2013-09-25



Lõik 3 alguse poole 2013-09-25



Lõik 3 auk kattes 2013-09-25



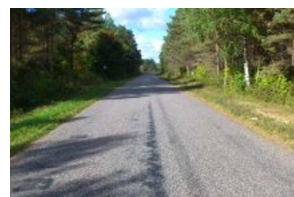
Lõik 3 lõpu poole 2013-09-25



Lõik 3 parem paan 2013-09-25



Lõik 3 vasak paan 2013-09-25



Lõik 4 alguse poole 2013-09-25



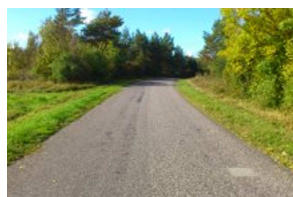
Lõik 4 lõpu poole 2013-09-25



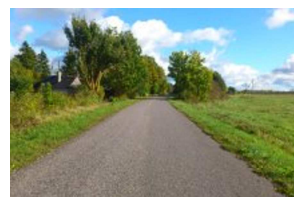
Lõik 4 parem paan 2013-09-25



Lõik 4 vasak paan 2013-09-25



Lõik 5 alguse poole 2013-09-25



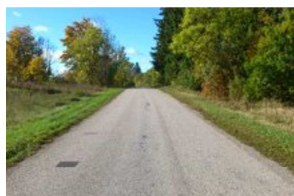
Lõik 5 lõpu poole 2013-09-25



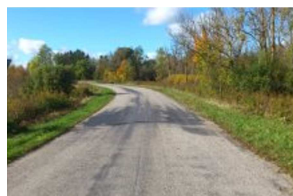
Lõik 5 parem paan 2013-09-25



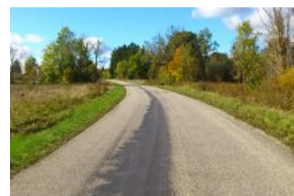
Lõik 5 vasak paan 2013-09-25



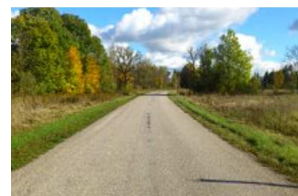
Lõik 6 alguse poole 2013-09-25



Lõik 6 lõigu lõpp 2013-09-25



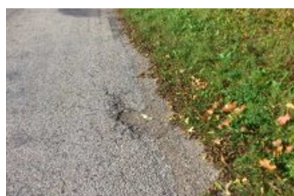
Lõik 6 alguse poole sideaine trii



Lõik 6 lõpu poole 2013-09-25



Lõik 6 parem paan 2013-09-25



Lõik 6 serva defekt 2013-09-25



Lõik 6 vasak paan 2013-09-25