

LIFE + OSAMAT PROJEKT
Teelõikude tehniline
järelmonitooring

2018



LIFE + OSAMAT PROJEKT

Teelõikude tehniline järelmonitooring

Tellija	Maanteeamet
Tellija esindaja ja kontaktandmed	Taavi Tõnts taavi.tonts@mnt.ee Teelise 4 10916 Tallinn Tel: 5083994
Lepingu nr / kp	1-9/18/1359-1 / 11.07.2018
Aruande kuupäev	11. oktoober 2018
Aruande nr	ERC/18/2018
Märksõnad	OSAMAT, põlevkivituhk, katselõigud, järelmonitooring, stabiliseerimine, teekatte seisukord
Keywords	OSAMAT, oil shale ash, test sections, follow-up monitoring, stabilization, pavement condition
Töös osalesid	Luule Kaal <i>projektijuht, ERC Konsultatsiooni OÜ</i> Sven Sillamäe <i>katendiekspert, GeoTech Consulting OÜ</i> Mattias Olep <i>geotehnika insener, Geolep OÜ</i> Kristjan Lill <i>materjalide ekspert, TalTech</i> Tiit Kaal <i>konsultant (mõõtmised), ERC Konsultatsiooni OÜ</i>

ERC Konsultatsiooni OÜ
Väike-Ameerika 15-9
10129 Tallinn, Eesti
e-post: info@ercc.ee
tel: +372526984
www.ercc.ee

SISUKORD

1. Sissejuhatus	2
2. Objektide kirjeldus.....	3
3. Teekonstruktsiooni kandevõime	4
3.1. Narva-Mustajõe objekt.....	4
3.2. Simuna-Vaiatu objekt	14
4. Teekatte defektid.....	22
4.1. Narva-Mustajõe objekt.....	22
4.2. Simuna-Vaiatu objekt	24
5. Teekatte roopa sügavus.....	25
5.1. Narva-Mustajõe objekt.....	25
5.2. Simuna-Vaiatu objekt	28
6. Teekatte tasasus	31
6.1. Narva-Mustajõe objekt.....	31
6.2. Simuna-Vaiatu objekt	34
7. Objektide kokkuvõte ja analüüs	37
7.1. Narva – Mustajõe objekt	37
7.2. Narva – Mustajõe järeldused	45
7.3. Simuna – Vaiatu objekt.....	49
7.4. Simuna – Vaiatu järeldused	55
8. Soovitused järgmisteks uuringuteks.....	56
9. Kokkuvõte	57
10. Kasutatud kirjandus	59

LISA 1. Töö tehniline kirjeldus

LISA 2. Survetugevuse katsetulemused

LISA 3. Teekonstruktsiooni kandevõime mõõtmistulemused

LISA 4. Teekatte defektide inventeerimise tulemused

LISA 5. Teekatte roopa sügavuse mõõtmistulemused

LISA 6. Teekatte tasasuse mõõtmistulemused

LISA 7. Löökpenetratsiooni katsete tulemused

LISA 8. Objektide pildid (üldvaated)

LISA 9. Eesti Energia blokk 8 tuha 2018. a laboratoorsed katsetulemused

1. SISSEJUHATUS

2010. aastal algatati OSAMAT projekt, mille eesmärk oli katsetada põlevkivituhka teede ehitusmaterjaline looduslikes tingimustes kahes pilootlõigus kaasaegsete teedehitustehnoloogiate abil. Projekti tulemused on sisendandmed taaskasutatavate materjalide turgudel tuha edendamiseks ning standardiseerimiseks kohalikul ja Euroopa tasemel. OSAMAT projekti koordinaatoriks oli Eesti Energia AS. Partneritena osalesid projektis Eesti Energia tütarettevõtte EE Narva Elektri jaamad ja ehitusfirma Nordecon AS. Projekti kaasfinantseerijaks oli Eesti Maanteeamet. Põlevkivituhka katsetati kahe pilootlõigu ehitamisel kahe erineva ehitustehnoloogia järgi: tee ülemise kihi stabiliseerimisel (Narva-Mustajõe pilootlõik) ja turba mass-stabiliseerimisel Simuna-Vaiatu pilootlõigul.¹

Projekti tehnilises lõpparuandes fikseeriti kahe katselõigu (Narva-Mustajõe ja Simuna-Vaiatu) tehnilised parameetrid ning seisukord jms detailid.

Käesoleva uuringu eesmärk oli võrrelda 2 katselõigu tehniliste näitajate ja seisukorra muutust ning teha ettepanekud 2020. aastaks kavandatud lõpliku järelmonitooringu katsetuste ja analüüside osas. Eesmärk on selgitada kas katsetatud tehnoloogiad on tehnilis-majanduslikult optimaalsed Eesti teedehituses kasutamiseks.

Uuringu raames viidi läbi erinevad teekatte seisukorra mõõtmised (FWD, IRI, RBS, DEF) ja puurkehade katsetamised (survetugevus, penetratsioon) ning tehti pildid teekatte defektidest vastavalt töö tehnilisele kirjeldusele. Mõõtmis- ja laboratoorsete katsete tulemusi on võrreldud objekti valmimise järgsete tulemustega selgitamaks olukorra muutust.

Töö tehniline kirjeldus on täies mahus toodud Lisas 1.

¹ <http://osamat.ee/et/index.html>

2. OBJEKTIDE KIRJELDUS

Uurimistöö sisaldab mõõtmiste ja katsetuste tegemist kahel objektil. Nende asukoht Eesti teedevõrgul on toodud joonisel 2.1. Objektide ja nende asuvate erinevate katselõikude tee-aadressid on toodud tabelis 2.1.

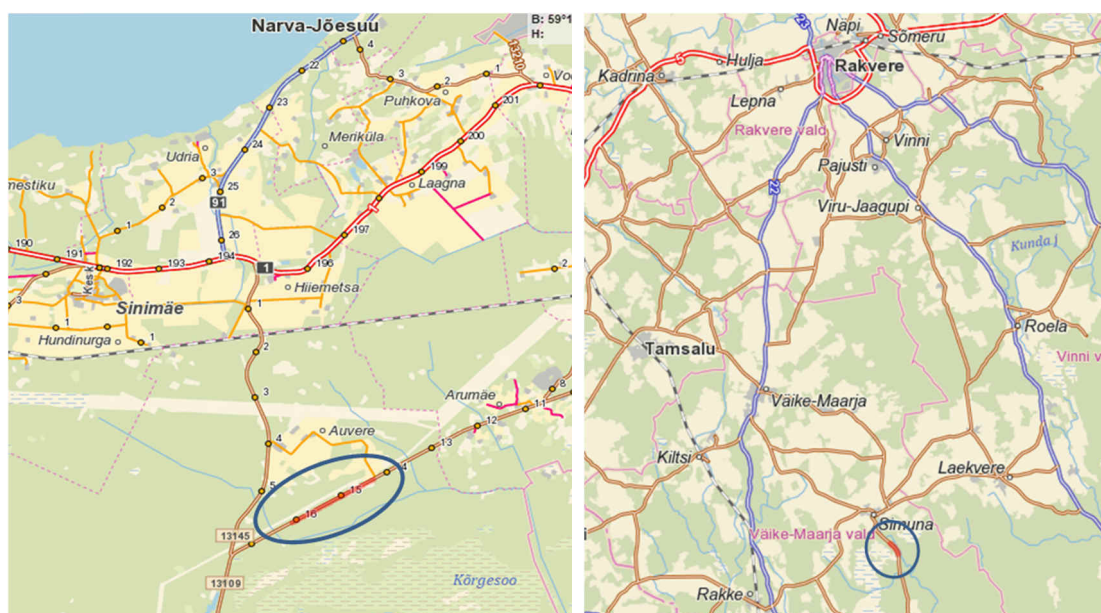
Narva-Mustajõe objekti piketaži suund on teeregistri suunale vastupidine.

Tabel 2.1. Uurimistöö objektide ja nendel asuvate katselõikude tee-aadressid

Mnt nr	Mnt nimetus	Lõik	Algus			Lõpp		
			TO_Kaugus*	Km**	PK	TO_Kaugus*	Km**	PK
13109	Narva-Mustajõe	Objekti algus	2_9539	16,162	0+00			
		A	2_9489	16,112	0+50	2_9039	15,662	5+00
		B	2_9039	15,662	5+00	2_8589	15,212	9+50
		C	2_8589	15,212	9+50	2_8489	15,112	10+50
		D	2_8489	15,112	10+50	2_8389	15,012	11+50
		E	2_7959	14,582	15+80	2_7859	14,482	16+80
		Objekti lõpp				2_7739	14,362	18+00
17192	Simuna-Vaiatu	Objekti algus	1_3004	3,004	30+00			
		ST_I	1_3024	3,024	30+20	1_3265	3,265	32+61
		ST_II	1_3265	3,265	32+61	1_3514	3,514	35+10
		ST_III	1_3514	3,514	35+10	1_3765	3,765	37+61
		ST_IV	1_3765	3,765	37+61	1_3924	3,924	39+20
		Objekti lõpp				1_3929	3,929	39+25

* - teeosa nr ja kaugus teeosa algusest

** - kilomeeter, ehk kaugus tee algusest



Joonis 2.1. Narva-Mustajõe ja Simuna-Vaiatu objektide asukohad Eesti teedevõrgul

3. TEEKONSTRUKTSIOONI KANDEVÕIME

Teekonstruktsiooni kandevõime mõõtmised on uuritud objektil teostatud 13. augustil 2018 aastal. Mõõtmised teostas West Coast Road Masters Oy seadmega KUAB 50 (FWD serial no. FV123). Teekonstruktsiooni kandevõime mõõtmistulemuste protokollid on toodud lisas 3.

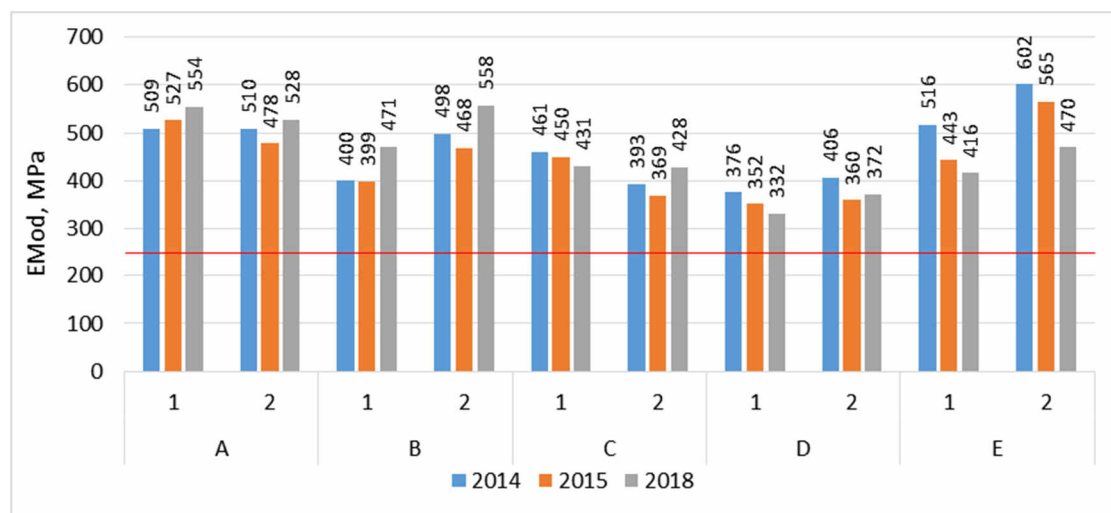
3.1. Narva-Mustajõe objekt

Kõrvalmaanteel nr 13109 Narva-Mustajõe asuval katselõigul on käesoleva uuringu teostajate andmetel teekonstruktsiooni kandevõimet mõõdetud seni kokku 3-l korral. Esimene mõõtmine on teostatud 4. novembril 2014 aastal, teine mõõtmine 18. septembril 2015 aastal ja kolmas kord, antud uuringu käigus, 13 augustil 2018 aastal. 2014 ja 2015 aastal on FWD-mõõtmised teostatud kummalgi aastal 77-s punktis (39 punktis suunal 1 ja 38 punktis suunal 2). 2018 aastal teostati mõõtmised kokku 154-s punktis, mõlemas suunas 77 punktis 25 m mõõtmisammuga, ehk poole rohkem kui varasematel aastatel.

Teekonstruktsiooni üldine elastsusmoodul

Teekonstruktsiooni üldise elastsusmooduli väärtused ületavad uuritud teelõikudel selgelt vajalikku väärtust ($E_{Mod_{vaj}} = 259 \text{ MPa}$ vastavalt varasematele uuringutele²).

Katselõigul asuvatest uuritavatest lõikudest on täheldatav (joonis 3.1) lõikudel A ja B teekonstruktsiooni üldise kandevõime kasv viimase 4 aasta jooksul. Lõigul C tundub EMod väärtus püsivat üsna muutumatuna aastate jooksul ja lõikudel D ning E on täheldatav EMod väärtuse vähenemise trend.



Joonis 3.1. Teekonstruktsiooni üldise elastsusmooduli (EMod, MPa) keskmised väärtused uuritud lõikudel aastate ja suundade³ kaupa.

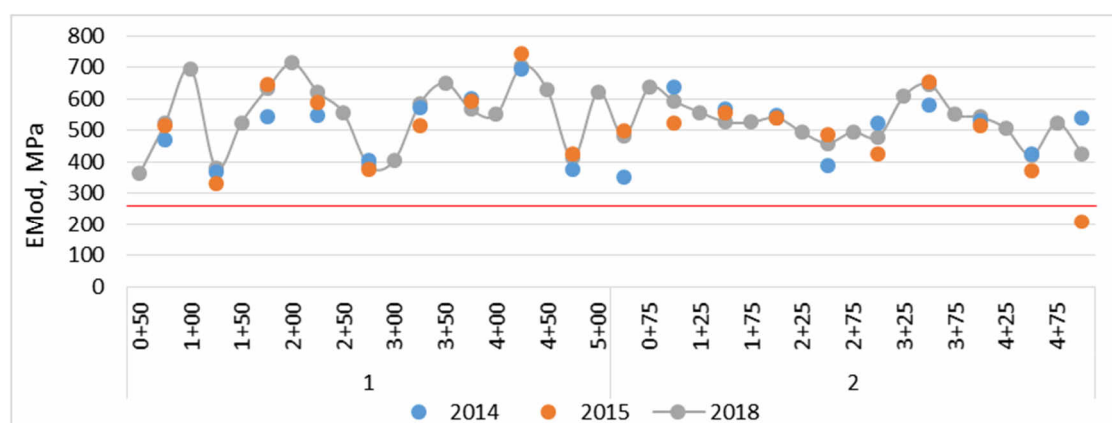
² Final Report for Study „Technical monitoring and scientific analysis of data from OSAMAT project pilot sections“, Tallinn 2015

³ Suund 1 – teeregistri järgne tee suund ja suund 2- teeregistri suunale vastupidine suund

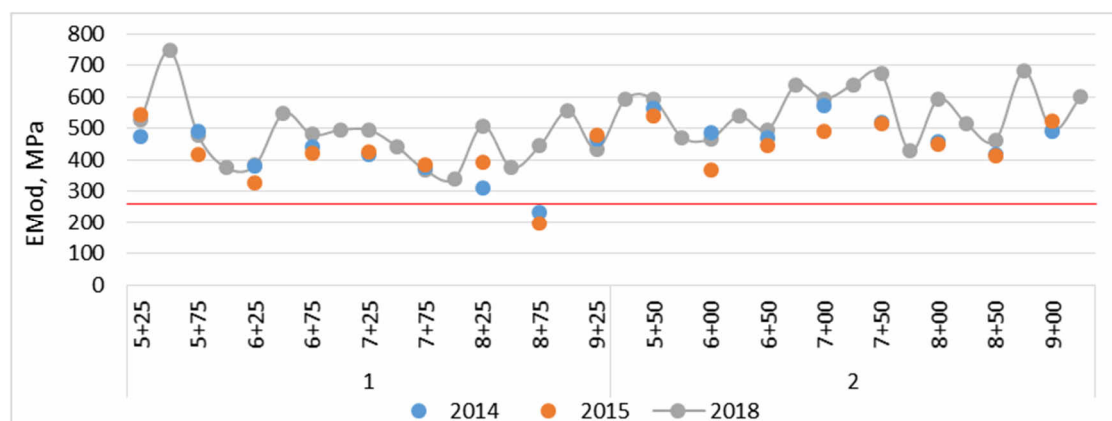
Kuigi lõikudel A, B ja E on teekonstruktsiooni keskmine üldine elastsusmooduli väärtus üsna kõrge, siis üksikud mõõdetud EMod väärtused kõiguvad üsna suurtes piirides, ehk teekonstruktsiooni tugevus on nendel lõikudel väga ebaühtlane. Lõikudel C ja D on mõõdetud EMod väärtuste hajumine selgelt väiksem ja mõõtmistulemused ühtlasemad.

Tabel 3.1. Teekonstruktsiooni üldise elastsusmooduli (EMod, MPa) väärtuste võrdlus

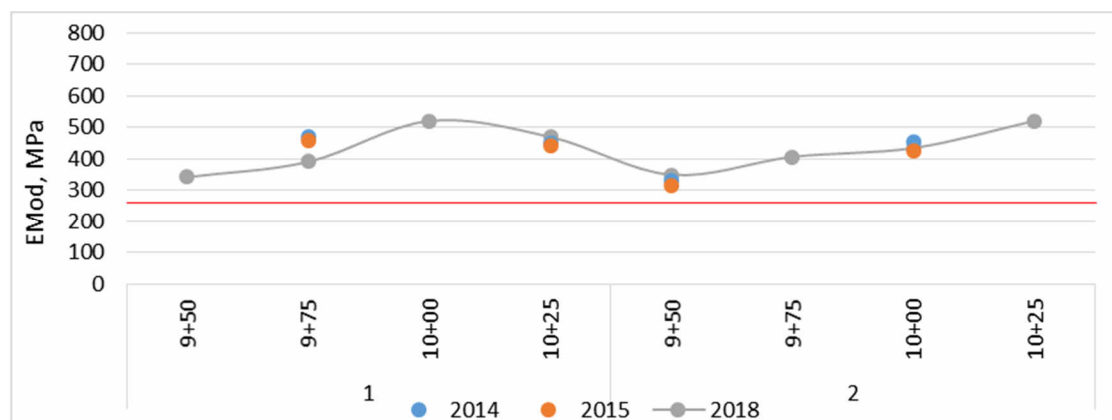
Teelõik	Teekonstruktsiooni üldise elastsusmooduli väärtused, MPa							EMod muutus 2014 vs 2018
	EMod _{vaj}	EMod _{min}	EMod _{max}	STdev	EMod ₂₀₁₄	EMod ₂₀₁₅	EMod ₂₀₁₈	
Lõik A	259	363	715	91	509	501	541	+6.2%
Lõik B	259	341	746	97	446	431	514	+15.3%
Lõik C	259	342	521	66	427	409	430	0.7%
Lõik D	259	265	454	58	391	356	352	-10.1%
Lõik E	259	269	601	108	550	492	443	-19.6%



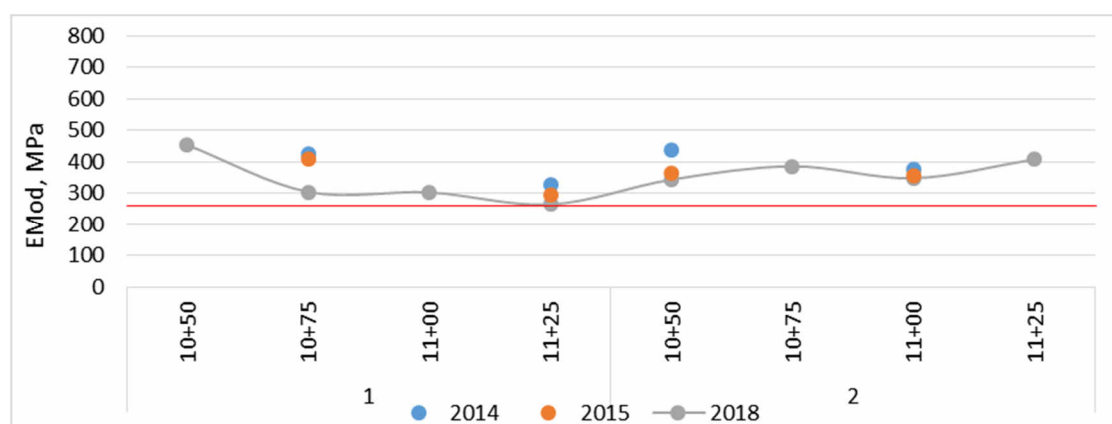
Joonis 3.2. Teekonstruktsiooni üldise elastsusmooduli (EMod, MPa) väärtused lõigul A



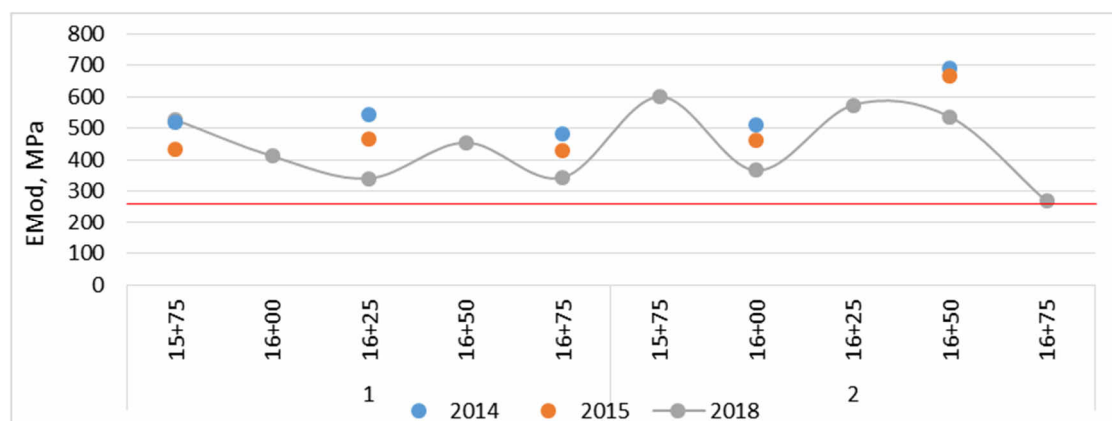
Joonis 3.3. Teekonstruktsiooni üldise elastsusmooduli (EMod, MPa) väärtused lõigul B



Joonis 3.4. Teekonstruktsiooni üldise elastsusmooduli (E_{Mod} , MPa) väärtused lõigul C



Joonis 3.5. Teekonstruktsiooni üldise elastsusmooduli (E_{Mod} , MPa) väärtused lõigul D



Joonis 3.6. Teekonstruktsiooni üldise elastsusmooduli (E_{Mod} , MPa) väärtused lõigul E

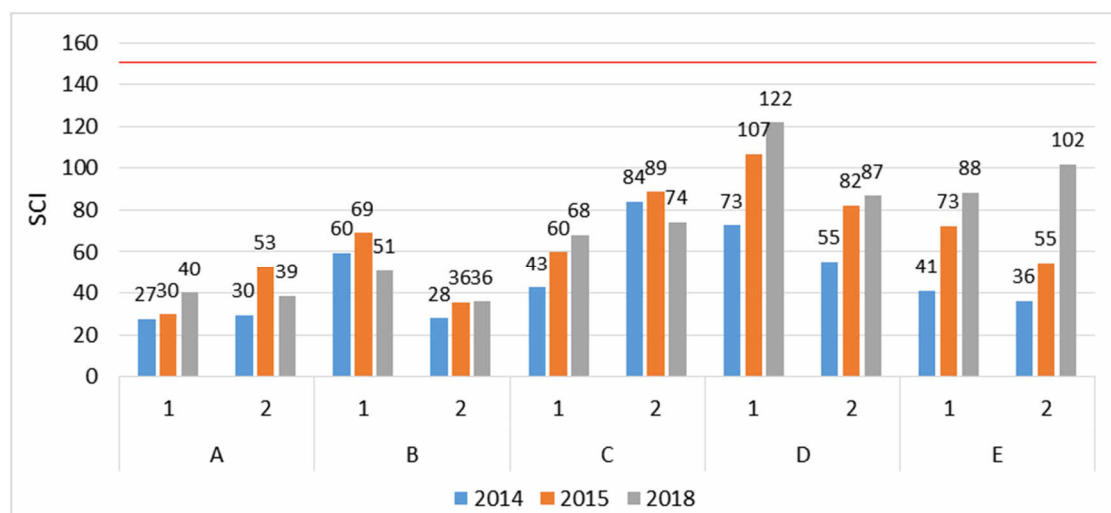
Pinna kõverustegur, SCI

Pinna kõverustegur, ehk SCI (*Surface Curvature Index*) iseloomustab katendi pealmise kihi tugevust. Selle nõutav väärtus on seotud vajaliku teekonstruktsiooni üldise elastsusmooduliga. Uuritud teelõigu SCI piirväärtus on 152.

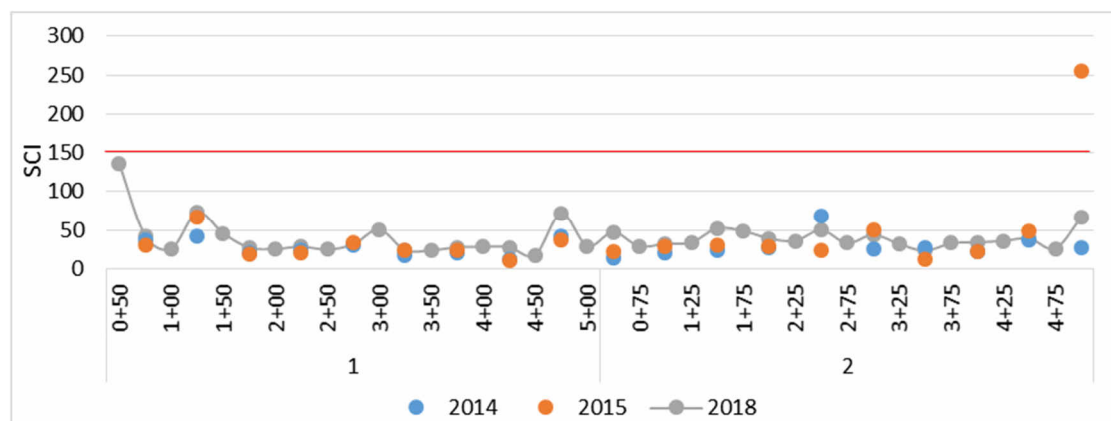
Kõikide uuritud lõikude osas on SCI väärtused piirväärtusest väiksemad, ehk katendi ülemiste kihtide tugevus on tagatud. Samas on SCI väärtuste muutumine viimase 4 aasta jooksul lõikude osas üsna erinev. Selgelt suurema SCI kasvuga tulevad esile lõigud E ja D ning nendel lõikudel on üksikutes mõõtepunktidest SCI piirväärtus ka ületatud. Ka lõigul A on SCI väärtused kasvanud keskmiselt ca kolmandiku võrra, samas on SCI väärtused sellel lõigul veel reeglina üsna väikesed. Paremas olukorras on lõigud B ja C, kus muutused SCI osas on suhteliselt marginaalsed.

Tabel 3.2. Pinna kõverusteguri (SCI) väärtuste võrdlus

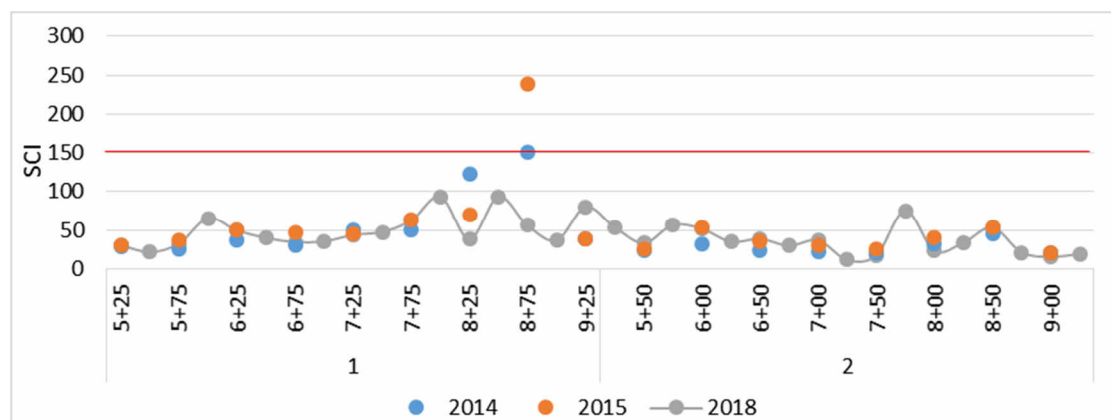
Teelõik	Pinna kõverusteguri SCI väärtused							SCI muutus 2014 vs 2018
	SCI _{piir}	SCI _{min}	SCI _{max}	STdev	SCI ₂₀₁₄	SCI ₂₀₁₅	SCI ₂₀₁₈	
Lõik A	152	18	136	21	29	42	40	38.4%
Lõik B	152	12	94	21	45	53	43	-2.9%
Lõik C	152	44	108	21	63	74	71	12.3%
Lõik D	152	64	165	32	64	94	104	63.3%
Lõik E	152	46	189	42	39	65	95	142.9%



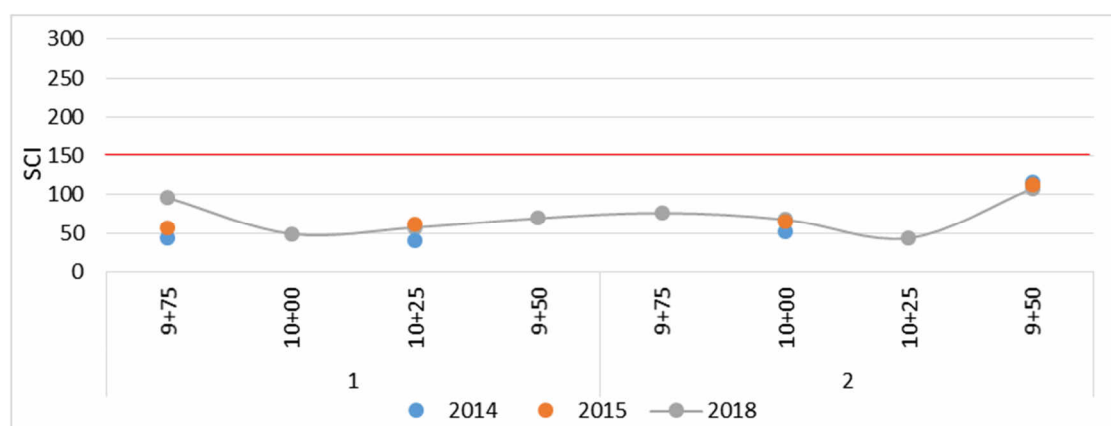
Joonis 3.7. Pinna kõverusteguri (SCI) keskmised väärtused uuritud lõikudel aastate ja suundade kaupa



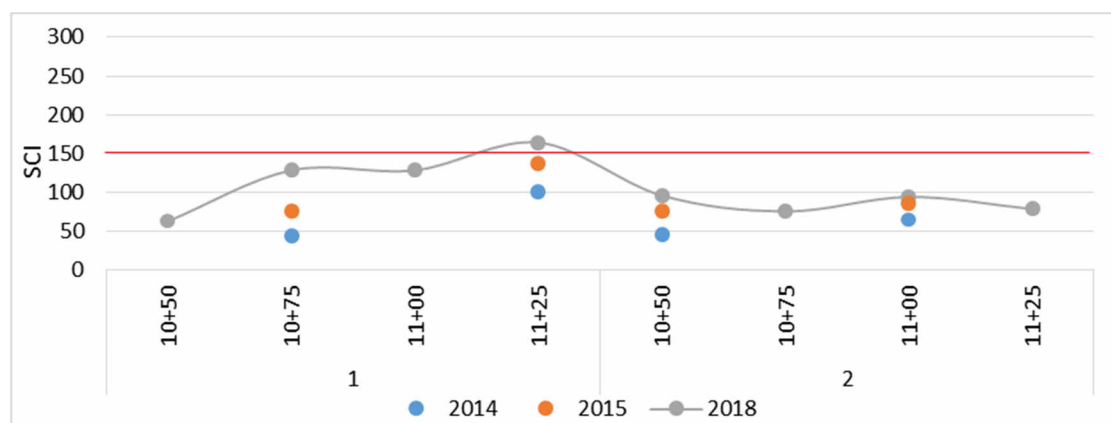
Joonis 3.8. Pinna kõverusteguri (SCI) väärtused lõigul A



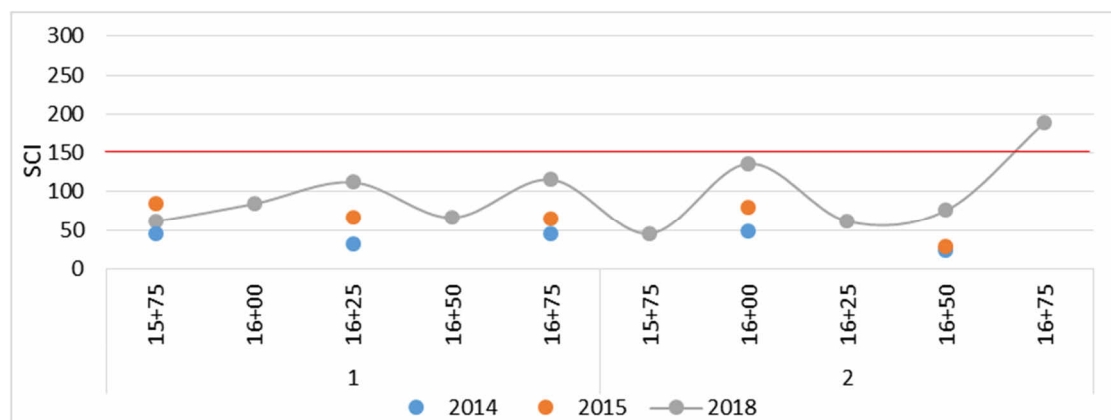
Joonis 3.9. Pinna kõverusteguri (SCI) väärtused lõigul B



Joonis 3.10. Pinna kõverusteguri (SCI) väärtused lõigul C



Joonis 3.11. Pinna kõverusteguri (SCI) väärtused lõigul D



Joonis 3.12. Pinna kõverusteguri (SCI) väärtused lõigul E

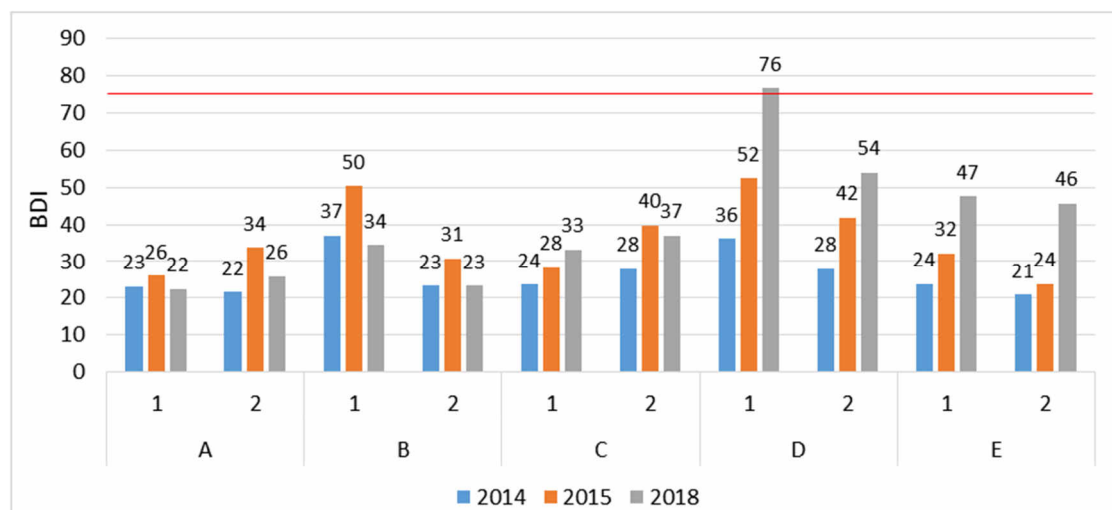
Aluse vigastatuse tegur, BDI

Aluse vigastatusse tegur, ehk BDI (*Base Damage Index*) iseloomustab katendi alumiste kihtide tugevust. Selle nõutav väärtus on seotud vajaliku teekonstruktsiooni üldise elastsusmooduliga. Uuritud teelõigu BDI piirväärtus on 75.

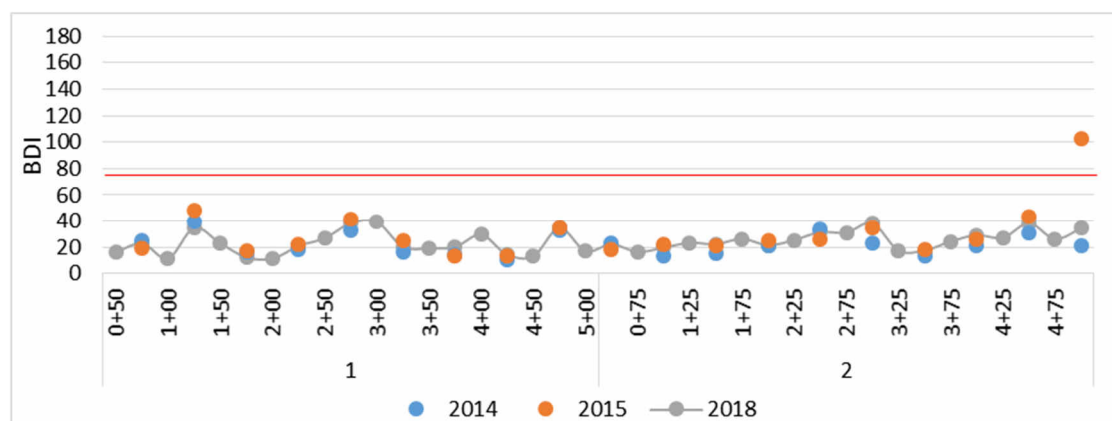
Kõikide uuritud lõikude osas (va lõik D suund 1) on mõõdetud BDI keskmised väärtused piirväärtusest väiksemad, ehk katendi alumiste kihtide tugevus on tagatud. Sarnaselt SCI-le on ka BDI väärtuste muutumine, ehk katendi alumiste kihtide tugevusomaduste muutumine viimase 4 aasta jooksul olnud lõiguti väga erinev. Selgelt suurema BDI kasvuga tulevad esile lõigud E ja D ning nendel lõikudel on mitmes mõõtepunktis BDI piirväärtus ka ületatud. Ka lõigul C on BDI väärtused kasvanud keskmiselt ca kolmandiku võrra. Selgelt paremas olukorras on lõigud A ja B, kus muutused BDI osas on suhteliselt marginaalsed ja ka BDI väärtused ise on nendel lõikudel endiselt üsna väikesed.

Tabel 3.3. Aluse vigastatuse teguri (BDI) väärtuste võrdlus

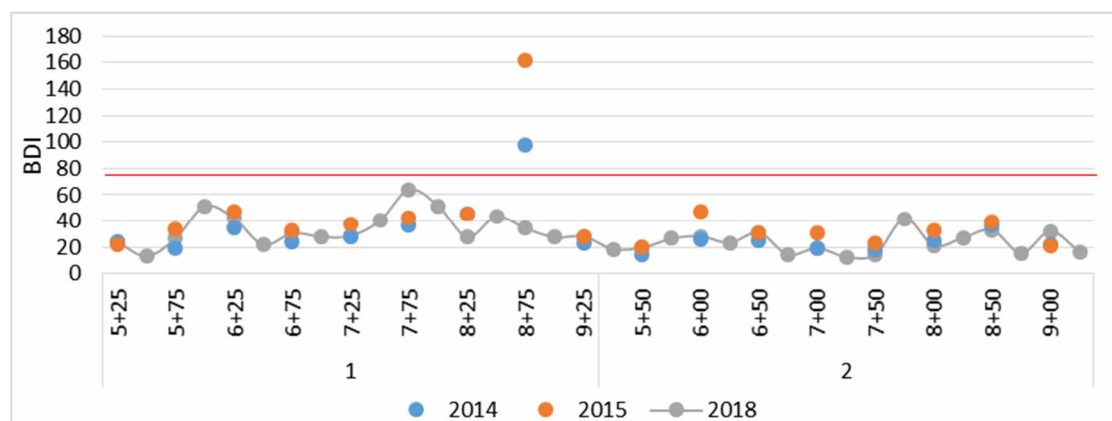
Teelõik	Aluse vigastatuse teguri BDI väärtused							BDI muutus 2014 vs 2018
	BDI _{piir}	BDI _{min}	BDI _{max}	STdev	BDI ₂₀₁₄	BDI ₂₀₁₅	BDI ₂₀₁₈	
Lõik A	75	11	39	8	22	30	24	8.5%
Lõik B	75	13	64	12	31	41	29	-5.6%
Lõik C	75	20	57	11	26	34	35	36.1%
Lõik D	75	35	111	23	32	47	65	103.6%
Lõik E	75	22	101	24	23	29	47	105.5%



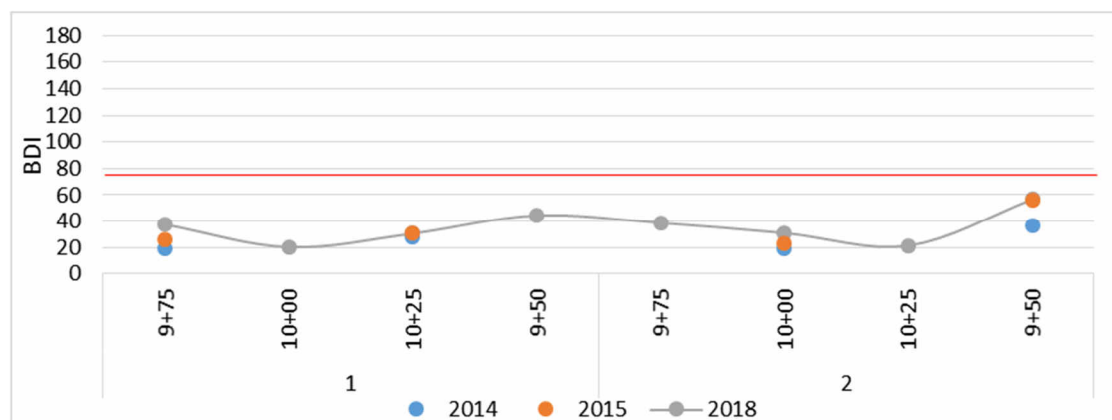
Joonis 3.13. Aluse vigastatusse teguri (BDI) keskmised väärtused uuritud lõikudel aastate ja suundade kaupa



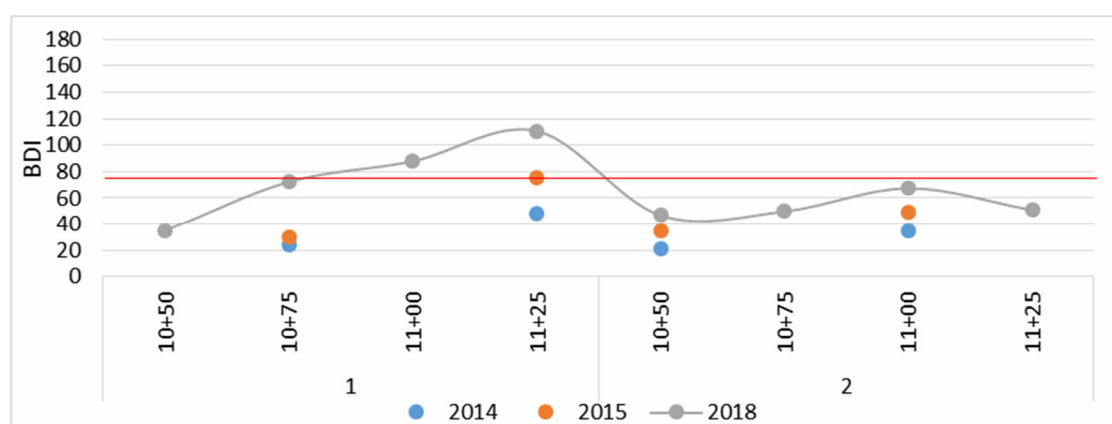
Joonis 3.14. Aluse vigastatusse teguri (BDI) väärtused lõigul A



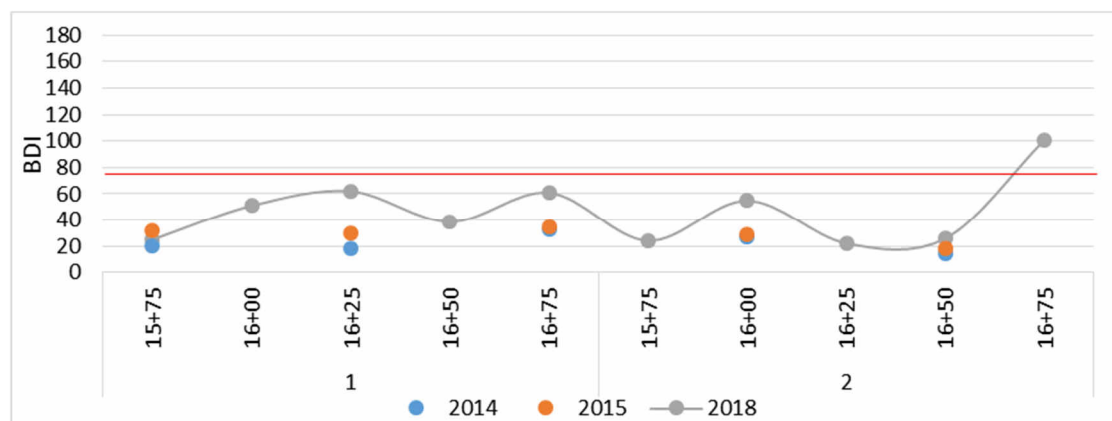
Joonis 3.15. Aluse vigastatusse teguri (BDI) väärtused lõigul B



Joonis 3.16. Aluse vigastatusse teguri (BDI) väärtused lõigul C



Joonis 3.17. Aluse vigastatusse teguri (BDI) väärtused lõigul D

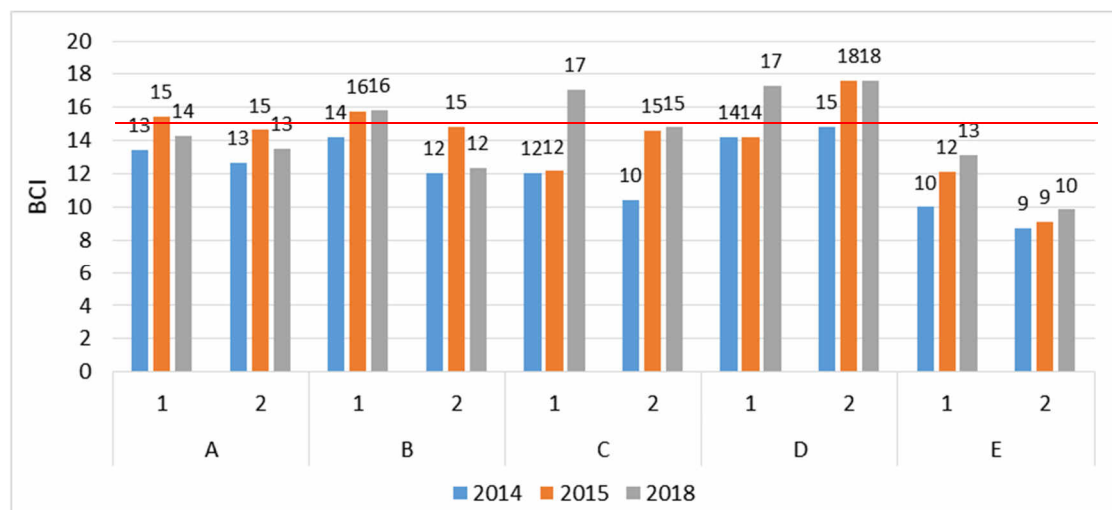


Joonis 3.18. Aluse vigastatusse teguri (BDI) väärtused lõigul E

Aluse kõverustegur, BCI

Aluse kõverustegur ehk BCI (*Base Curvature Index*) iseloomustab aluskihtide tugevust. Selle nõutav väärtus on seotud vajaliku teekonstruktsiooni üldise elastsusmooduliga. Uuritud teelõigu BCI piirväärtus on 15.

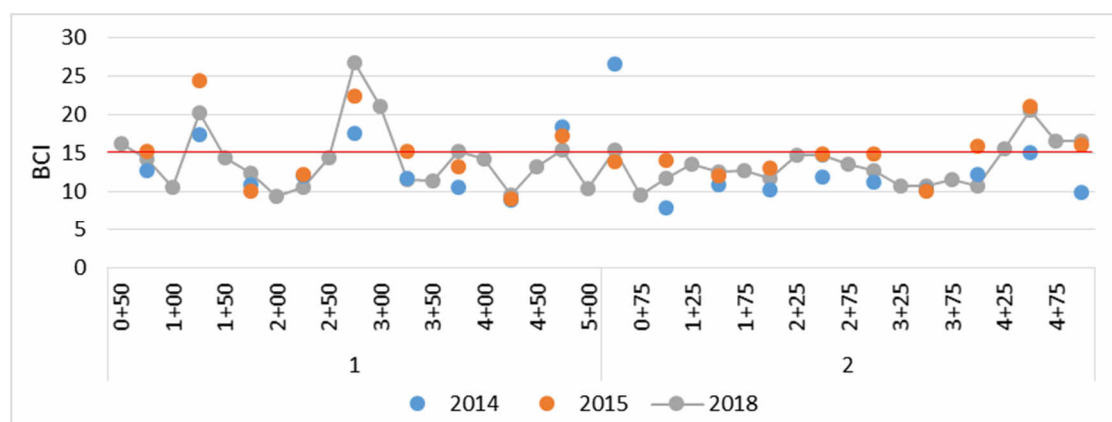
Aluskihtide tugevusomadused on uuritud lõikudel sarnased, mõõtmistulemuste põhjal on olukord piiripealne ja tulemused kõiguvad kord üle kord alla poole piirväärtust. Erandiks on lõik E, kus kõik mõõtmistulemused jäävad napilt alla BCI piirväärtuse. BCI keskmised väärtused on kõigil lõikudel viimase 4 aasta jooksul mõnevõrra kasvanud, teistest rohkem protsentuaalselt lõigul C, samas on see kasv ühikutes siiski suhteliselt tagasihoidlik (5 ühikut).



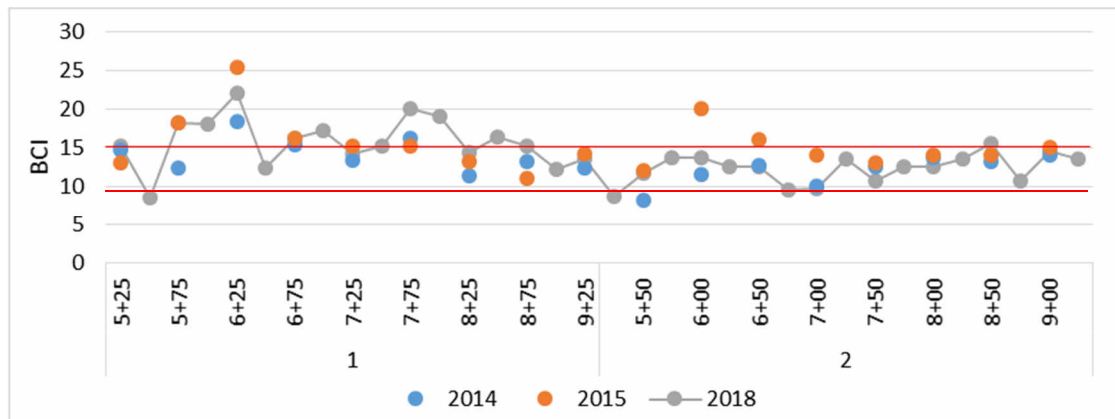
Joonis 3.19. Aluse kõverusteguri (BCI) keskmised väärtused uuritud lõikudel aastate ja suundade kaupa

Tabel 3.4. Aluse kõverusteguri (BCI) väärtuste võrdlus

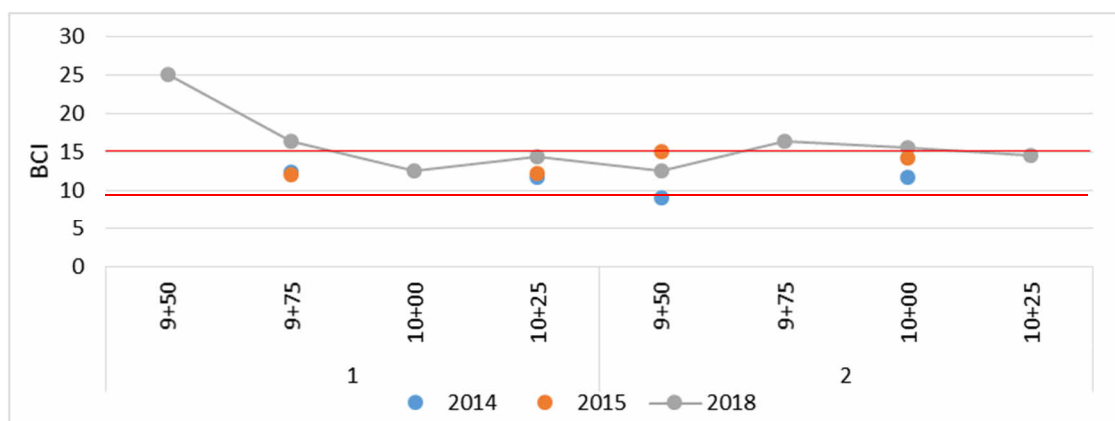
Teelõik	Aluse kõverusteguri BCI väärtused							BCI muutus 2014 vs 2018
	BCI _{piir}	BCI _{min}	BCI _{max}	STdev	BCI ₂₀₁₄	BCI ₂₀₁₅	BCI ₂₀₁₈	
Lõik A	15	9	27	4	13	15	14	6.8%
Lõik B	15	9	22	3	13	15	14	6.9%
Lõik C	15	13	25	4	11	13	16	41.9%
Lõik D	15	15	21	2	15	16	17	20.4%
Lõik E	15	9	15	2	9	11	11	21.1%



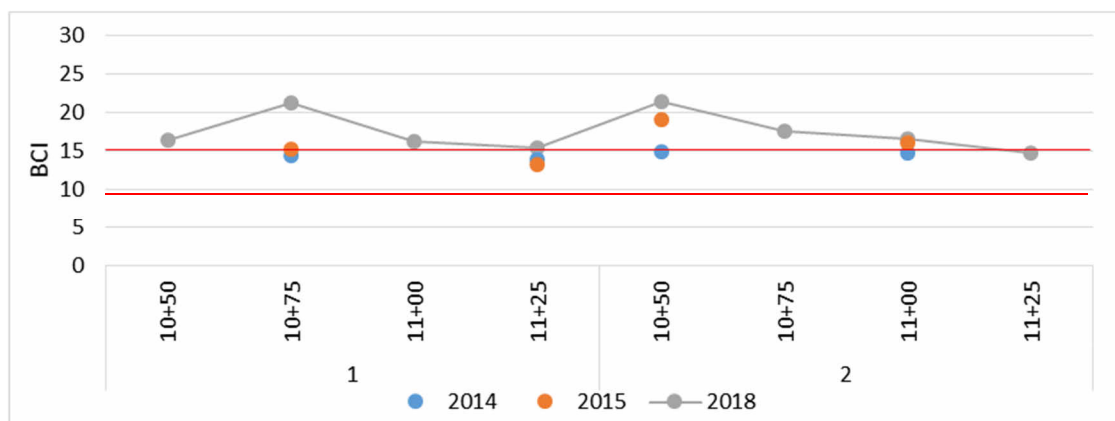
Joonis 3.20. Aluse kõverusteguri (BCI) väärtused lõigul A



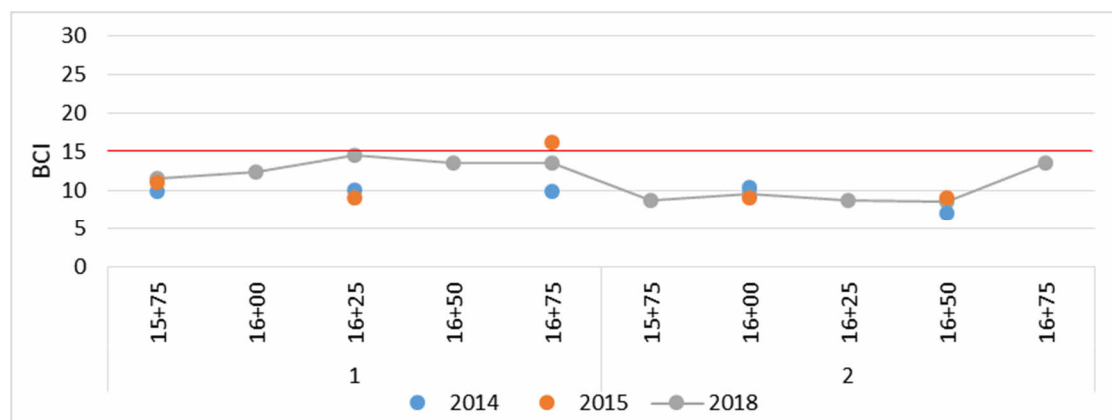
Joonis 3.21. Aluse kõverusteguri (BCI) väärtused lõigul B



Joonis 3.22. Aluse kõverusteguri (BCI) väärtused lõigul C



Joonis 3.23. Aluse kõverusteguri (BCI) väärtused lõigul D



Joonis 3.24. Aluse kõverusteguri (BCI) väärtused lõigul E

3.2. Simuna-Vaiatu objekt

Kõrvalmaanteel nr 17192 Simuna-Vaiatu asuval katselõigul on käesoleva uuringu teostajate andmetel teekonstruktsiooni kandevõimet mõõdetud seni kokku 6-l korral:

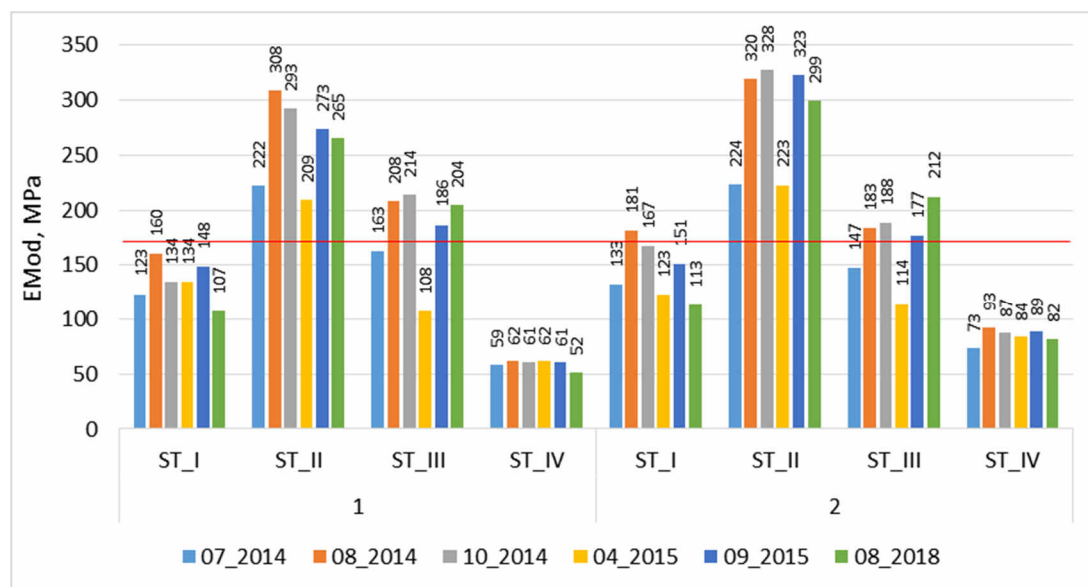
- 10. juulil 2014 aastal;
- 8. augustil 2014 aastal;
- 9. oktoobril 2014 aastal;
- 14. aprillil 2015 aastal;
- 18. septembril 2015 aastal;
- 13 augustil 2018 aastal (antud uurimistöö raames).

2014 ja 2015 aastal on FWD-mõõtmised teostatud kummalgi aastal 74-s punktis (37 punktis mõlemal suunal). 2018 aastal teostati mõõtmised kokku 90-s punktis, mõlemas suunas 45-s punktis 25 m mõõtmisammuga.

Teekonstruktsiooni üldine elastsusmoodul

Suhteliselt lühikesel teelõigul on 4 erineva konstruktsiooniga katselõiku (ST_I, ST_II, ST_III ja ST_IV), millede tugevusomadused on väga erinevad (joonis 3.25). Selgelt üle nõutava ($E_{Mod_{vaj}} = 169$ MPa vastavalt varasematele uuringutele⁴) on elastsusmooduli väärtused olnud kõikidel mõõtmiskordadel katselõigul ST_II ja selgelt alla nõutava EMod väärtuse on mõõtmistulemused olnud kõikidel mõõtmiskordadel katselõigul ST_IV. Katselõikudel ST_I ja ST_III on EMod mõõtmistulemused piiripealsed.

⁴ Final Report for Study „Technical monitoring and scientific analysis of data from OSAMAT project pilot sections“, Tallinn 2015



Joonis 3.25. Teekonstruktsiooni üldise elastsusmooduli (EMod, MPa) keskmised väärtused uuritud lõikudel erinevate mõõtmiste ja suundade⁵ kaupa.

Praktiliselt kõikidel katselõikudel (erandiks on katselõik ST_III) on täheldatav trend, kus teelõigu valmimise järgselt EMod väärtused väga kiiresti kasvasid lühikese perioodi ajal suures ulatuses (mõõtmine 07_2014 vs 08_2014), samas pärast seda hakkasid EMod väärtused alanema (tabel 3.5).

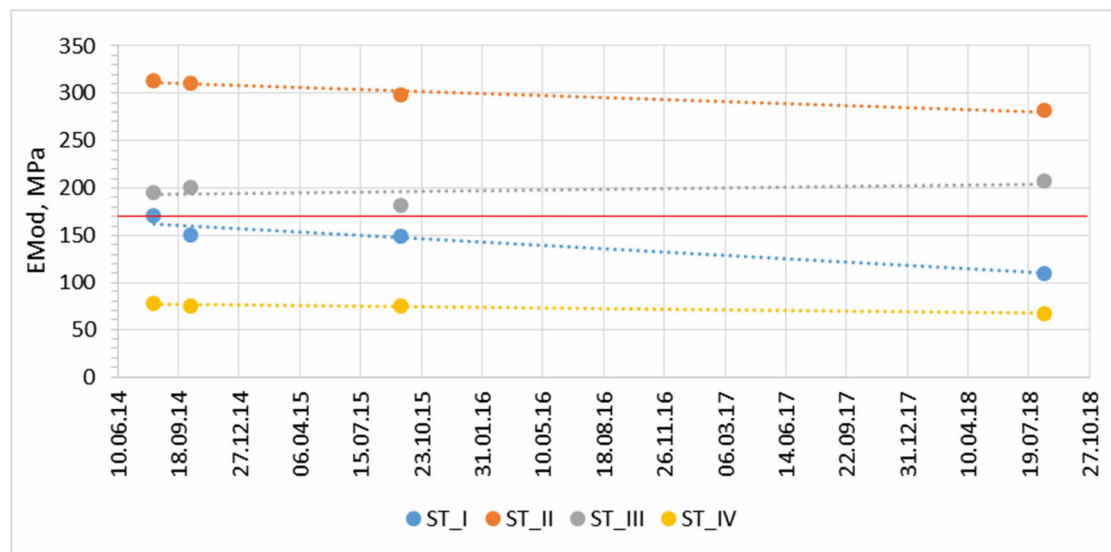
Tabel 3.5. Teekonstruktsiooni üldise elastsusmooduli (EMod, MPa) väärtuste võrdlus

Teelõik	Teekonstruktsiooni üldise elastsusmooduli väärtused, EMod MPa							EMod muutus 08_2014 vs 08_2018
	STdev	07_2014	08_2014	10_2014	04_2015	09_2015	08_2018	
Lõik ST_I	25	128	171*	151	129	150	110	-35%
Lõik ST_II	63	223	314*	310	216	298	282	-10%
Lõik ST_III	32	155	196	201	111	182	208*	6%
Lõik ST_IV	22	66	77*	74	73	75	67	-13%
Lõigud kokku	91	149	199*	193	137	184	158	-20%

* - suurim mõõdetud (keskmine) väärtus katselõigul

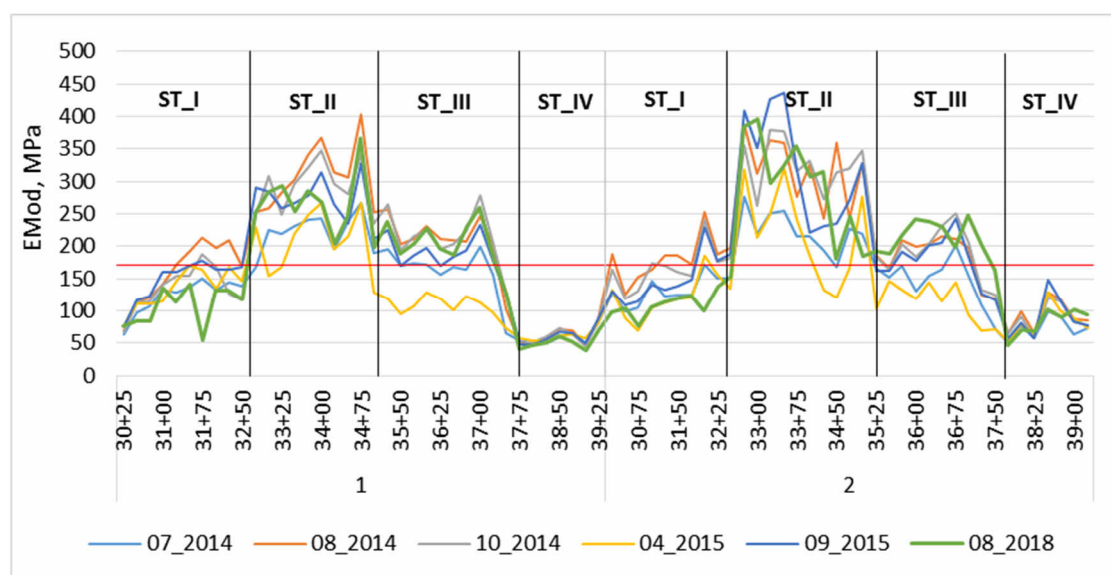
Kui mitte arvestada kohe objekti valmimise järgset teekonstruktsiooni kandevõime mõõtmise tulemust ja varakevadel 2015 aastal (14.04.2015) tehtud mõõtmiste tulemusi, siis on üsna kenasti täheldatav üldise elastsusmooduli väärtuse kiirele kasvule (periood 07/14 – 08/14) järgnev pidev EMod väärtuse alanemine kogu katselõigu arvestuses (joonis 3.26). EMod on oma suurimast väärtusest tänaseks päevaks kaotanud ca neljandiku, ehk 25,6% (kogu lõigu keskmisena alanemine tasemelt 200 MPa tasemeni 150 MPa).

⁵ Suund 1 – teeregistri järgne tee suund ja suund 2- teeregistri suunale vastupidine suund



Joonis 3.26. Teekonstruktsiooni üldise elastsusmooduli (EMod, MPa) keskmiste väärtuste muutumine kogu teelõigul (arvestatud ei ole esimest FWD mõõtmist ja mõõtmist varakevadel 2015)

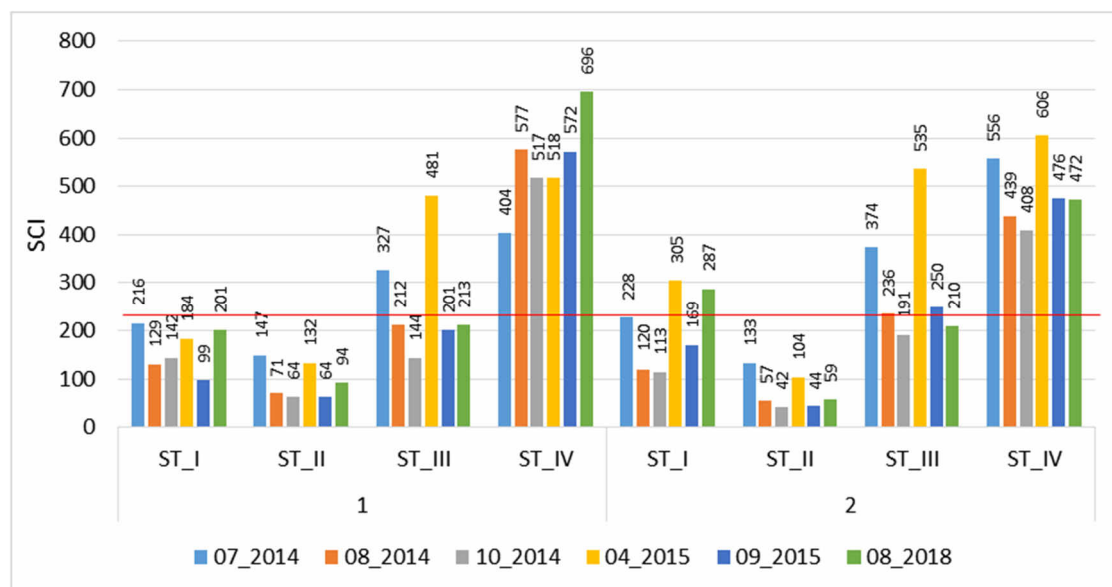
Teekonstruktsiooni kandevõime mõõtmistulemused erinevatel mõõtmiskordadel ja erinevatel aastatel suundade kaupa on toodud joonisel 3.27.



Joonis 3.27. Teekonstruktsiooni üldise elastsusmooduli (EMod, MPa) mõõtmistulemused

Pinna kõverustegur, SCI

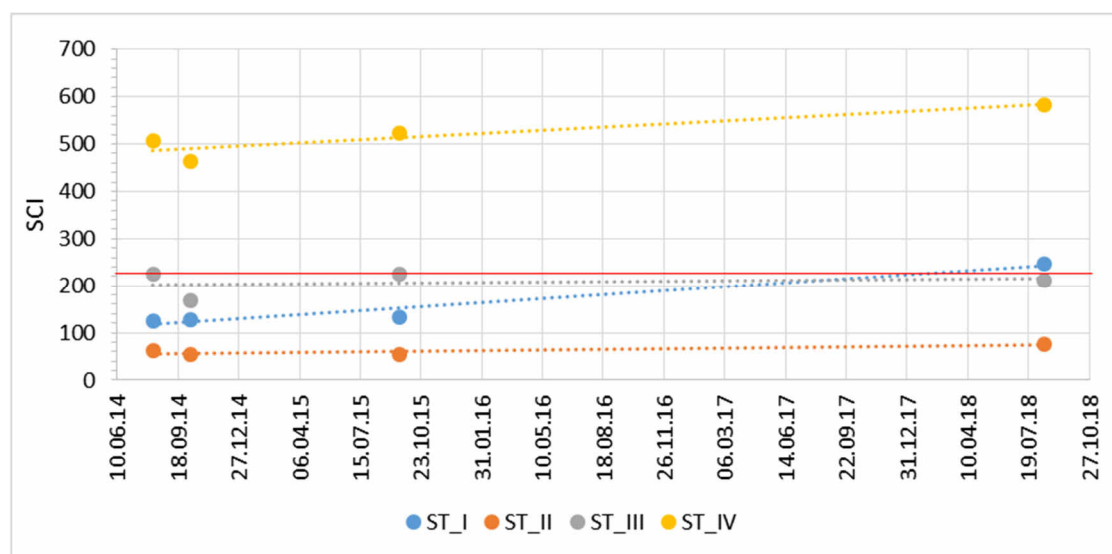
Pinna kõverusteguri (SCI) osas erineb antud objektil teistest selgelt katselõik ST_IV, kus SCI väärtused on väga kõrged, ületades lubatud väärtust (226) üle kahe korra. Madalaima SCI väärtusega on katselõik ST_II, kus ei ole ühelgi mõõtmiskorral lubatud SCI väärtus üle piiri olnud. Katselõikudel ST_I ja ST_III on SCI väärtused (nagu ka EMod mõõtmistulemused) piiripealsed.



Joonis 3.28. Pinna kõverusteguri (SCI) keskmised väärtused uuritud lõikudel erinevate mõõtmiste ja suundade kaupa.

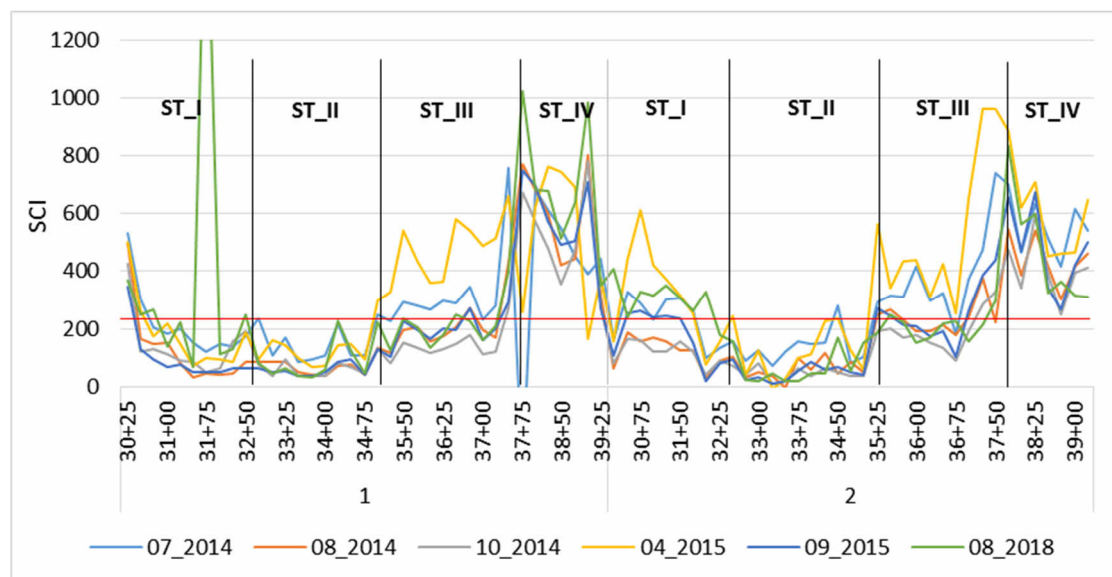
Tabel 3.6. Pinna kõverusteguri (SCI) väärtuste võrdlus

Teelõik	SCI väärtused							SCI muutus 08_2014 vs 08_2018
	STdev	07_2014	08_2014	10_2014	04_2015	09_2015	08_2018	
Lõik ST_I	93	222	125	127	244	134	247	97.8%
Lõik ST_II	67	140	64	53	118	54	76	20.2%
Lõik ST_III	60	350	224	167	508	225	211	-5.8%
Lõik ST_IV	234	480	508	462	562	524	584	15.1%
Lõigud kokku	212	283	207	182	342	211	281	35.6%



Joonis 3.29. Pinna kõverusteguri (SCI) keskmiste väärtuste muutumine kogu teelõigul (arvestatud ei ole esimest FWD mõõtmist ja mõõtmist varakevadel 2015)

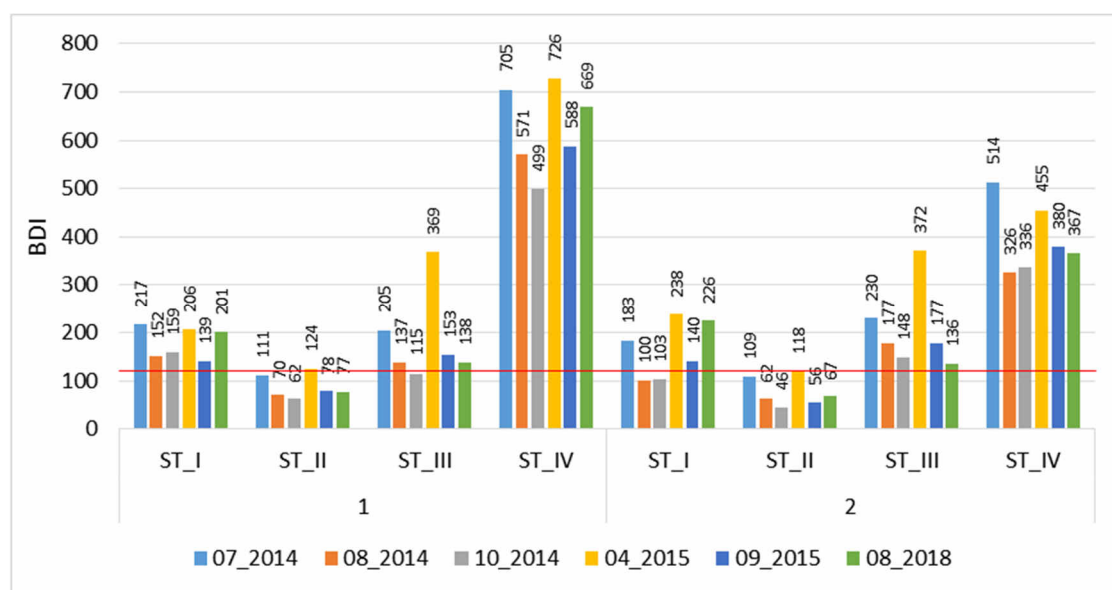
SCI väärtuse ajas muutumise osas on 2014 ja 2018 aasta augusti kuu mõõtmistulemuste võrdluses näha (joonis 3.29), et ainult katselõigul ST_III on olukord jäänud praktiliselt muutumatuks. Teistel katselõikudel on kõigil SCI väärtused kasvanud. Protsentuaalselt on kasv suurim katselõigul ST_I, kus SCI väärtus on kasvanud praktiliselt kaks korda. Katselõikudel ST_II ja ST_III jääb SCI väärtuse kasv 15-20% juurde.



Joonis 3.30. Pinna kõverusteguri (SCI) mõõtmistulemused

Aluse vigastatuse tegur, BDI

Aluse vigastatuse teguri (BDI) osas on olukord sarnane pinna kõverusteguriga. Katselõigul ST_IV on BDI väärtused selgelt (kordades) üle lubatud väärtuse (120).



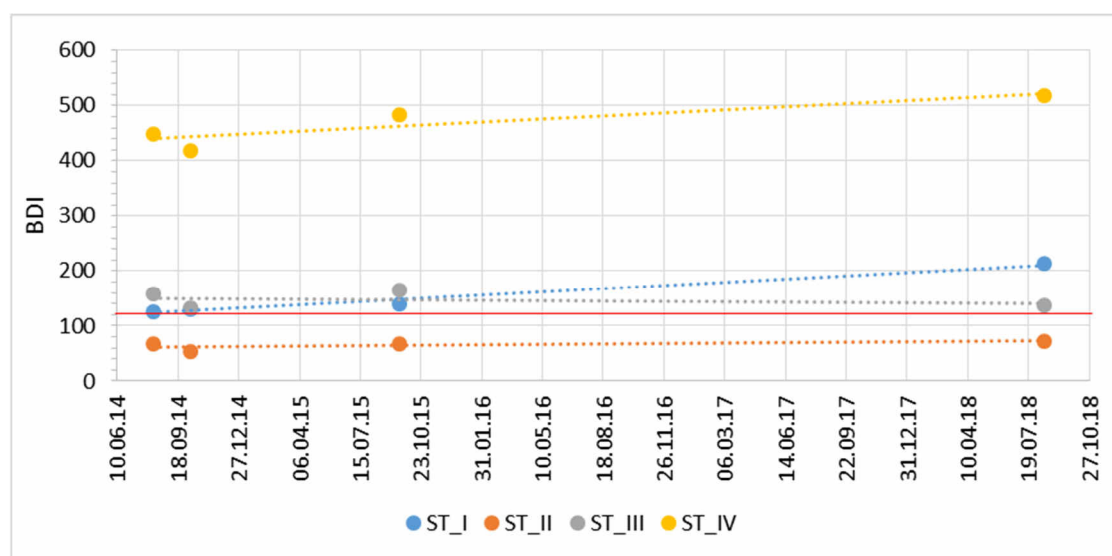
Joonis 3.31. Aluse vigastatuse teguri (BDI) keskmised väärtused uuritud lõikudel erinevate mõõtmiste ja suundade kaupa.

Katselõigul ST_II on BDI tulemused vastanud nõuetele praktiliselt igal mõõtmiskorral ja katselõikudel ST_I ja ST_III on mõõtmistulemused olnud pidevalt BDI osas piiripealsed, kord ületades lubatud väärtust ja siis on need olnud jälle alla lubatud väärtuse.

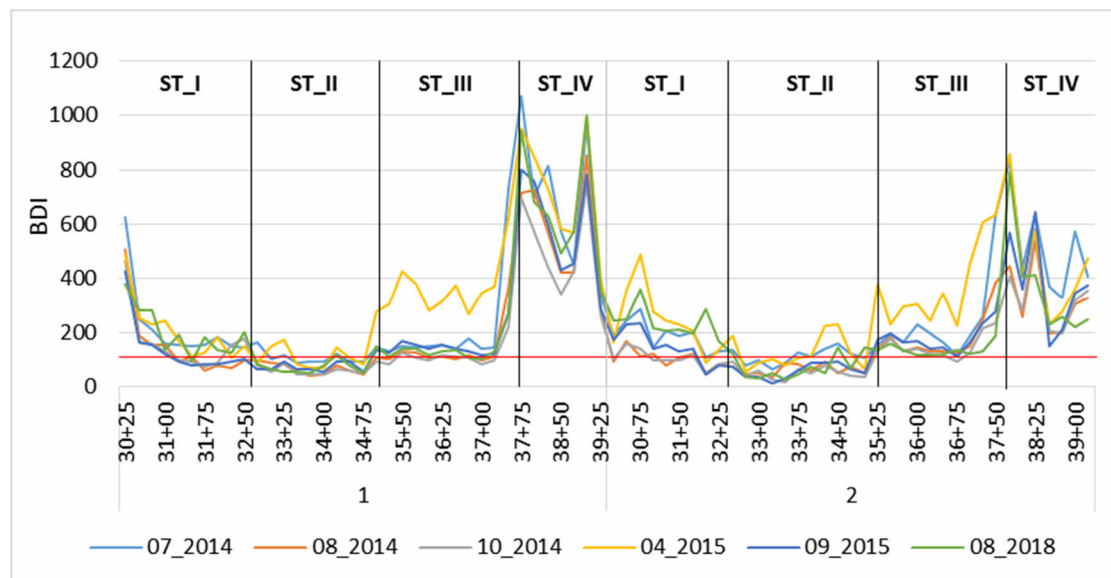
Tabel 3.7. Pinna kõverusteguri (BDI) väärtuste võrdlus

Teelõik	BDI väärtused							BDI muutus 08_2014 vs 08_2018
	STdev	07_2014	08_2014	10_2014	04_2015	09_2015	08_2018	
Lõik ST_I	76	200	126	131	222	140	214	69.8%
Lõik ST_II	38	110	66	54	121	67	72	9.1%
Lõik ST_III	35	217	157	131	371	165	137	-13.0%
Lõik ST_IV	252	609	448	418	591	484	518	15.5%
Lõigud kokku	197	258	179	165	305	192	236	31.5%

Aluse vigastatuse teguri muutumine perioodil 2014 august võrreldes 2018 august on üldiselt väiksem kui SCI väärtuste puhul. Suurim on BDI väärtuste kasv katselõigul ST_I, ulatudes ligi 70%-ni. Teistel lõikudel jääb see 10-15% juurde ja ainsana on BDI väärtused vähenenud katselõigul ST_III. Samas on see muutus olnud sedavõrd väike, et ST_III osas võib olukorda nimetada üsna stabiilseks.



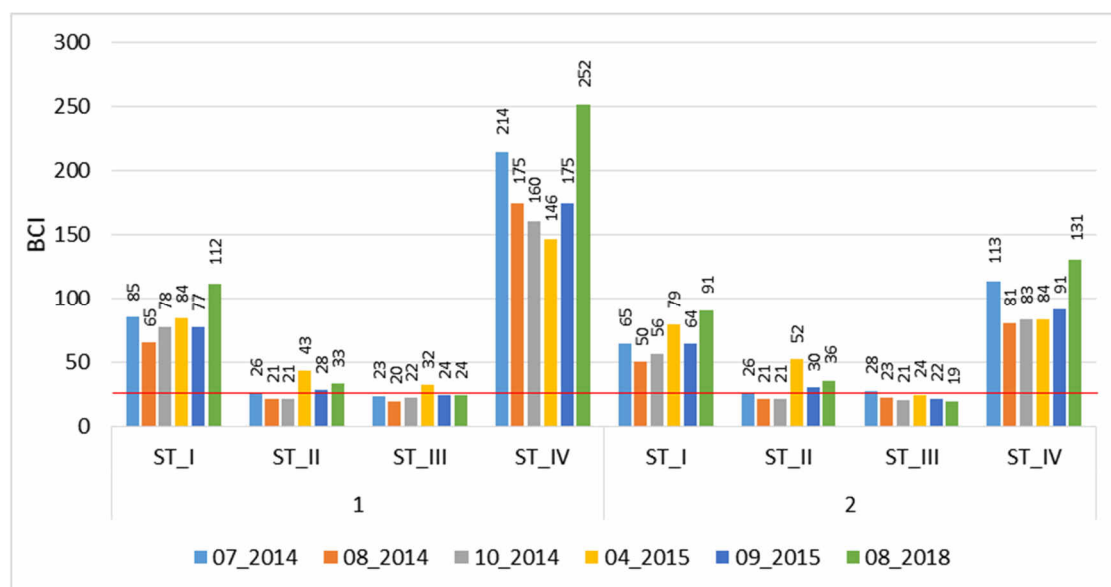
Joonis 3.32. Aluse vigastatuse teguri (BDI) keskmiste väärtuste muutumine kogu teelõigul (arvestatud ei ole esimest FWD mõõtmist ja mõõtmist varakevadel 2015)



Joonis 3.33. Aluse vigastatuse teguri (BDI) mõõtmistulemused

Aluse kõverustegur, BCI

Aluse kõverusteguri (BCI) osas on olukord veidi erinev võrreldes teiste teguritega. Katselõigul ST_IV on ka BCI väärtused endiselt selgelt (kordades) üle lubatud väärtuse (26) aga lisandunud on katselõik ST_I, kus on ka selged probleemid BCI väärtuste nõuetele vastavuse osas. Katselõigul ST_III vastavad tulemused nõuetele ja lõigul ST_II on need piiripealsed.

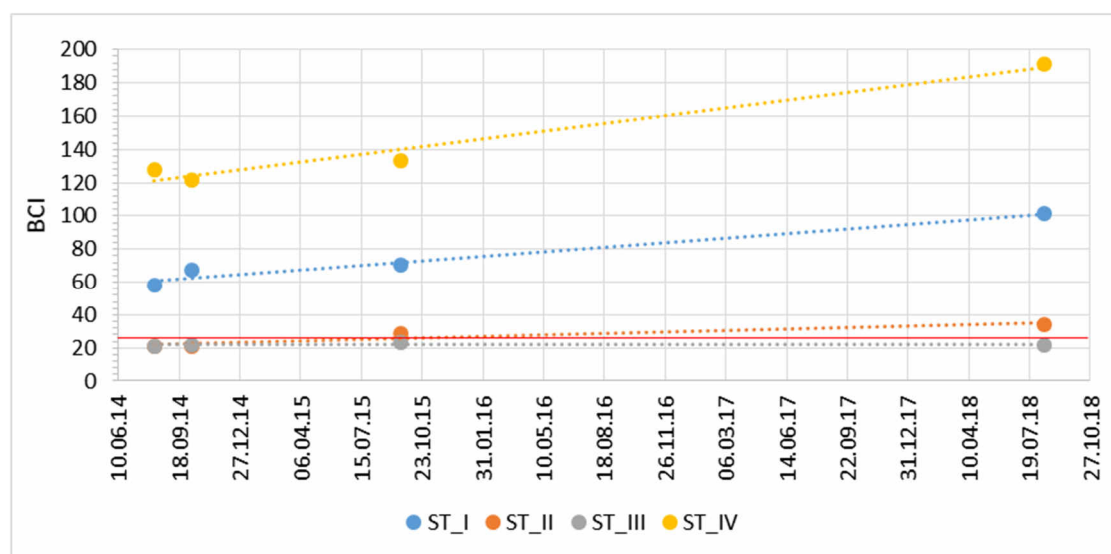


Joonis 3.34. Aluse kõverusteguri (BCI) keskmised väärtused uuritud lõikudel erinevate mõõtmiste ja suundade kaupa.

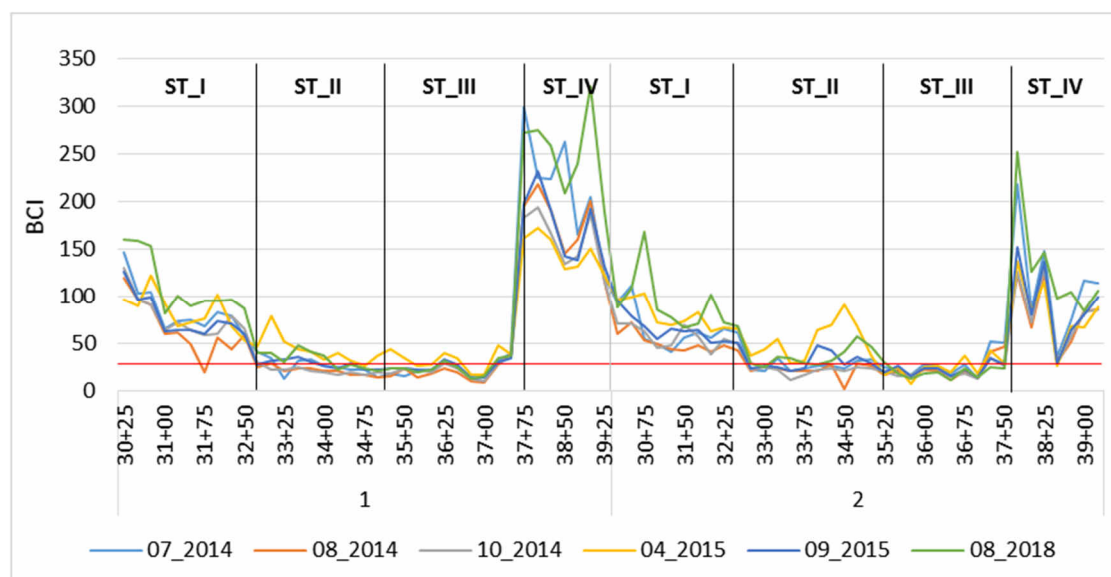
Aluse kõverusteguri BCI muutumine (kasv) perioodil 2014 august võrreldes 2018 august on üsna märgatav, olles vahemikus 50-75%. Erandiks on jällegi katselõik ST_III, kus muutus on praktiliselt olematu, ehk olukord on aastate jooksul jäänud stabiilseks.

Tabel 3.8. Pinna kõverusteguri (BCI) väärtuste võrdlus

Teelõik	BCI väärtused							BCI muutus 08_2014 vs 08_2018
	STdev	07_2014	08_2014	10_2014	04_2015	09_2015	08_2018	
Lõik ST_I	32	75	58	67	82	71	101	75.5%
Lõik ST_II	9	26	21	21	48	29	34	62.5%
Lõik ST_III	7	25	21	21	28	23	22	1.8%
Lõik ST_IV	77	164	128	122	115	133	191	49.7%
Lõigud kokku	73	65	51	53	64	58	90	75.8%



Joonis 3.35. Pinna kõverusteguri (BCI) keskmiste väärtuste muutumine kogu teelõigul (arvestatud ei ole esimest FWD mõõtmist ja mõõtmist varakevadel 2015)



Joonis 3.36. Pinna kõverusteguri (BCI) mõõtmistulemused

4. TEEKATTE DEFEEKTID

Teekatte defektide inventeerimine on uuritud teelõikudel teostatud 14. augustil 2018 aastal ERC Konsultatsiooni OÜ poolt. Defektide inventeerimine on teostatud vastavalt Maanteeameti juhendile⁶. Defektide inventeerimise tulemused on toodud aruande lisas 4. Inventeeritud defektidest on tehtud pildid (lisa 4-3).

Teekatte defektide osas ei ole tehtud võrdlust varasemate inventeerimiste tulemustega, kuna need ei olnud käeoleva töö teostajatele saadaval. Aruandes on toodud ainult kokkuvõtlik joonis pragude kohta aga selle alusel ei ole võimalik pragude tegelikku asukohta määrata ja 2018 aasta olukorraga võrdlust teha.

4.1. Narva-Mustajõe objekt

Narva-Mustajõe objektil inventeeritud defektide kokkvõte on toodud joonistel 4.1 ja 4.2. ning tabelis 4.1.

Valdavaks defektiks on põikpragu, mida on kokku 33 tk aga need esinevad valdavalt lõikudel A (13 tk) ja B (17 tk). Nendel lõikudel on ka teekonstruktsioon mõõtmistulemuste põhjal väga tugev, mis on ilmselt ka põhjustanud arvukalt põikpragude, ehk temperatuuripragude tekkimise. Põikpragusid ei esine lõikudel C ja D.

Ka esineb objektil palju katte paikamist, mida on kokku tehtud 995 m² ja mis moodustab 11,8 % uuritavate teelõikude sõidutee pindalast. Selgelt kõige rohkem on katte paikamist tehtud lõigul B (908 m²), kus see moodustab juba 29% sõidutee pindalast. Kahjuks ei ole teada teekatte paikamise põhjused ja millal see on tehtud. Teekatte paikamist ei ole tehtud lõikudel C ja E.

Võrkpragu esineb ainult lõikudel D ja E, mis tegelikult läheb kenasti kokku teekonstruktsiooni kandevõime mõõtmistulemustega. Kuna nendel teelõikudel oli täheldatav probleeme teekonstruktsiooni tugevusnäitajates.

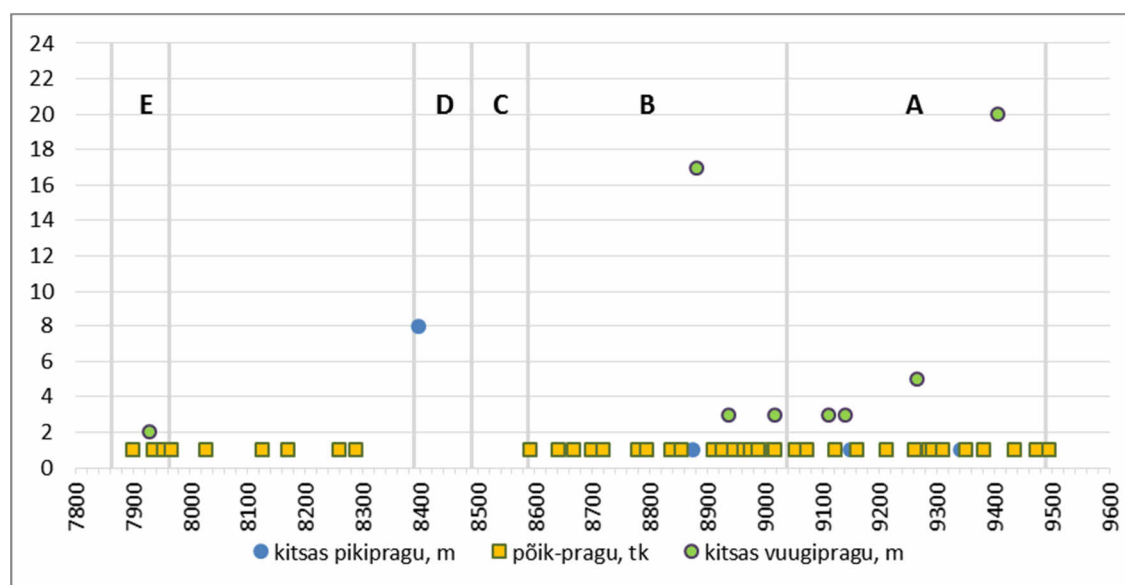
Teistest teekatte defektidest esineb lõikudel A ja B veel suhteliselt palju piki-, ja vuugipragu (vastavalt 33 jm ja 24 jm).

Tähelepanuväärne on see, et lõigul C ei olnud inventeerimise ajal täheldatav ühtegi teekatte defekti ega katte paikamist. Teekonstruktsiooni tugevuse osas on see lõik kõige lähemal nõutavale tasemele – mõõdetud EMod-väärtused ei ole selgelt üle ega alla vajaliku EMod-väärtuse. Siit võib teha järelduse, et kindlasti tekitab probleeme nõrk teekonstruktsioon aga ka liiga tugev teekonstruktsioon ei ole soovitatav.

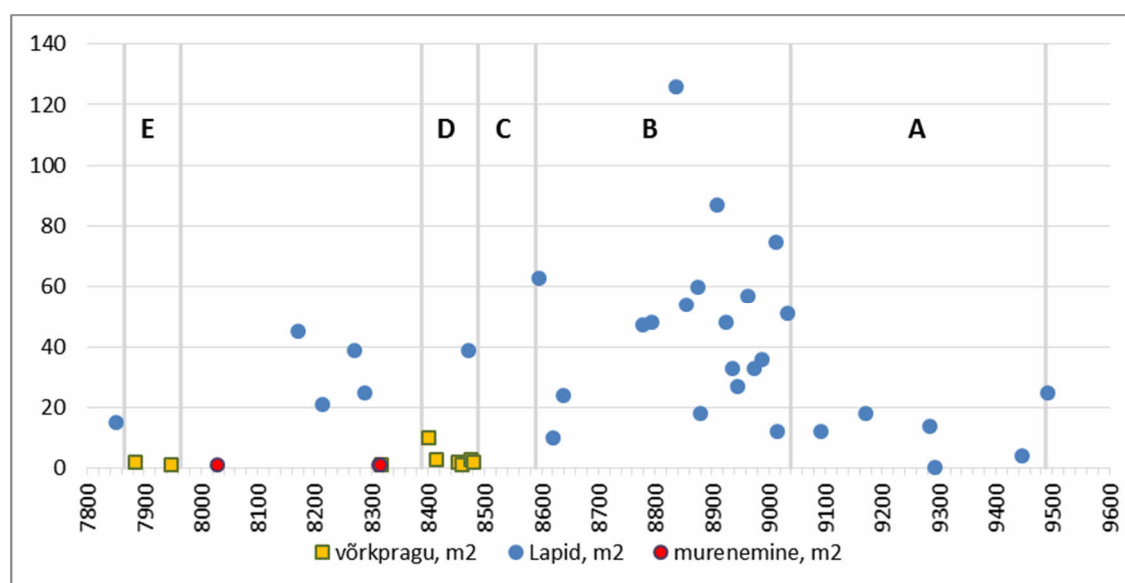
⁶ „Kattega teede defektide inventeerimise juhend“, MA 2018-004

Tabel 4.1. Kokkuvõtte Narva-Mustajõe objekti teelõikude teekatte defektidest

Lõik	Teekatte defektid								Defekti- summa, %	Defekti- summa paikamisega, %
	põik- pragu, tk	kitsas piki- pragu, m	kitsas vuugi- pragu, m	võrk- pragu, m ²	auk, tk	murenemine, m ²	serva defekt, m	katte paikamine, m ²		
A	13	2	31	0	0	0	0	49	1,2	2,7
B	17	1	23	0	0	0	0	908	1,4	30,3
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
D	0	8	0	21	0	0	0	39	3,6	9,1
E	3	0	2	3	0	0	3	0	1,6	1,6
Kokku	33	11	56	24	0	0	3	995	1,4	13,3



Joonis 4.1. Teekatte joondefektid (põik-, piki- ja vuugipragu) Narva-Mustajõe objektil



Joonis 4.2. Teekatte pindaladefektid (võrkpragu, katte paikamine ja murenemine) Narva-Mustajõe objektil

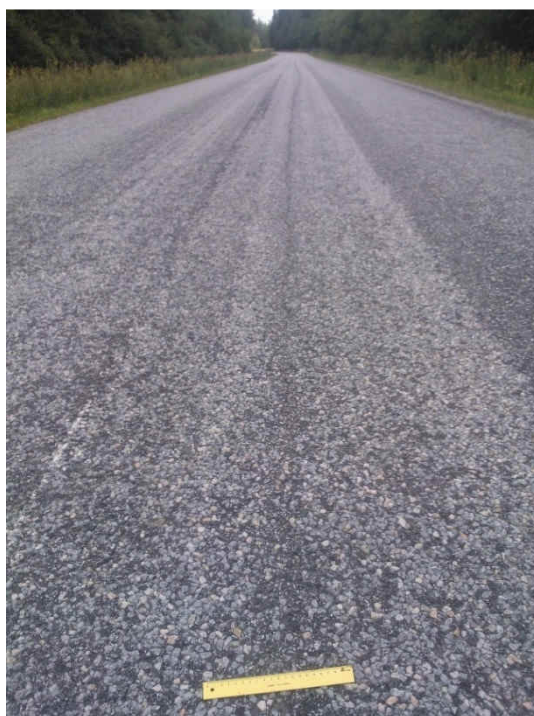
4.2. Simuna-Vaiatu objekt

Simuna-Vaiatu objektil oli teekattes defekte inventeerimise ajal väga vähe. Oli ainult kaks tee teljel paiknevat pikipragu, üks teelõigul ST_I (pikkusega 33 jm) ja teine, mis algas teelõigul ST_III laia pikipraona (3 jm) ja jätkus teelõigul ST_IV 15 m pikkuselt kitsa pikipraona. Muid defekte antud objektil ei olnud.

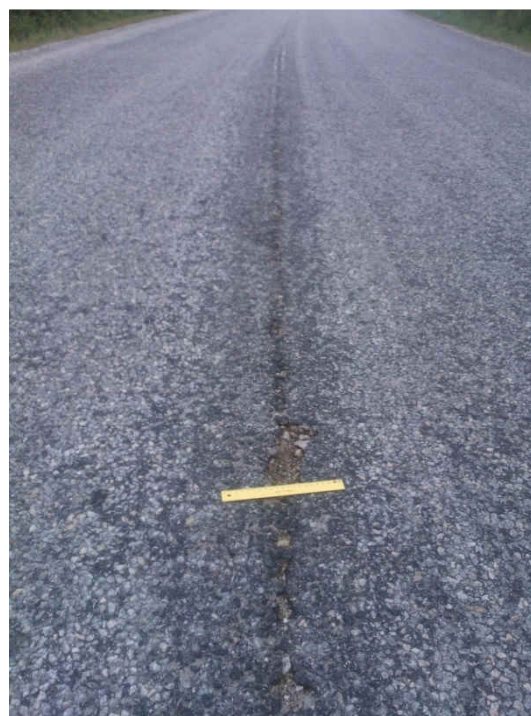
Kokkuvõttes on see osalt üllatav, sest kui arvestada osade teelõikude väga madalat teekonstruktsiooni kandevõimet siis võiks eeldada võrkpragude ilmnemist. Ilmselt on teelõigu koormussagedus siiski sedavõrd väike, et puudused teekonstruktsiooni tugevuses ei ole veel teekatte defektidena avaldunud. Uurijate ettepanek on nii sellel objektil kui ka Narva-Mustajõe objektil teostada järgmise uuringu raames kontrolliks ka liiklusloendus. Kuna liiklussagedus on objektidel tagasihoidlik siis oleks mõistlik liiklusloenduse kestvust pikendada kuni ca 4 nädalani.

Tabel 4.2. Kokkuvõte Simuna-Vaiatu objekti teelõikude teekatte defektidest

Lõik	Teekatte defektid								Defekti-summa, %	Defekti-summa paikamisega, %
	põik-pragu, tk	kitsas piki-pragu, m	lai piki-pragu, m	võrk-pragu, m ²	auk, tk	murenemine, m ²	serva defekt, m	katte paikamine, m ²		
ST_I	0	33	0	0	0	0	0	0	1,0	1,0
ST_II	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
ST_III	0	0	3	0	0	0	0	0	0,2	0,2
ST_IV	0	15	0	0	0	0	0	0	0,7	0,7
Kokku	0	48	3	0	0	0	0	0	0,1	0,1



17192-1-3113



17192-1-3772

Foto 4.1. Teekatte defektid Simuna-Vaiatu objektil

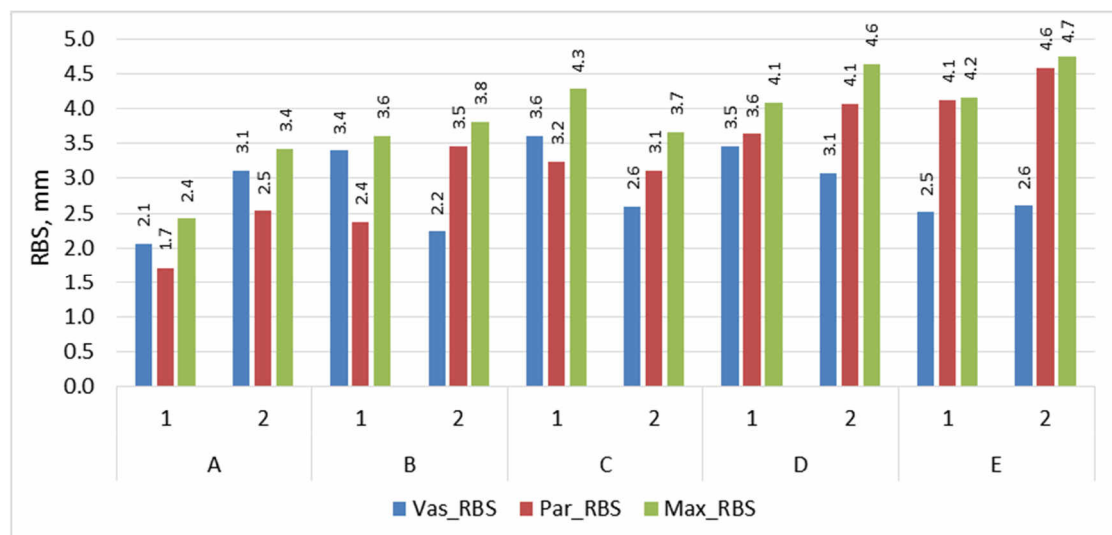
5. TEEKATTE ROOPA SÜGAVUS

Teekatte roopa sügavuse mõõtmised on uuritud objektil teostatud 7. augustil 2018 aastal. Mõõtmised teostas Destia Oy seadmega Greenwood Profilograph. Teekatte roopa sügavuse mõõtmistulemuste protokollid on toodud lisas 5.

Teekatte roopa sügavuse 2018 aasta mõõtmistulemused on uuritud objektide osas esitatud 20 m mõõtmisammuga mõlema sõidusuuna kohta. Uuritud objektidel ei ole varasemalt spetsiaalselt roopa sügavust mõõdetud. Küll leidub roopa sügavuse mõõtmistulemusi varasemate aastate kohta (2015 ja 2017) teeregistrist aga seal on roopa sügavuse väärtused toodud 100 m mõõtmisammuga ja kahjuks on roopa sügavuse väärtused ümardatud täisarvudeks. Kuna uuritud objektidel on roopa sügavuse väärtused väikesed (reeglina alla 5 mm), siis mõjutab mõõtmistulemuste ümardamisel tekkiv viga tulemusi oluliselt. Seetõttu ei ole 2018 aasta roopa sügavuse mõõtmistulemuste võrdlust varasemate aastate mõõtmistulemustega antud uuringus käsitletud.

5.1. Narva-Mustajõe objekt

Roopa sügavus on Narva-Mustajõe objekti lõikudel väike ja maksimaalse RBS väärtus jääb kõikide lõikude erinevate suundade keskmiste arvestuses vahemikku 2,9 – 4,5 mm. Kõigi lõikude keskmine maksimaalne roopa sügavuse väärtus on 2018 aasta mõõtmistulemuste põhjal 3,5 mm. Suundade osas on roopa sügavuse osas väike vahe ja suunal 1 on maxRBS keskmine väärtus 3,3 mm ja suunal 2 on see 3,8 mm.



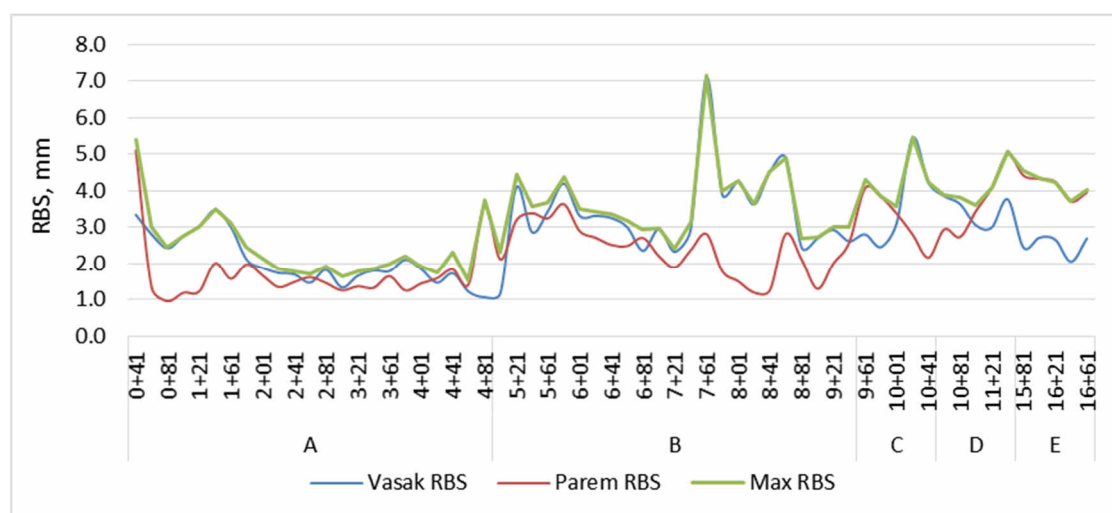
Joonis 5.1. Teekatte roopa sügavus Narva-Mustajõe objekti lõikudel suunal 1 ja 2

2018 aastal mõõdetud teekatte roopa sügavuse kokkuvõtte on toodud tabelis 5.1 ja joonistel 5.2 ja 5.3. Roopa sügavuse arengu määratlemisel on eeldatud (puuduvad otsesed mõõtmistulemused), et kogu lõigul oli pärast ehitustööde valmimist algroopa väärtus 1,0 mm.

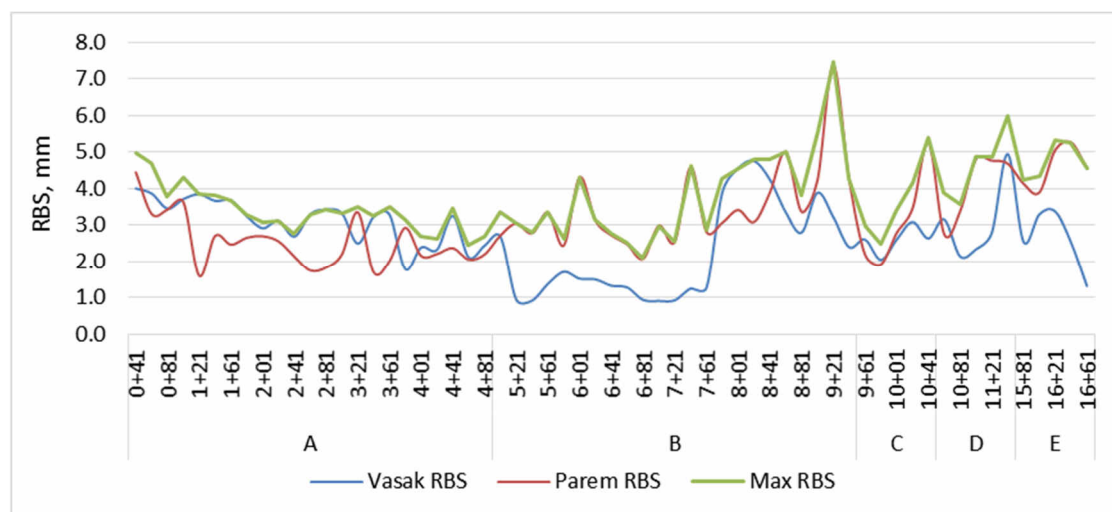
Kuigi roopa sügavuse väärtused on väikesed, siis on täheldatav teatud tendents ja seosed muude andmetega (teekonstruktsiooni kandevõime). Lõigul A on roopa sügavus ja selle areng väikseim ja sellel lõigul on teekonstruktsiooni tugevusomaduste muutumine olnud väike. Lõikudel D ja E on roopa sügavus suurim ja selle areng kiireim ja nendel lõikudel on ka muutused teekonstruktsiooni tugevusomadustes suurimad.

Tabel 5.1. Teekatte roopa sügavuse kokkuvõte Narva-Mustajõe objektil

Lõik	Roopa sügavus, mm			Stdev (max RBS)	Max RBS arvestuslik muutumine 2018 vs 2012, mm/a
	vasak	parem	max		
Lõik A	2.6	2.1	2.9	0.8	0.3
Lõik B	2.8	2.9	3.7	1.1	0.5
Lõik C	3.1	3.2	4.0	1.1	0.5
Lõik D	3.3	3.9	4.4	0.7	0.6
Lõik E	2.6	4.4	4.5	0.5	0.6
Kokku lõigud	2.8	2.8	3.5	1.1	0.4



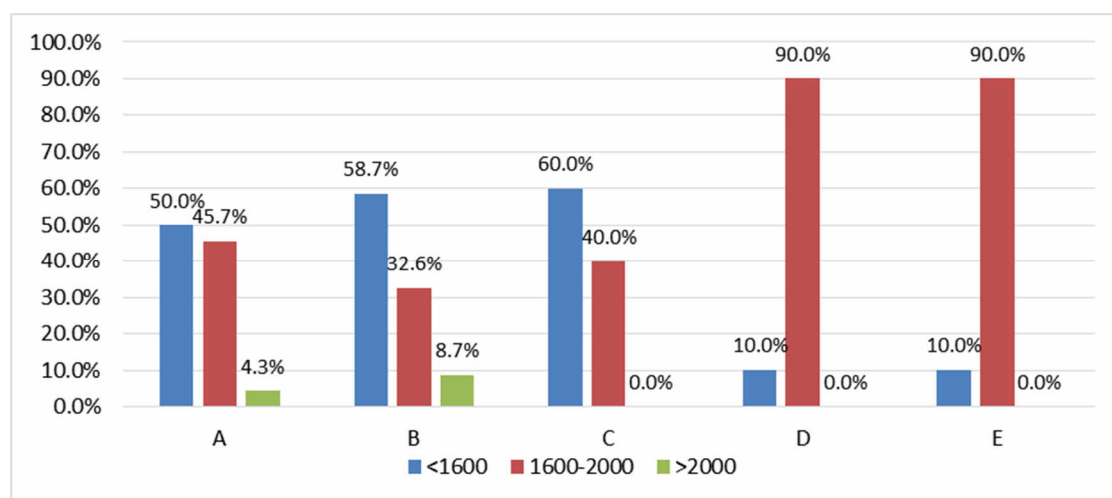
Joonis 5.2. Teekatte roopa sügavus Narva-Mustajõe objektil (suund 1)



Joonis 5.3. Teekatte roopa sügavus Narva-Mustajõe objektil (suund 2)

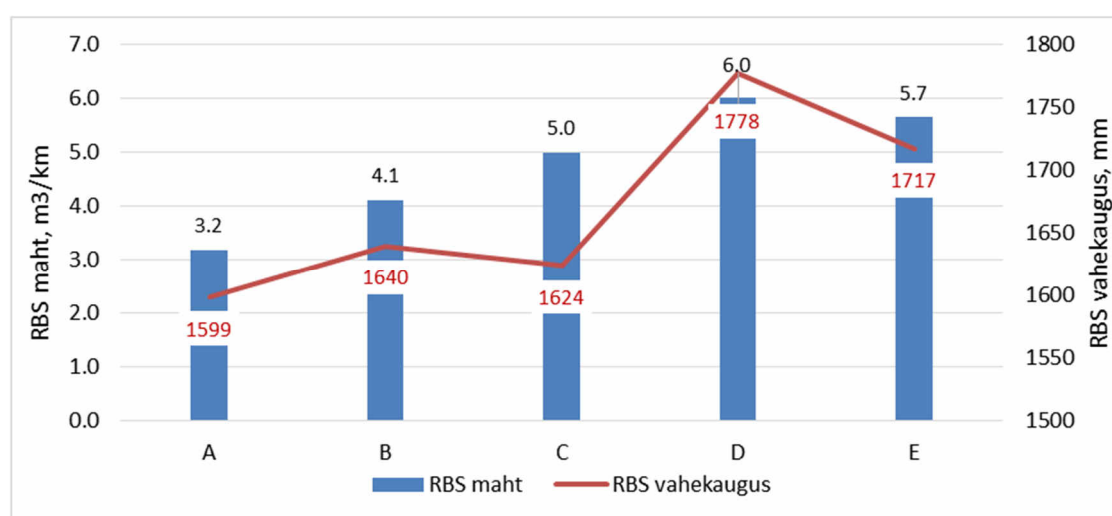
Põikprofiili mõõtmisandmete alusel on leitud ja võrreldud roobaste vahekaugust erinevatel Narva-Mustajõe objekti lõikudel. Kuna erineva klassi sõidukite rööbe on erinev (sõiduautel reeglina alla 1600 mm ja autorongidel üle 2000 mm), siis saab roobaste vahekauguse alusel teha järeldusi selles osas, et kas roobas on kulumisroobas (põhjustatud eelkõige naastrehvidest) või on tegemist vajumisroopaga (tekkitud raskeliiklusest ja viitab puudustele teekonstruktsiooni tugevuses).

Lõikudel A, B ja C viitab roobaste vahekauguste mõõtmistulemuste jagunemine (joonis 5.4.) ja suhteliselt kitsas keskmine roobaste vahekaugus (joonis 5.5.) sellele, et valdavalt on teekattes tegemist kulumisroopaga. Lõikudel D ja E on roobaste vahekaugus mõnevõrra suurem, mis viitab teekattes ka vajumisroopa (lisaks kulumisroopale) tekkimisele.



Joonis 5.4. Roobaste vahekauguse mõõtmistulemuste jagunemine Narva-Mustajõe objektil

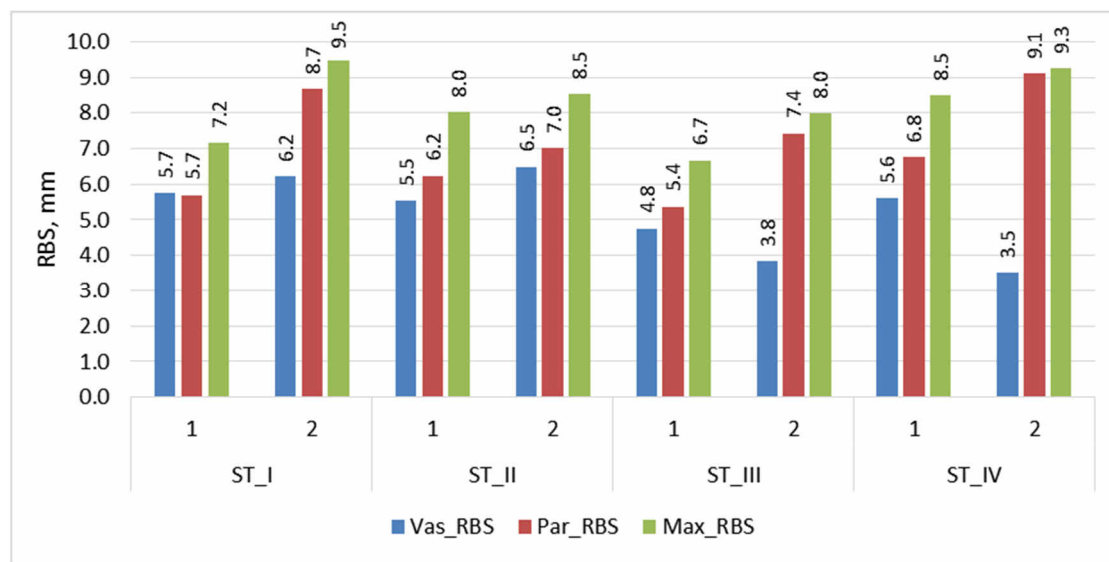
Lisaks on põikprofiili mõõtmisandmete põhjal määratletud tekkinud roopa mahu andmed ja joonisel 5.5 on toodud roopa mahu ühikväärtused (m^3/km) uuritud lõikudel.



Joonis 5.5. Teekatte roopa ühikmahud ja roobaste vahekaugused Narva-Mustajõe objektil

5.2. Simuna-Vaiatu objekt

Roopa sügavus on Simuna-Vaiatu objekti lõikudel, arvestades teekatte vanust ja liiklussagedust, üsna ühtlaselt suhteliselt suur. Maksimaalse RBS väärtus jääb kõikide lõikude erinevate suundade keskmiste arvestuses vahemikku 7,3 – 8,9 mm. Kõigi lõikude keskmine maksimaalne roopa sügavuse väärtus on 2018 aasta mõõtmistulemuste põhjal 8,1 mm. Suundade osas on roopa sügavuses täheldatav vahe ja suunal 1 on maxRBS keskmine väärtus 7,5 mm ja suunal 2 on see 8,8 mm.



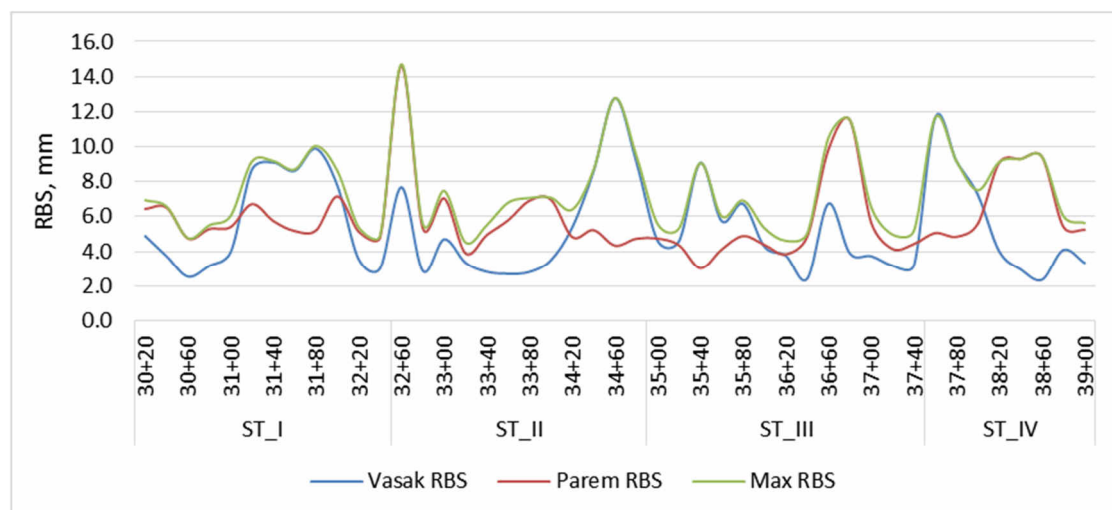
Joonis 5.6. Teekatte roopa sügavus Simuna-Vaiatu objekti lõikudel suunal 1 ja 2

2018 aastal mõõdetud teekatte roopa sügavuse kokkuvõte on toodud tabelis 5.2 ja joonistel 5.7 ja 5.8. Roopa sügavuse arengu määratlemisel on eeldatud (puuduvad otsesed mõõtmistulemused), et kogu lõigul oli pärast ehitustööde valmimist algroopa väärtuseks 1,5 mm.

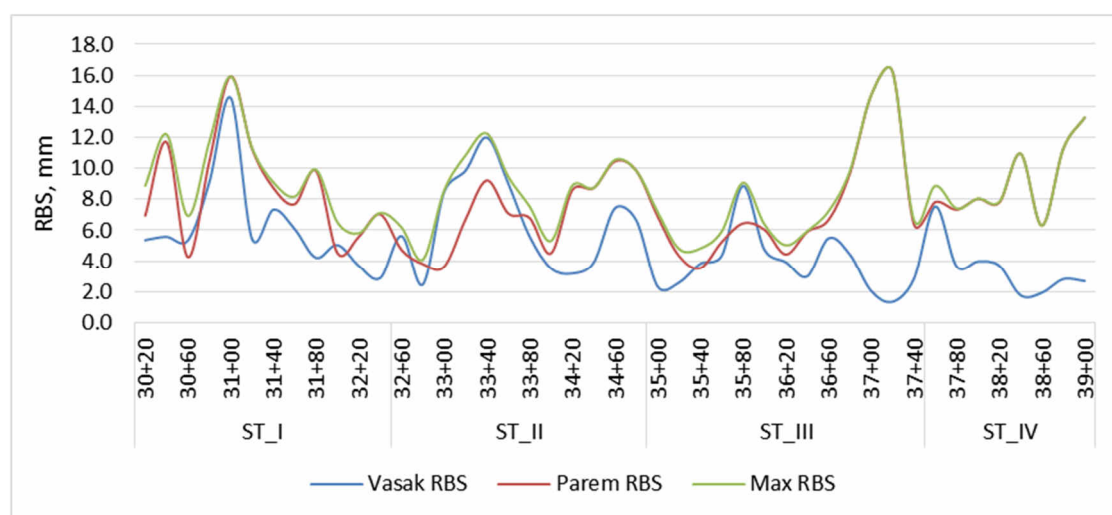
Tabel 5.2. Teekatte roopa sügavuse kokkuvõte Simuna-Vaiatu objektil

Lõik	Roopa sügavus, mm			Stdev (max RBS)	Max RBS arvestuslik muutumine 2018 vs 2014, mm/a
	vasak	parem	max		
Lõik ST_I	6.0	7.2	8.3	2.6	1.8
Lõik ST_II	6.0	6.6	8.3	2.6	1.8
Lõik ST_III	4.3	6.4	7.3	3.0	1.6
Lõik ST_IV	4.6	7.9	8.9	2.1	2.0
Kokku lõigud	5.2	6.9	8.1	2.7	1.8

Teekatte roopa sügavuse väärtused ja roopa sügavuse areng on objekti kõigil katselõikudel praktiliselt sarnane, roopa sügavuse väärtused on vahemikus 7-9 mm ja RBS arengukiirus 1,6-2,0 mm/a. Ainult katselõigul ST_III on nii roopa sügavus kui ka selle arengukiirus teistest veidi väiksemad.



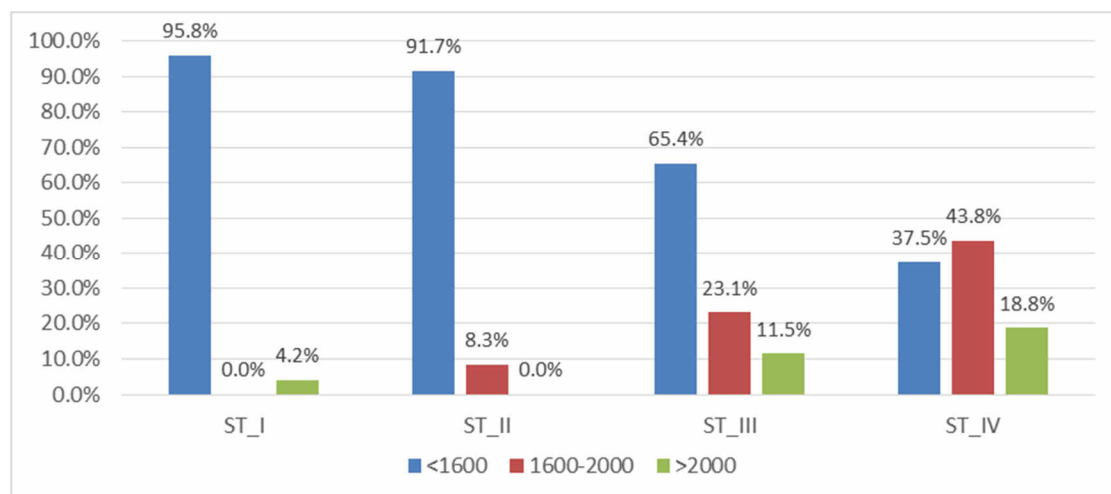
Joonis 5.7. Teekatte roopa sügavus Simuna-Vaiatu objektil (suund 1)



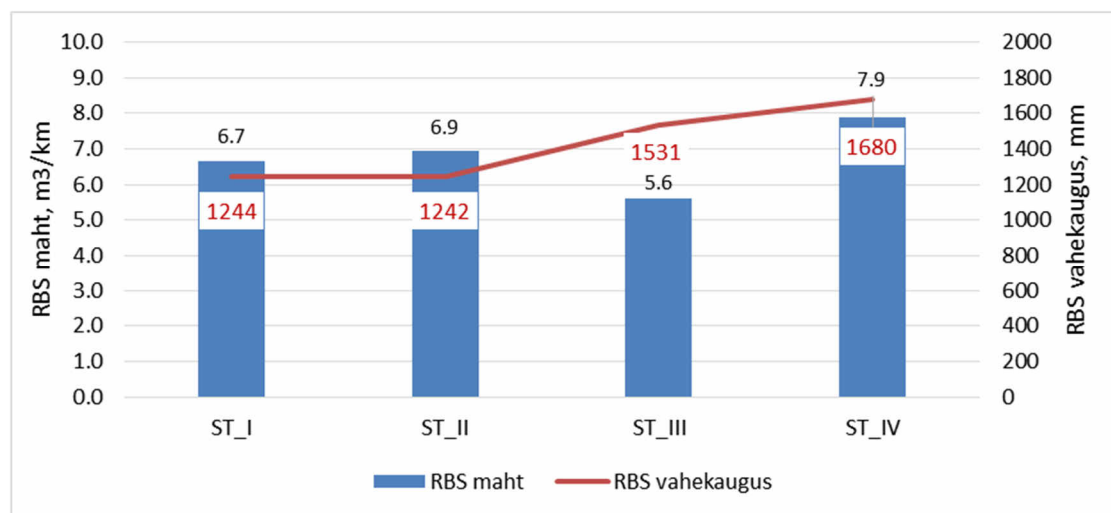
Joonis 5.8. Teekatte roopa sügavus Simuna-Vaiatu objektil (suund 2)

Arvestades sellega, et objekti teekatte vanus on ainult 4 aastat ja teelõigul on väga madal liiklussagedus (2017 aasta AKÖL=171 sõidukit/ööp), siis on teekattes tekkinud roopa sügavus suur ja see on arenenud väga kiiresti. Kui eeldada roopa sügavuse sarnast arengut ka järgnevatel aastatel, siis jõuab see hoiatava sügavuseni (15 mm) juba 3-4 aasta pärast.

Vaadates roobaste vahekaugust erinevatel katselõikudel (joonis 5.9), siis on selgelt näha, et katselõikudel ST_I ja ST_II on tegemist puhtalt kulumisroopaga. Ka katselõigul ST_III on enamus roopast teekattes põhjustatud kulumisest, samas on täheldatav ka kohati vajumisroopa esinemist. Selgelt erinev on aga olukord katselõigul ST_IV (hästi madal teekonstruktsiooni üldine EMod), kus on nii roobaste vahekaugus kui ka roopa ühikmaht teistest katselõikudest suurem (joonis 5.10).



Joonis 5.9. Roobaste vahekauguse mõõtmistulemuste jagunemine Simuna-Vaiatu objektil



Joonis 5.10. Teekatte roopa ühikmahud ja roobaste vahekaugused Simuna-Vaiatu objektil

6. TEEKATTE TASASUS

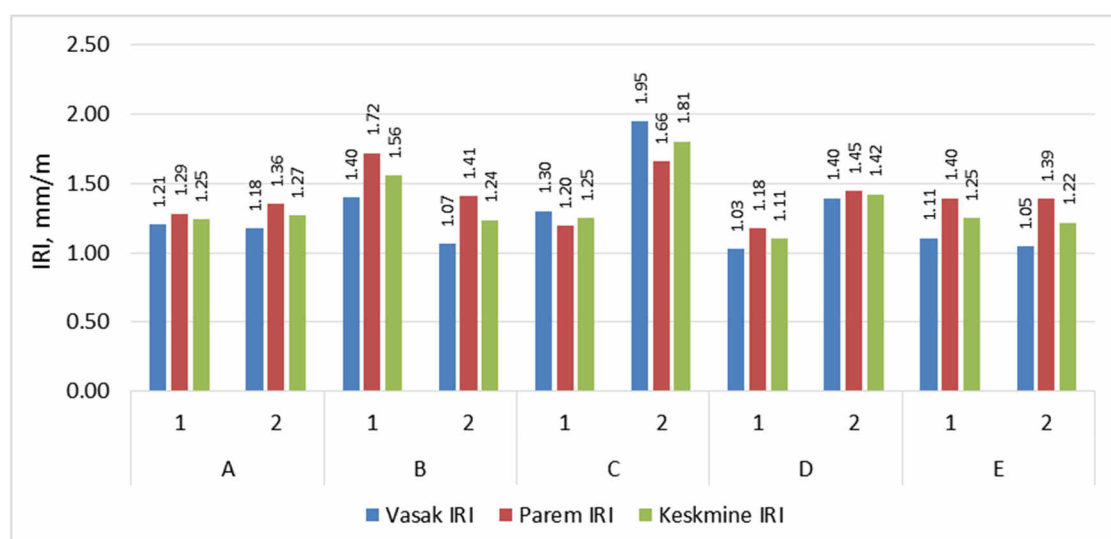
Teekatte tasasuse mõõtmised on uuritud objektil teostatud 7. augustil 2018 aastal. Mõõtmised teostas Destia Oy seadmega Greenwood Profilograph. Teekatte tasasuse mõõtmistulemuste protokollid on toodud lisas 6.

Teekatte tasasuse 2018 aasta mõõtmistulemused on uuritud objektide kohta esitatud 20 m mõõtmisammuga mõlema sõidusuuna kohta. Teekatte tasasus on mõõdetud mõlemas sõidujäljes ja tulemustes on vasakpoolne IRI-väärtus tee telje poolse sõidujälje kohta ja parempoolne IRI-väärtus sõidutee serva poolse sõidujälje kohta.

6.1. Narva-Mustajõe objekt

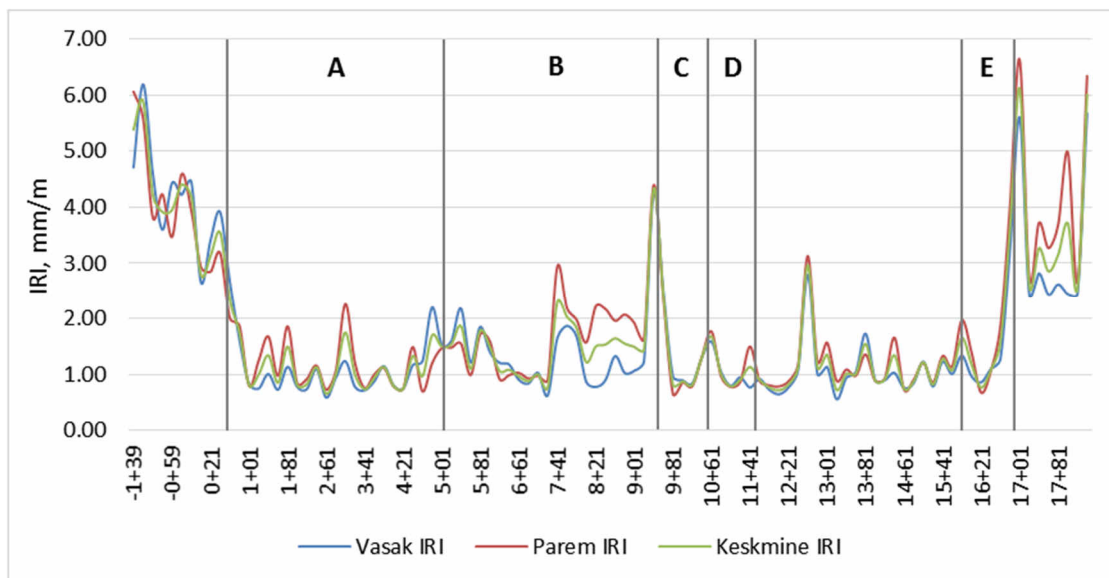
Kõigi Narva-Mustajõe objekti lõikude keskmine teekatte tasasuse väärtus 2018 aasta mõõtmiste põhjal on IRI=1,33 mm/m. Tee teljepoolne sõidujalg on veidi tasasem (vasak IRI=1,24 mm/m) võrreldes välimise sõidujäljega (parem IRI=1,43 mm/m). Kui kõigil lõikudel on vasak IRI veidi väiksem kui parem IRI siis erandiks on siin lõik C kus mõlemas sõidusuunas on vasak IRI suurem kui parem IRI.

Objekti lõikude võrdluses keskmised IRI väärtused üksteisest väga palju ei erine, jäädes vahemikku 1,24 kuni 1,53 mm/m. Üksikute sõidujalgede ja suundade võrdluses on keskmised IRI-väärtused vahemikus 1,03 (lõik D suund 1) kuni 1,95 (lõik C suund 1).

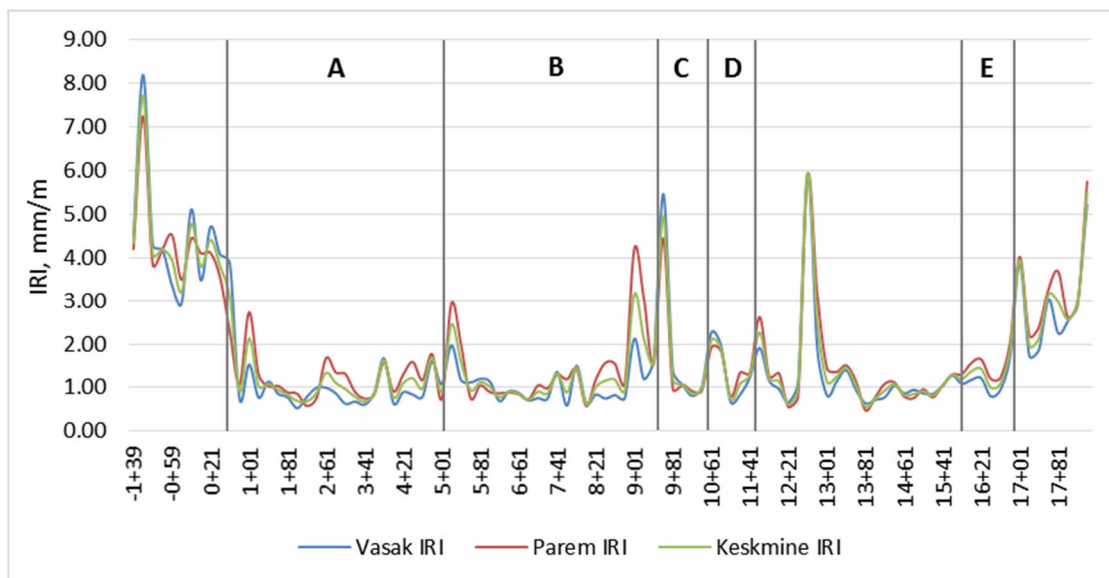


Joonis 6.1. Teekatte tasasuse keskmised väärtused 2018 a Narva-Mustajõe objekti erinevatel lõikudel ja suundadel

Üksikute mõõtmistulemuste võrdluses (joonised 6.2. ja 6.3.) torkab silma, et IRI-väärtused kipuvad kasvama objekti sees eelkõige lõikude muutumiskohtades. Eriti torkab see silma lõikude B ja C ülemineku kohas, kus IRI väärtused tõusevad kuni 4,0-5,0 mm/m.



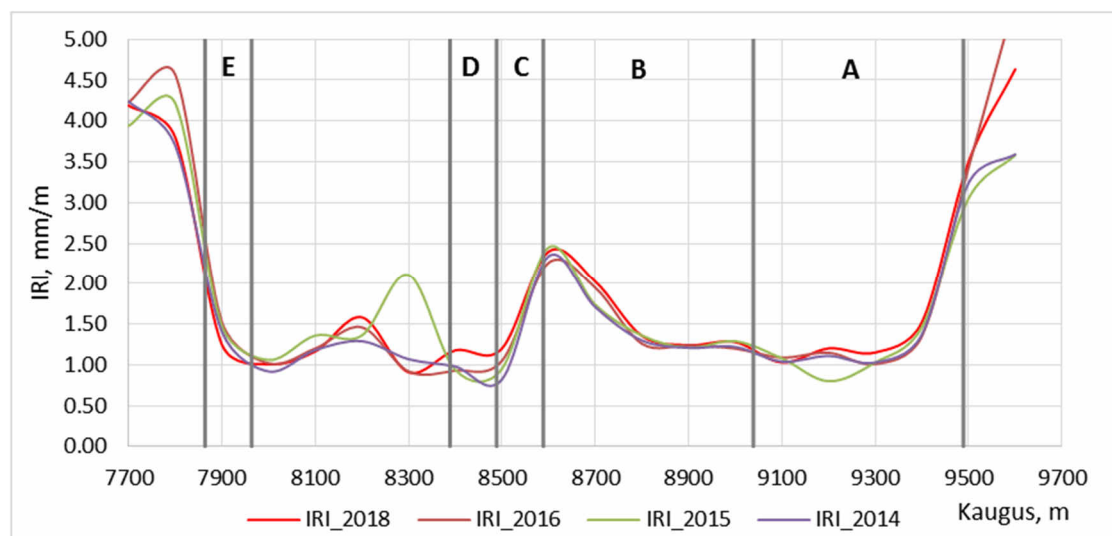
Joonis 6.2. Teekatte tasetasuse 2018 a mõõdetud väärtused Narva-Mustajõe objekt suunal 1



Joonis 6.3. Teekatte tasetasuse 2018 a mõõdetud väärtused Narva-Mustajõe objekt suunal 2

Erinevatel aastatel tehtud teekatte tasetasuse mõõtmistulemuste võrdlemiseks (joonis 6.4.) on antud objektile kasutatud teeregistris sisalduvaid andmeid, kuna muid mõõtmistulemusi ei olnud käesoleva uurimistöo koostajatel kasutada. Seega on võrdlused tehtud 100 m mõõtmisammuga IRI-väärtustega ja ainult sõidusuuna 1 osas.

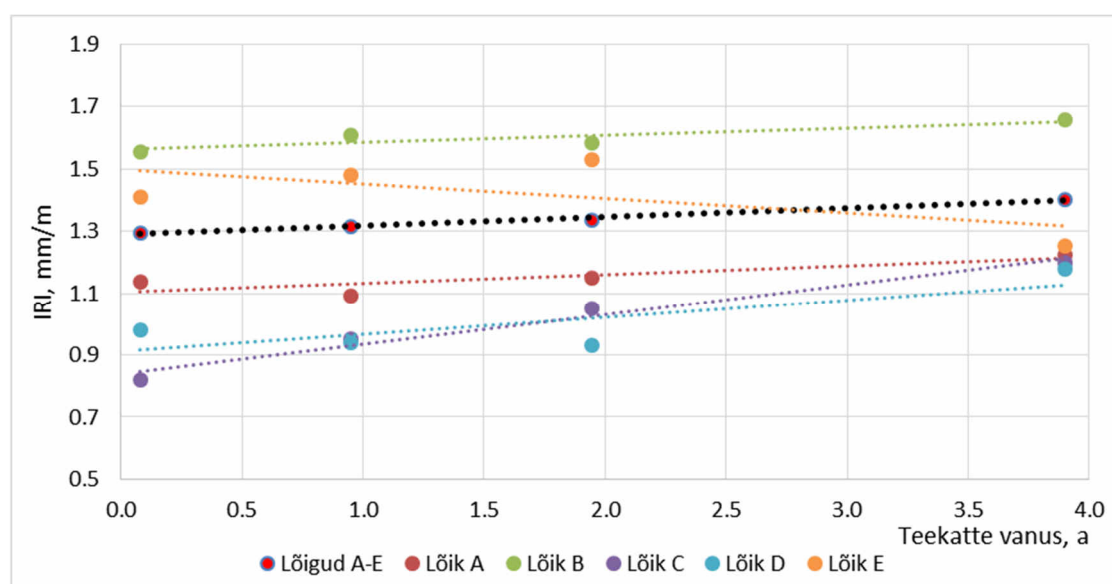
Võrdlusandmetest on näha, et erinevate aastate ja seadmete mõõtmistulemused langevad omavahel üsna kenasti kokku. Esineb ainult üksikuid erinevusi ja eriti just 2015 aastal tehtud mõõtmistulemuste osas.



Joonis 6.4. Erinevatel aastatel mõõdetud teekatte tasasuse väärtused Narva-Mustajõe objektis (suund 1)

Narva-Mustajõe objekti lõikudel on teekatte tasasus aastate jooksul ühtlaselt kasvanud välja arvatud lõik E, kus 2018 aasta mõõtmistulemused näitavad teekatte tasasuse mõningast paranemist.

Lõikudel A ja B on teekatte tasasuse väärtuse aastane muutus veidi väiksem, jäädes suurusjärku ca 0,023 – 0,027 ühikut/a. Lõigul D on see kasv kaks korda kiirem (0,050 ühikut/a) ja lõigul C ligi neli korda kiirem (0,097 ühikut/a). Samas on nende muutuste määramine väga tundlik, kuna lõikudel C, D ja E (pikkus 100m) on kasutada ainult 1 IRI mõõtmistulemus iga aasta kohta. Kogu Narva-Mustajõe objekti teekatte tasasuse keskmine aastane muutumine on 0,028 ühikut/a.

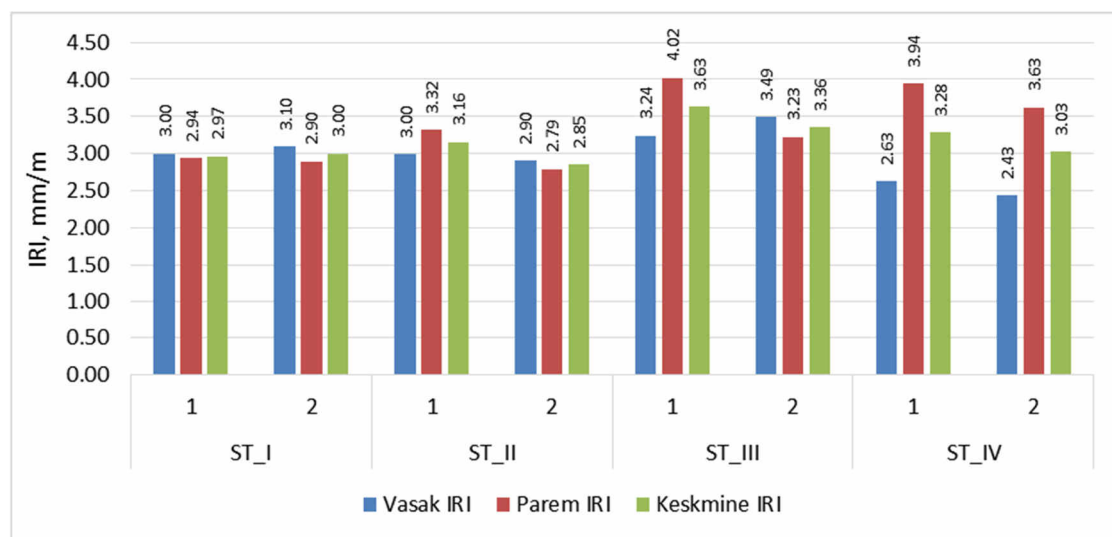


Joonis 6.5. Teekatte tasasuse väärtuste muutumine Narva-Mustajõe objekti lõikudel

6.2. Simuna-Vaiatu objekt

Kõigi Simuna-Vaiatu objekti lõikude keskmine teekatte tasasuse väärtus 2018 aasta mõõtmiste põhjal on $IRI=3,17$ mm/m. Tee teljepoolne sõidujalg on veidi tasasem (vasak $IRI=3,02$ mm/m) võrreldes välimise sõidujalgiga (parem $IRI=3,31$ mm/m). Vasaku ja parema IRI väärtuste osas on väga suured erinevused lõigul ST_III suunal 1 ja lõigul ST_IV mõlemal suunal. Eeldada võib, et põhjuseks on madal teekonstruktsiooni kandevõime, mistõttu on sõidutee servad hakanud vajuma ja tekitanud ebatasasust.

Objekti erinevate lõikude võrdluses keskmised IRI väärtused üksteisest väga palju ei erine, jäädes vahemikku 2,98 mm/m (lõik ST_I) kuni 3,50 mm/m (lõik ST_III). Üksikute sõidujalgede ja suundade võrdluses on keskmised IRI-väärtused vahemikus 2,85 mm/m (lõik ST_II suund 2) kuni 3,63 mm/m (lõik ST_III suund 1).

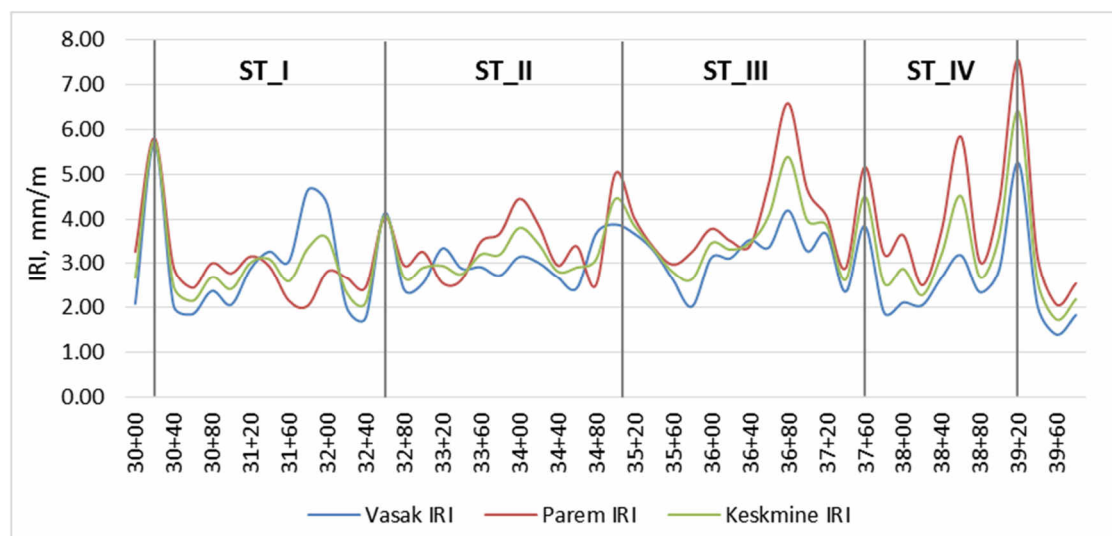


Joonis 6.6. Teekatte tasasuse keskmised väärtused 2018 a Simuna-Vaiatu objekti erinevatel lõikudel ja suundadel

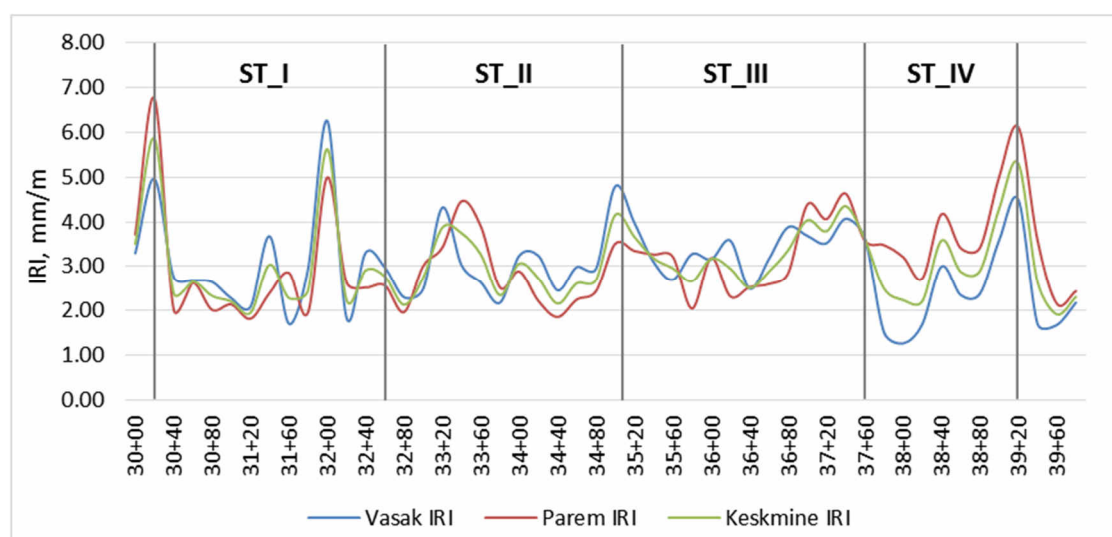
Sarnaselt Narva-Mustajõe objekti lõikudele on ka Simuna-Vaiatu objekti üksikute mõõtmistulemuste võrdluses (joonised 6.7. ja 6.8.) selgelt näha, et IRI-väärtused kipuvad kasvama objekti sees eelkõige lõikude muutumiskohtades. Eriti torkab see silma lõikude ST_II ja ST_III ülemineku kohas.

Samas esineb üksikuid väga suure ebatasasusega „jõnkse“ ka lõikude sees, näiteks lõik ST_III suund 1 PK 36+80, kus $IRI=6,58$ mm/m ja lõik ST_I suund 2 PK 32+00, kus $IRI=6,25$ mm/m.

Lõigul ST_I on suunal 1 ja 2 vahemikus PK 31+40 kuni 32+00 selgelt eristatav lõik, kus vasak IRI on oluliselt suurem kui parem IRI. Samas vahemikus on teekonstruktsiooni kandevõime 2018 aasta mõõtmiste põhjal hästi nõrk koht (PK 31+75), mistõttu on teekattesse tekkinud ilmselt vajum, mis paikneb tee telje ümbruses ja mõjutab seetõttu eelkõige just vasakut IRI väärtust.



Joonis 6.7. Teekatte tasasuse 2018 a mõõdetud väärtused Simuna-Vaiatu objektil suunal 1

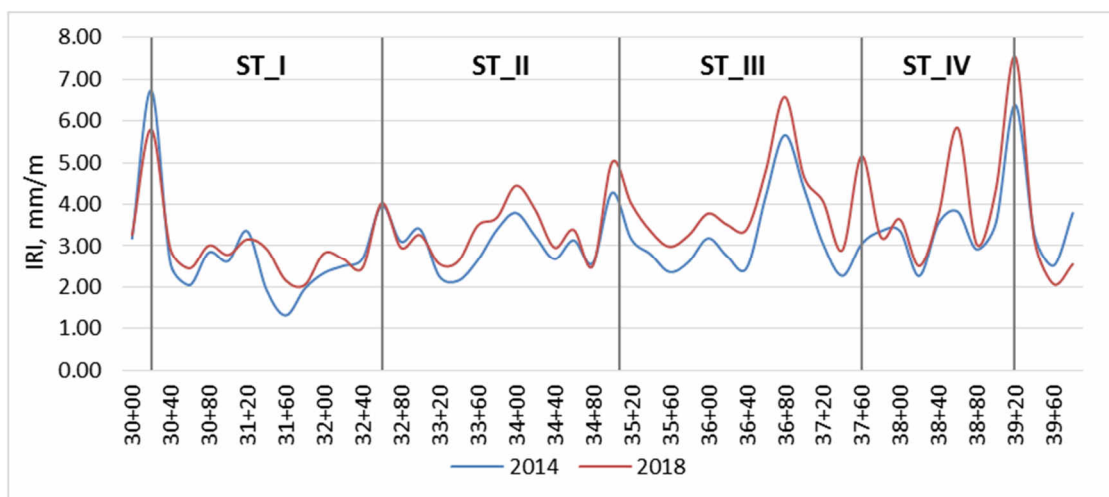


Joonis 6.8. Teekatte tasasuse 2018 a mõõdetud väärtused Simuna-Vaiatu objektil suunal 2

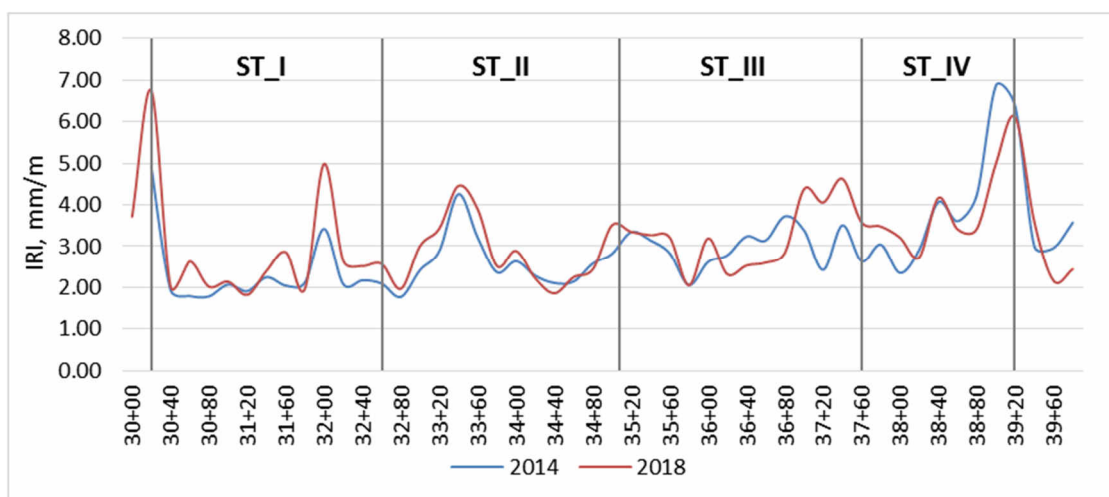
Erinevatel aastatel tehtud teekatte tasasuse mõõtmistulemuste võrdlemiseks (joonis 6.9. ja 6.10.) on antud objektile kasutatud 2014 ja 2018 aastal tehtud mõõtmiste tulemusi. Võrreldud on 20 m mõõtmisammuga IRI-väärtuseid sõidusuundadel 1 ja 2.

Võrdlusandmetest on näha, et erinevate aastate ja mõõtmisseadmete mõõtmistulemused langevad omavahel üsna kenasti kokku. Esineb ainult üksikuid erinevusi aga see on loonulik kuna mõõtmiste teostajad on erinevad ja vahepeal on möödunud 4 aastat.

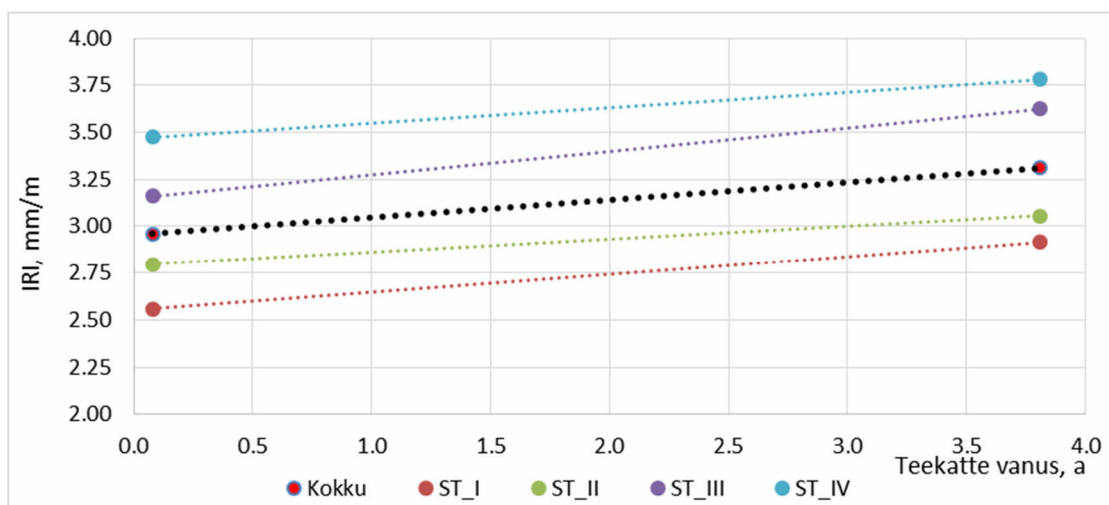
Simuna-Vaiatu objekti lõikudel on teekatte tasasus viimase 4 aasta jooksul sarnaselt kasvanud kõigil uuritud lõikudel (joonis 6.11.) hoolimata sellest, et tegelikud IRI väärtused ja teekonstruktsiooni tugevusomadused on lõikudel siiski erinevad. Kõigil lõikudel on teekatte tasasuse väärtuse keskmine aastane muutumine olnud ca 0,10 ühikut/a (lõiguti on see vahemikus 0,07-0,12 ühikut/a) ja olulisi erinevusi teekatte tasasuse osas erinevatel lõikudel ei ole võimalik seetõttu välja tuua.



Joonis 6.9. Erinevatel aastatel mõõdetud teekatte tasetasuse väärtused Simuna-Vaiatu objekt (suund 1)



Joonis 6.10. Erinevatel aastatel mõõdetud teekatte tasetasuse väärtused Simuna-Vaiatu objekt (suund 2)



Joonis 6.11. Teekatte tasetasuse väärtuste muutumine Simuna-Vaiatu objekti lõikudel

7. OBJEKTIDE KOKKUVÕTE JA ANALÜÜS

7.1. Narva – Mustajõe objekt

Lõik A (PK 0+50...5+00)

Vanale stabiliseeritud alusele nähti ette paigaldada 25 cm stabiliseeritud kiht, milles sideainena toimib 6% PF tuhka (ing. block 3 electro filter of old Pulverised Fuel burning; vanal tehnoloogial põhinev tolmpõletamisel tekkiv lendtuhk) ja 3% tsementi (komposiitcement CEM II /B-M(T-L) 42,5 R). Stabiliseerimistööd tehti septembri 2011 keskel, esimene kiht asfaltbetooni paigaldati kolme päeva möödudes peale stabiliseeritud kihi valmimist. Asfaltbetoonina kasutati 4 cm AC12 surf ja 5 cm AC20 base.

Teekatte seisukord on väga hea:

- keskmine IRI 1.25 ja 1.27 (vastavalt sõidusuund 1 ja 2);
- keskmine roopa sügavus 2.6 ja 2.1 mm (vastavalt sõidusuund 1 ja 2), maksimaalselt 2.9 mm. Roopa sügavuse kasv on olnud võrreldes aastaga 2012 0.3 mm/a. Roobaste vahekauguse mõõtmistulemuse alusel on peamine roopa tekke põhjus kulumine;
- peamisteks defektideks on põikpraod, mida esineb 13 tk (foto 7.2). Rambolli 2013 aastal koostatud raporti⁷ alusel oli teekattes aastal 2012 nähtaval 11 põikpragu. Aastal 2015 avaldatud raportist⁸ ei selgu täpselt, kui palju oli selleks ajaks pragusid tekkinud, kuid vihjati, et need on tõenäoliselt põhjustatud alla jäetud stabiliseeritud kihist. Kattes esineb vähesel määral ka kitsas piki- ja vuugipragu. Asfaltkatet on paigutatud kokku 49 m² alal (foto 7.2), mille põhjus on teadmata. Kuna tegemist on kahekihilise asfaltbetoonkattega, siis tavaliselt viitab see probleemidele pealmise asfaltkatte koostises ja/või paigalduses.
- defektide summa, arvestamata asfaltkatte vahetamist, on 1.2%.

Teelõigu kandevõime on väga kõrge, keskmiselt 530 ja 550 MPa (vastavalt sõidusuund 1 ja 2). Madalaim mõõdetud väärtus oli 363 MPa ja kõrgeim 715 MPa. Aastate jooksul on kandevõime olnud tõusvas trendis. Keskmine SCI väärtus väga madal: 40, mis näitab, et asfaltkate ja stabiliseeritud alus on heas korras. SCI väärtus ei ole võrreldes aastaga 2015 muutunud.

Stabiliseeritud kihi survetugevused aastate lõikes on näidatud tabelis 7.1 (kõik proovid on võetud eri kohtadest), millest nähtub, et kihi tugevus ja kvaliteet on sisuliselt jäänud samaks. Põikpragude tekke osas on üldlevinud seisukoht, et need ilmnevad, kui kihi survetugevus ületab 12 MPa. Kahe proovikeha tulemused on seda ületavad, mistõttu on alust arvata, et vähemalt osad põikpraod on tekkinud ehitatud stabiliseeritud kihi mahukahanemisest.

⁷ Life+ 09/ENV/227 Osamat. Applications, Piloting and Verifications Narva-Mustajõe Pilot Report. Ramboll 2013/03/11

⁸ Final Report for Study „Technical monitoring and scientific analysis of data from OSAMAT Project pilot sections“ AS Teede Tehnokeskus, Tallinn 2015

Järgnevas uuringus on soovituslik puurida puurkehad põikpragude kohtadest nii, et puurkeha läheb läbi ka all olevast kihist nägemaks, kas teekattel nähtavad defektid on peegelduspraod, või on tegemist uute pragudega.



Foto 7.1. Puurkeha Narva-Mustajõe objekti katselõigult A.

Tabel 7.1. Narva-Mustajõe objekti katselõigu A survetugevused aastate lõikes

28 päeva (proov stabilisaatori tagant)	2012 (1 aasta, puuritud puurkeha)	2014	2015	2018	2018 puurkeha kihipaksus
3.8 MPa	9.4 MPa	11.2 MPa	9.6 MPa	13.4 MPa	8 cm
3.9 MPa	8.5 MPa	13.4 MPa	10.8 MPa	10.3 MPa	17 cm
-	-	-	-	10.9 MPa	17 cm
-	-	-	-	10.7 MPa	19 cm
-	-	-	-	11.5 MPa	18 cm



Foto 7.2. Põikpragu katselõigul A ja näidis sellest, kuidas on välja vahetatud asfaltkatet.

Lõik B (PK 5+00...9+50)

Vanale stabiliseeritud alusele nähti ette paigaldada 25 cm stabiliseeritud kiht, milles sideainena toimib 5% tsüklonfiltri tuhka (ing. ash from block 3 Cyclone-filter of old Pulverised Fuel burning; vanal tehnoloogial põhinev tolmpõletamisel tekkiv tsüklonfiltri tuhka) ja 5% tsementi (komposiitsegment CEM II /B-M(T-L) 42,5 R). Stabiliseerimistööd tehti septembri 2011 keskel, esimene kiht asfaltbetooni paigaldati kolme päeva möödudes peale stabiliseeritud kihi valmimist. Asfaltbetoonina kasutati 4 cm AC12 surf ja 5 cm AC20 base.

Teekatte seisukord on hea, olles lõigu A näitajatega võrreldes veidi nõrgem, kuid see oli teada juba planeerimisfaasis, nagu selgub allikast⁹ :

- keskmine IRI 1.56 ja 1.24 (vastavalt sõidusuund 1 ja 2);
- keskmine roopa sügavus 2.8 ja 2.9 mm (vastavalt sõidusuund 1 ja 2), maksimaalselt 3.7 mm. Roopa sügavuse kasv on olnud võrreldes aastaga 2012 0.5 mm/a. Lõigu A puhul järeldus, et peamine roopa põhjus on kulumine. Lõik B on täpselt samades tingimustes, kuid roobas on veidi suurem, siis järelikult tuleneb see stabiliseeritud kihi nõrgemast vastupanust liiklusele. Erinevus on siiski väga väike;
- peamisteks defektideks on põikpraod, mida esineb 17 tk. Raporti [...] alusel oli teekattes aastal 2012 nähtaval 2 põikpragu, mis võimaldab võrreldes lõiguga A teha järelduse, et nende tekke põhjus seisneb uues stabiliseeritud kihis, kuid mitte ainult. Nimelt, kui jäigale aluskihile (vanale stabiliseeritud alusele) paigaldatakse peale uus jäik kiht, siis kiirendab alumine kiht uues kihis pragude esile tulekut. Lõigu A stabiliseeritud kiht oli alguses jäigem, kui lõigul B, mistõttu tulid (võimalik et) peegelduspraod kiiremini esile.
- Võrreldes lõiguga A, esineb kattes samas suurusjärgus ka kitsast piki- ja vuugipragu. Asfaltkatet on paigutatud 908 m²(!) alal, mille põhjus on teadmata. Järgnevas uuringus tuleb välja selgitada asfaltkatte välja vahetamise põhjus. Lõigul avastati väga väikeste aladena ka võrkprao algeid, mida ei ole kajastatud defektide inventeerimise tabelis (foto 7.4). Need võivad olla tingitud asfaltkattest, aga ka stabiliseeritud aluse probleemidest (ebaühtlusest);
- defektide summa, arvestamata asfaltkatte vahetamist, on 1.4%.

Teelõigu kandevõime on väga kõrge, keskmiselt 470 ja 560 MPa (vastavalt sõidusuund 1 ja 2). Madalaim mõõdetud väärtus oli 342 MPa ja kõrgeim 746 MPa. Aastate jooksul on kandevõime olnud tõusvas trendis. Keskmine SCI väärtus väga madal: 43, mis näitab, et asfaltkate ja stabiliseeritud alus on heas korras. SCI väärtus on olnud aastate lõikes väga ühtlane.

Väga suured kõikumised kandevõime osas ja eriti sõidusunna 1 ja 2 erinevus näitavad, et stabiliseeritud aluse kvaliteet on kõikum. See on põhjustatud tsüklonfiltri tuha ebaühtlusest,

⁹ Life+ 09/ENV/227 Osamat. Applications, Piloting and Verifications Narva-Mustajõe Pilot Report. Ramboll 2013/03/11

mida rõhutati korduvalt ka raportis⁹, kui öeldi survetugevuse ja külmakindluse katsete osas: „OSA CYCL yielded very mixed results.“ See siiski ei ole halvendanud teelõigu toimivust.

Stabiliseeritud kihi survetugevused aastate lõikes on näidatud tabelis 7.2 (kõik proovid on võetud eri kohtadest), millest nähtub, et stabiliseeritud kihti survetugevus on peale esimest aastat märkimisväärselt suurenenud, kuid sealt edasi on survetugevus jäänud pigem samaks. Tulemused on siiski palju ebaühtlasemad, kui lõigu A puhul, mis kinnitab juba laboriuuringute faasis leitud.



Foto 7.3. Puurkeha Narva-Mustajõe objekti katselõigult B

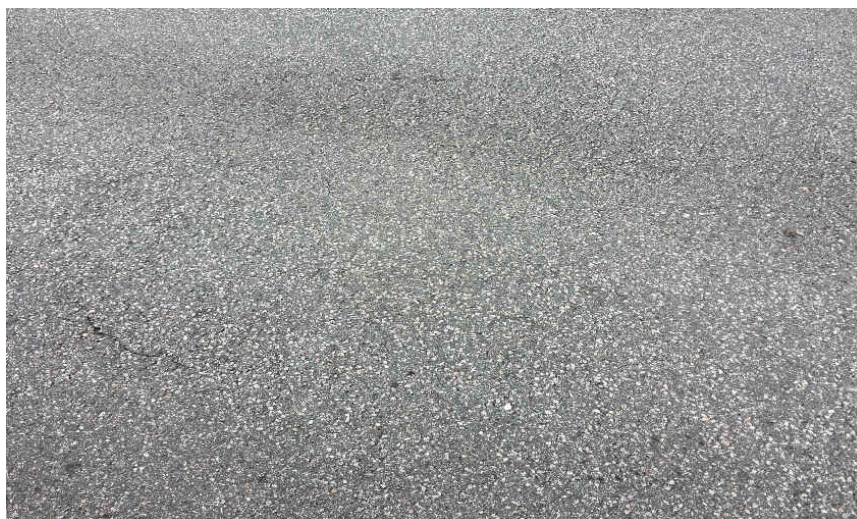


Foto 7.4. Narva-Mustajõe objekti katselõigul B võrkprao alged. Need võivad olla tingitud asfaltbetoonist, aga ka stabiliseeritud kihist. See tuleb välja selgitada järgneva uuringu raames.

Tabel 7.2. Narva-Mustajõe objekti katselõigu B survetugevused aastate lõikes

28 päeva (proov stabilisaatori tagant)	2012 (1 aasta, puuritud puurkeha)	2014	2015	2018	2018 puurkeha kihipaksus
1.5 MPa	2.1 MPa	9,4 MPa	7.6 MPa	6.3 MPa	19 cm
0.3 MPa	2.0 MPa	8.5 MPa	7.1 MPa	5.5 MPa	18 cm
1.3 MPa	-	-	-	8.3 MPa	20 cm
-	-	-	-	8.5 MPa	21 cm
-	-	-	-	9.6 MPa	19 cm

Lõik C (PK 9+50...10+50)

Vana stabiliseeritud alus purustati ning uus ehitati olemasoleva sidumata aluse peale, milleks oli kruusliiv. Raportis¹⁰ kirjeldati seda järgnevalt: „The sandy gravel (saGr) layer below them was degraded over time and contained a considerably high portion of fine particles and hence was slightly frost-susceptible.“ Stabiliseeritud kihi paksus pidi olema 35 cm.

Stabiliseeritud kiht tehti Aidu aherainekillustikust ja freespurust, sideainena kasutati 6% PF tuhka (ing. block 3 electro filter of old Pulverised Fuel burning; vanal tehnoloogial põhinev tolmpõletamisel tekkiv lendtuhk) ja 3% tsementi (komposiittsement CEM II /B-M(T-L) 42,5 R). Stabiliseerimistööd tehti oktoobri 2012 alguses, esimene kiht asfaltbetooni paigaldati seitsme päeva möödudes peale stabiliseeritud kihi valmimist. Asfaltbetoonina kasutati 4 cm AC12 surf ja 5 cm AC20 base.

Teekatte seisukord on väga hea:

- keskmine IRI 1.25 ja 1.81 (vastavalt sõidusuund 1 ja 2);
- keskmine roopa sügavus 3.1 ja 4.2 mm (vastavalt sõidusuund 1 ja 2), maksimaalselt 4.0 mm. Roopa sügavuse kasv on olnud võrreldes aastaga 2012 0.5 mm/a. Tulemus on väga sarnane lõigule B;
- lõigul ei esine ühtegi defekti.

Teelõigu kandevõime on väga kõrge ja aastate lõikes enam-vähem sama, keskmiselt 430 MPa. Madalaim mõõdetud väärtus oli 342 MPa ja kõrgeim 521 MPa. Keskmine SCI väärtus madal, kuid kõrgem, kui lõikudel A ja B: 71, mille järgi saab siiski järeldada, et asfaltkate ja stabiliseeritud alus on heas korras. SCI väärtus on olnud aastate lõikes väga ühtlane.

Lõigult saadi kätte vaid kaks puurkeha ja needki purunesid selliselt, et katsetamisel tuli nõutava kõrguse saavutamiseks kasutada tsementmördiga tasandamist. Aastate lõikes tulemused on näidatud tabelis 7.3, millest nähtub, et kuigi sideaine ja stabiliseeritud kihi koostis on täpselt samad, kui lõigul A, on tulemus siiski väga erinev. Võimalikke põhjusi arutatakse antud aruande peatükis 7.2, kuid teema vajab täiendavat uurimist, mida tuleks teha järgnevas uuringus.

¹⁰ Life+ 09/ENV/227 Osamat. Applications, Piloting and Verifications Narva-Mustajõe Pilot Report. Ramboll 2013/03/11

Tabel 7.3. Narva-Mustajõe objekti katselõigu C survetugevused aastate lõikes

28 päeva (proov stabilisaatori tagant)	2012 (1 kuu, puuritud puurkeha)	2014	2015	2018	2018 puurkeha kihipaksus
5.6 MPa	4.5 MPa	16.4 MPa	7.6 MPa	5.1 MPa	11 cm
-	-	-	-	purunes	-
-	-	-	-	4.9 MPa	10 cm
-	-	-	-	purunes	-
-	-	-	-	purunes	-



Foto 7.5. Puurkeha Narva-Mustajõe objekti katselõigult C

Lõik D (PK 10+50...11+50)

Vana stabiliseeritud alus purustati ning uus ehitati olemasoleva sidumata aluse peale, milleks oli kruusliiv (sama, mis lõigus C). Stabiliseeritud kihi paksus pidi olema 35 cm.

Stabiliseeritud kiht tehti Aidu aherainekillustikust ja freespurust, sideainena kasutati 9% CFB tuhka (ing. ash from block 11 electro filter of Circulating Fluidized Bed combustion; uuel tehnoloogial põhinev keevkihiklatla elektrifiltri tuhk). Kuna laborikatsetes andis tuhk väga häid tulemusi, siis tsementi sideaine hulka ei lisatud. Stabiliseerimistööd tehti oktoobri 2012 alguses, esimene kiht asfaltbetooni paigaldati kolme päeva möödudes peale stabiliseeritud kihi valmimist. Asfaltbetoonina kasutati 4 cm AC12 surf ja 5 cm AC20 base.

Teekatte seisukord on halb, eriti defektide osas:

- keskmine IRI 1.10 ja 1.42 (vastavalt sõidusuund 1 ja 2);
- keskmine roopa sügavus 3.3 ja 3.9 mm (vastavalt sõidusuund 1 ja 2), maksimaalselt 4.4 mm. Roopa sügavuse kasv on olnud võrreldes aastaga 2012 0.6 mm/a. Roobaste vahekauguse mõõtmised viitavad, et katend on rohkem mõjutatav raskeliikluse poolt, kui eelnevad lõigud olid;

- teelõik paistab silma kitsaste pikipragude ja võrkprao osas. Samuti on tehtud võrdlemisi palju katte paikamist. Defektide summa on 3.6% jättes välja vahetatud asfaltkatte kõrvale.

Defektide olemust on kujutatud fotodel 7.7, mis viitavad üheselt aluse defektidele. Võimalik, et sees on ka lokaalset külmakahjustust. Stabiliseeritud segu tundub olevat niiskustundlik.

Teelõigu kandevõime on kas sama, kui varasemalt või veidi langustrendis, 2018 andmetel 330 MPa ja 370 MPa vastavalt sõidusuund 1 ja 2. Mõõtepunktide väärtused kõiguvad suurtes piirides, madalaim on 265 MPa ja kõrgeim 454 MPa. Keskmine SCI väärtus on aja jooksul tugevalt kasvanud, keskmine on 104. Ka BDI väärtused on oluliselt kõrgemad, kui teistes lõikudes.

Kandevõimeväärtused on siiski suhteliselt kõrged, kuid arvatavasti on olukord kevadel või hilissügisel, kui niiskussisaldus on kõrge, oluliselt halvem. Tabelist 7.4 nähtub, et lõigult ei saadud kätte mitte ühtegi tervet suurkeha, millele teha survetugevuse katse. Nende andmete põhjal tuleb järeldada, et stabiliseeritud segu ei ole enam ühtne monoliit, vaid nõrgalt seotud, kõrge peenosisesisaldusega sidumata segu.

Tabel 7.4. Narva-Mustajõe objekti katselõigu D survetugevused aastate lõikes

28 päeva (proov stabilisaatori tagant)	2012 (1 kuu, puuritud suurkeha)	2014	2015	2018	2018 suurkeha kihipaksus
3.0 MPa	-	6.7 MPa	5.9 MPa	Purunesid	4 cm
3.4 MPa	-	7.7 MPa	4.9 MPa	-	5 cm
3.5 MPa	-	-	-	-	-

Järgneva uuringu käigus tuleks võtta siit proovikeha terastikulise koostise määramiseks. Kõikide katselõikude kandevõime tuleks mõõta kevadel, mil näeb võrdlusandmeid, kas lõik D on niiskustundlikum, kui muud lõigud.



Foto 7.6. Suurkeha Narva-Mustajõe objekti katselõigult D



Foto 7.7. Narva-Mustajõe objekti katselõik D oli kõige halvemas seisukorras. Teekattel oli mitmeid defekte, mis viitavad sellele, et stabiliseeritud segu on niiskustundlik.

Lõik E (PK 15+80...16+80)

Vanale stabiliseeritud alusele nähti ette paigaldada 25 cm stabiliseeritud kiht

Stabiliseeritud kiht tehti Aidu aherainekillustikust ja freespurust, sideainena kasutati 9% CFB tuhka (ing. ash from block 11 electro filter of Circulating Fluidized Bed combustion; uuel tehnoloogial põhinev keevkihikatlal elektrifiltri tuhk). Kuna laborikatsetes andis tuhk väga häid tulemusi, siis tsementi sideaine hulka ei lisatud. Stabiliseerimistööd tehti oktoobri 2012 alguses, esimene kiht asfaltbetooni paigaldati kahe päeva möödudes peale stabiliseeritud kihi valmimist. Asfaltbetoonina kasutati 4 cm AC12 surf ja 5 cm AC20 base.

Teekatte seisukord on muude lõikudega võrreldes keskmine:

- keskmine IRI 1.25 ja 1.22 (vastavalt sõidusuund 1 ja 2);
- keskmine roopa sügavus 2.6 ja 4.4 mm (vastavalt sõidusuund 1 ja 2), maksimaalselt 4.5 mm. Roopa sügavuse kasv on olnud võrreldes aastaga 2012 0.6 mm/a;
- teelõigu defektide summa on sarnane, kui lõigul B (1.6 vs 1.4), kuid antud juhul on lisaks põikpragudele (mis tõenäoliselt on peegelduspraod) ka kitsast vuugipragu ja võrkpragu.

Defektide olemus viitab, et kas stabiliseeritud segu või asfaltbetooni kvaliteet ei ole ühtlane. Analüüsimiseks tuleks proove võtta ka asfaltbetoonist välistamaks või kinnitamaks selle rolli defektide tekkes. Võrkprao olemasolu viitab, et stabiliseeritud segu võib olla niiskustundlik. Sama järelduse saab teha ka kandevõimeväärtuse põhjal.

Teelõigu kandevõime on selgelt langustrendis, kuid sellegipoolest (veel) väga kõrge: 416 ja 470 MPa vastavalt sõidusuund 1 ja 2. Kandevõime väärtuste kõikumised mõõtepunktide vahel on suured: madalaim on 269 MPa ja kõrgeim 601 MPa. SCI väärtuse kasv on olnud kõikidest lõikudes suurim: 143%, mis viitab, et stabiliseeritud kihi olukord ajas halveneb.

Lõigult saadi kätte kõik viis puurkeha, millele tehti survetugevuse test. Tulemused on tabelis 7.5, millest nähtub, et survetugevused on selgelt langustrendis.

Tabel 7.5. Narva-Mustajõe objekti katselõigu E survetugevused aastate lõikes

28 päeva (proov stabilisaatori tagant)	2012 (1 kuu, puuritud puurkeha)	2014	2015	2018	2018 puurkeha kihipaksus
2.1 MPa	-	9.2 MPa	6.7 MPa	5.4 MPa	20 cm
-	-	8,9 MPa	7.7 MPa	4.0 MPa	19 cm
-	-	-	-	4.5 MPa	22 cm
-	-	-	-	3.5 MPa	21 cm
-	-	-	-	4.4 MPa	13 cm



Foto 7.8. Puurkeha Narva-Mustajõe objekti katselõigult E

7.2. Narva – Mustajõe järeldused

Tabelites 7.1 – 7.5 olid esitatud survetugevuste väärtused, kuid lõikudel D ja E jäid veerud „2012“ tühjaks. Sektsioonidest C, D ja E prooviti võtta proovikehasid ca 1 kuu stabiliseerimistööde möödumisest. Tabel 7.6 pärineb raportist¹¹, millest nähtub, et 2012 aastal ehitatud sektsioonidest saadi puurkeha tervelt kätte vaid sektsioonist C ja PK 15+00, millest mõlemas oli kasutatud PF tuhka. On teada fakt, et tuha kivilinemine võtab kauem aega, kui tsemendil, kuid siit nähtub ka see, et uue tüübi CFB tuhk kivilines aeglasemalt, kui vana tüübi PF tuhk. Puurkehasid ei saadud kätte ka tsüklontuha sektsioonist.

¹¹ Life+ 09/ENV/227 Osamat. Applications, Piloting and Verifications Narva-Mustajõe Pilot Report. Ramboll 2013/03/11

Tabel 7.6. Kokkuvõttev tabel näitamaks, mis seisus olid stabiliseeritud kihi proovid 2012 oktoobri lõpus

PA	Location	Depth	remarks/quality of sample	Structure type*
1	00+72	0,09 - 0,25	piece, ~140 mm OK	A
2	00+72	0,095 - 0,28	piece, side not intact	A
3	00+72	0,09 - 0,23	piece, side not intact	A
2	00+72	0,28 - 0,40	piece, side not completely intact	A
6	3+83	0,0 - 0,27	OK	A
4	3+85	0,09 - 0,20	piece, side not completely intact	A
7	5+50	0,10 - 0,30	piece, ~160 mm OK	B
8	5+50	0,085 - 0,315	piece, ~220 mm OK	B
9	5+50	0,0 - 0,275	piece, OK	B
11	8+23	0,085 - 0,31	piece, OK	B
12	8+23	0,09 - 0,23	piece, not intact	B
10	8+23	0,09 - 0,23	piece, ~120 mm OK	B
10	8+23	0,39 - 0,50	piece, ~110 mm OK	B
15	9+70	0,085 - 0,35	loose, max ~50 mm OK	C
13	9+70	0,075 - 0,27	piece cut	C

PA	Location	Depth	remarks/quality of sample	Structure type*
26	11+80	0,075 - 0,44	loose, max ~50 mm OK	E
25	11+80	0,09 - 0,45	loose, max ~50 mm OK	E
30	12+40	0,085 - 0,42	loose, max ~50 mm OK	E
28	12+40	0,07 - 0,43	piece, max ~90 mm OK	E
32	13+74	0,08 - 0,44	loose, max ~80 mm OK	F
33	13+74	0,08 - 0,40	loose, max ~70 mm OK	F
35	15+00	0,38 - 0,58	~180 mm OK	F
35	15+00	0,04 - 0,38	loose, max ~70 mm OK	F
34	15+00	0,09 - 0,42	loose, max ~50 mm OK	F
38	16+25	0,09 - 0,43	loose, max ~50 mm OK	G
39	16+25	0,12 - 0,42	loose, max ~50 mm OK	G
37	16+25	0,08 - 0,44	loose, max ~50 mm OK	G
41	16+70	0,08 - 0,39	loose, max ~50 mm OK	G
43	16+70	0,10 - 0,45	loose, max ~50 mm OK	G
42	16+70	0,12 - 0,42	loose, max ~50 mm OK	G

Proovikehade võtmise ajal aastal 2012 tehti sellekohane raport, milles toodi muuhulgas välja fotod 7.9, millest esimene mingil määral kinnitab kahtlust, et katseobjektil ei ole probleeme mitte ainult stabiliseeritud seguga, vaid oma osa võib olla ka asfaltbetoonil. Fotod pärinevad Reaalprojekti tööst nr GL31a-10.



Foto 2. Pk 16+25 (PA39) asfalt kahes eraldi kihina (Reaalprojekt OÜ)



Foto 4. Pk 16+70 (PA43) Stabiliseeritud kiht (Reaalprojekt OÜ)

Foto 7.9. 2012aastal katselõigu E puurauk ja kätte saadud stabiliseeritud kihi proov.

Võrreldes eri stabiliseeritud lõike omavahel nähtub, et C ja D pealt ei saadud kätte korralike puurkehaseid. Need olid ainukesed vaatluse all olevad lõigud, mis olid ehitatud nii, et vana stabiliseeritud alus oli eemaldatud. Sellest, kuidas stabiliseeritud segud koos püsisid, võib järeldada seda, et need käituvad pigem kui nõrgalt seotud sidumata segud. Eriti selgelt paistab silma lõik D, kus oli kandevõimekaotusele ja ka lokaalsetele külmakergetele viitavaid defekte.

Lõik C oli valmistatud vanast PF tuhast ja lõik D uuest CFB tuhast. Materjalid on põhimõtteliselt erinevad¹²:

- Tolmpõletamisel (vana tehnoloogia) tekib tuhk katelde töötemperatuuri 1400 °C juures. Selles laguneb kaltsiumkarbonaat, mis on paekivi põhiline mineraal, kaltsiumoksiidiks. Samasugune temperatuur on ka tsemenditehaste pöördahjudes.

¹² Ajakiri ehitusEST, nr 17 oktoober 2017 „Uued katlad, uut moodi tuhk“

Sellise temperatuuri juures ühineb kaltsiumoksiid ränioksiidiga, moodustades kaltsiumsilikaadi. Lisaks moodustub iga osakese pinnale õhuke klaasikiht. Tsemendimineraleis, kaltsiumsilikaadid ja –aluminaadid reageerivad veega hüdraulilise sideainena.

- Uute katelde (keevkikihkatla) tuha puhul muutuvad koos põletustemperatuuri muutusega ka tuha sideainelised omadused. Madalama temperatuuri (ca 850 °C) juures väheneb kaltsiumkarbonaadi lagunemine. Seega erineb uus tuhk vanast mineraloogilise koostise poolest märgatavalt.
- Keevkihkatla tuhas on rohkem lagunemata kaltsiumkarbonaati ja vähem kaltsiumsilikaate ja –aluminaate. Vedelfaasi, mis tuhaosakese klaasikihiga kattis, ei teki. Tuhaosakesed meenutavad lubja põletamisel tekkivaid poorseid lubjatükke. Need on ebaühtlase kujuga ja käsnjad. Vaba ränioksiidi on materjalis samuti rohkem.
- Keevkihkatelde tuhka võib võrrelda vulkaanilise tuhaga, milles on samuti palju amorfset ränioksiidi. See kivistub juhul, kui segusse lisada lubja: vesi, lubi ja ränioksiid moodustavad sel juhul kaltsiumhüdrosilikaadi, mis käitub sideainena.
- Keevkihkatelde tuha kohta võib pigem öelda, et see pole enam hüdrauliline sideaine, vaid putsolaanne, kivedes kaltsiumhüdrosiidi lahuses. Selle kasutamisel näiteks tsemendisegudes on veevajadus suurem, kuid ta tiheneb hästi ja ei paisu nii palju, kui tolmpõletamisel saadud tuhk.
- Putsolaantsementide halvim omadus on tundlikkus vahelduva märgumise-kuivamise suhtes.

Arvame, et lõikude D ja E halvema toimivuse ja kvaliteedilanguse põhjuseks on aasta-aastalt vaheldub märgumise-kuivamise tsüklid. Lõigu D stabiliseeritud segu all on otseselt peenosiserikas kruusliiv, mis ei ole tõenäoliselt piisavalt dreniv hoides endas liigniiskust. Seetõttu tõuseb vesi kapillaartõusu, aga ka veeauru näol stabiliseeritud kihti. Putsolaansideainete eeliseks on kõrge vastupidavus vee suhtes, kuid need ei kannata pidevat vaheldumist, mis teekatendites, eriti kui stabiliseeritud kihi all ei ole drenikihti, toimub. Lõigu E all on tuhkestabiliseeritud, betoonitaoline kiht, mis takistab veeauru liikumist ja kapillaartõusu toimumist, mistõttu on alus püsinud kuivemana ja tänu millele on märgumist-kuivamist olnud vähem.

Lõigus C saadi kätte vaid kaks puurkeha, mille survetugevused on väiksemad, kui on olnud varasemalt. Sideainena kasutati sama segu, mis lõigus A. Ka siin võib etendada olulist rolli peenosiserikas kruusliiv stabiliseeritud kihi all ja sellest tulenev suurem veesisalduse muutumine. Vanade tühkade vastupidavus muutuval niiskussisaldusele on oluliselt kõrgem, kui uutel tühkadel, kuid tõenäoliselt on lõigu C stabiliseeritud alust mõjutanud külmumissulamistsüklid. Võrreldes omavahel lõikude A, C ja E puurkehasid nähtub, et esimesed on siledapinnalised, kuid viimane on justkui söövitatud pinnaga. Puurkehad C lõigult sisaldab mikropragusid, mis võivad olla põhjustatud külmumisel paisunud veest. Puurimisel hakkab vesi uuristama eelkõige pragude ümbrust, lõhkudes lõpuks materjali, mistõttu ei saada keha tervelt kätte. Ka laboriuuringute käigus leiti, et PF tuhaga stabiliseeritud proovikehadel oli nõrk külmakindlus, mistõttu tuli lisada segusse tsementi.

Narva-Mustajõe katselõigu tulemuste põhjal saab teha järgmised järeldused:

- CFB tuhk on maanteede aluste stabiliseerimiseks hüdraulilise sideainena riskantne, kuna selle püsivus sõltub veesisalduse vaheldumisest – tema püsivus on tagatud, kui materjal püsib kas kuivana või on pidevalt niiske. Praeguste teadmiste juures ei saa soovitada CFB tuha kasutamist põhi- ja tugimaanteede stabiliseeritud aluste kasutamisel. Järeldus võib muutuda, kui saadakse rohkem teadmisi sellest, kuidas vähendada tuha nõrkasid omadusi ja suurendada selle tugevusi.
- Näiteks, kuna CFB tuhk on putsolaanne, saaks sellest valmistada geopolümeere, mida on ka katsetatud, kuid siia maani vähese eduga. Materjal vajab teatud lisaaineid moodustamiseks tugevamaid ühendeid. Geopolümeer on oma omadustelt parem, kui hüdrauliline sideaine. Samuti on katsetamisel tsemendisegud, kus kasutatakse CFB tuhka, kuid sobilikku koostist ei ole veel leitud.
- Teisisõnu ei sobitu CFB tuhk praegusel hetkel standardi EVS 925 valdkonnaga, kuid sellele leiab tõenäoliselt head rakendust EVS-EN 14227 valdkonnas ja kuna selle tuha osakesed meenutavad lubja põletamisel tekkivaid poorseid lubjatükke, siis saaks seda mingite mööndustega võrrelda lubjaga, millega stabiliseeritakse pinnaseid tõstmaks näiteks liivpinnase kandevõimet või vähendamaks savipinnase niiskustundlikkust.
- Vana tüübi tuhk (PF) on toiminud ja õigustanud end hästi, kuid värske toorme saadavus on lähiajal lõppemas, mistõttu seda ei ole võimalik tulevikus enam kasutada.
- Tsüklontuha kasutamise sobilikkus stabiliseeritud aluste ehitamiseks on küsitav. Kuigi katselõigul saadi väga häid kogemusi, olid tulemused siiski üpriski kõikuvad. Samuti tuleb arvestada seda, et Narva-Mustajõe lõikude ehitamise ajal kasutati Eestis stabiliseerimistöodel teesideainet HRB 32.5, mis vastab survetugevuse klassile 32.5 MPa. Antud töös kasutati komposiitsegmenti survetugevusklassiga 42.5 MPa. Tsüklontuha segudes kasutati tsementi 5%, mis tekitab küsimuse tsüklontuha efektiivsusest, kuna juba üksi nii kõrge tsemendisisaldusega saavutatakse märkimisväärsed tugevusi.
- Katselõikude põhjal tehtavaid järeldusi mõjutab mingil määral ka ehituskvaliteet. Näiteks on kahtlusi asfaltkatte kvaliteedis. Samuti mõjutab stabiliseerimistöid tugevalt ilm. Kui segud ei jõua enne talve piisavalt kiiresti kivineda, saavad need külma poolt kahjustatud. Samuti mõjutavad segusid pinnases olev jääkniiskus ja vee kapillaartõus alustesse. Lõigud C...E ehitati oktoobrikuus, mis ei ole stabiliseeritud kihtide katselõigu ehitamiseks kõige parem valik:
 - kivinemise algperioodil tuhas oleva suure vabalubja ja kipsanhüdriidi sisalduse tõttu on kivinemine aeglane, millega kaasnevad küllaltki suured mahumuutused, mis takistavad sideainekivi monoliidi tekkimist. Samuti on põlevkivilendtuhaga stabiliseeritud mineraalmaterjal väga tundlik kuivamise suhtes ja on kivinemise algperioodil väikese veespüsivuse ning külmutuskindlusega.

7.3. Simuna – Vaiatu objekt

Simuna – Vaiatu katselõik on jagatud nelja erinevasse sektsiooni:

1. PK 30+20...32+16: 20 cm tuhkstabiliseeritud alus (sideaineks 9% CFB tuhka) olemasoleval ca 50 cm paksusel kruusliival. Aluspinnaseks tihenenud turvas;
2. PK 32+61...35+10: 20 cm tuhkstabiliseeritud alus (sideaineks 9% CFB tuhka) ca 90 cm paksusel kruusliival. Aluspinnaseks mass-stabiliseeritud turvas kasutades 200 kg/m³ tuhka ja 60...80 kg/m³ komposiitsegmenti CEM II / B-M (T-L) 42,5R;
3. PK 35+10...37+61: 20 cm kompleksstabiliseeritud alus („tavapärane“ segu) ca 90 cm paksusel kruusliival. Aluspinnaseks mass-stabiliseeritud turvas 200 kg/m³ tuhka ja 60...80 kg/m³ komposiitsegmenti CEM II / B-M (T-L) 42,5R;
4. PK 37+61...39+20: 20 cm kompleksstabiliseeritud alus („tavapärane“ segu) olemasoleval ca 50 cm paksusel kruusliival. Aluspinnaseks tihenenud turvas;

Mass-stabiliseerimisel kasutatavad tuha kogused ja tüübid on eri andmetel erinevad, mistõttu ei ole siinkohal võimalik lõike omavahel eristada. Järgnevalt käsitletakse kogu mass-stabiliseeritud ala ühe lõiguna ja stabiliseerimata ala teise lõiguna, millele lisanduvad veel erinevad kihtstabiliseerimise lõigud.

Kõikide lõikude tasasus oli suhteliselt sarnane, samuti selle aastased keskmised muutused. Suhteliselt ühtlased on ka roobaste suurused. Erinevusi võib põhjustada ka teekatte kurvilisus, mistõttu ei saa roopaid silmas pidades eraldi esile tõsta ühtegi lõiku.

Lõikudevahelised erinevused ilmnevad defektide osas. Pikipragu oli vaid mass-stabiliseerimata lõigul. Lõigul 1 olev pikipragu meenutab kas tööveast tingitud pragu või on see tekkinud viisil, kus külmakerke tagajärjel kobestatud pinnas on raskeliikluse all tihenenud, mis on purustanud stabiliseeritud kihi (foto 7.10). Lõigul 4 olev pikipragu meenutab külmakerkepragu (foto 7.10), kuid see võib olla tingitud ka sellest, et sõidusuunal 1 olev KS kiht näib olevat nõrga kvaliteediga, kuna selle sees on võrkpragu. Kihi vajumine võib olla põhjustanud ka pikiprao tekkimise (foto 7.10).



Foto 7.10. Pikipraad vastavalt lõigul 1 ja 4.

Üleminekul kolmandalt lõigult neljandale on sõidusuunal 1 sees võrkpragu (foto 7.11). Tuhkstabiliseeritud lõigul on sees üks vaevumärgatav põikpragu (foto 7.12). Defektide vaatluse alusel saab järeldada, et mass-stabiliseerimine on olnud kasulik ning võimaldab pikendada teekatte eluiga võrreldes stabiliseerimata lõiguga.



Foto 7.11. Võrkpragu lõigu 4 alguses, tee keskel on näha ka pikipragu.



Foto 7.12. Põikpragu tuhkstabiliseeritud sektsioonis (mass-stabiliseerimise peal).

Suurim erinevus katselõikude vahel ilmneb teekonstruktsiooni kandevõimest:

- katselõigu 4 kandevõime on kõigest 50...60 MPa ja on üllatav, et võrkpragu esineb nii vähe, kui seda on hetkel. Tõenäoliselt on põhjus väheses objekti läbivas liikluses. Teelõigu alguses on väljas 6t teljekoormuse piirang, mis piirab raskeveokite liiklust (vähemalt mingil määral). Lõik 4 on ainus, mille kandevõime osas ei ole erinevust, kas see on mõõdetud kevadel või suvel, mis viitab, et teekatend on püsivalt liigniiske.
- Lõik 1 kandevõime on lõigust 4 ca 2x kõrgem, mille põhjus on tuhkstabiliseeritud kihi parem toimivus võrreldes kompleksstabiliseeritud kihiga.

- Lõigul 2 on kandevõime väga kõrge, ca 270 MPa, mis näitab selgelt mass-stabiliseerimise eeliseid tihendatud turba ees. Võrreldes lõiku 2 ja 3 nähtub veelkord tuhkstabiliseeritud kihi eelis kompleksstabiliseeritud kihi ees.
- Lõigud 2 ja 3 on olnud enam mõjutatud kevade suuremast niiskussisaldusest, kui kandevõime väärtus on olnud suvistest mõõtmistest oluliselt madalam. Kompleksstabiliseeritud kihti on kevadine olukord mõjutanud oluliselt rohkem, kui tuhkstabiliseeritud kihti.

FWD mõõtmistest (nii kandevõime kui vajumikausi parameetrid) nähtub selgelt, et teelõigule sobib väga hästi tuhkstabiliseeritud kiht ja mass-stabiliseerimine, mis tagavad katendi hea toimivuse.

Penetratsiooniandmetele (lisa 7) tuginedes jõuti mass-stabiliseerimise osas siiski vastupidisele järeldusele ehk et see ei ole mõjutanud turba omadusi või on teinud seda marginaalselt. Vaadates kandevõimemõõtmise tulemusi ja ka teel olevaid defekte, ei saa selle järeldusega nõustuda, kuid fakt on see, et mass-stabiliseerimise efekt turbale on siiski olnud tagasihoidlikum, kui algselt oodati, mida näitavad ka aastal 2015 saadud nõrgad survetugevused.

Selgemat pilti turba omadustest ja seisukorrast oleks võimalik saada läbi standardpenetratsiooni katse (EVS-EN ISO 22476-3:2005), kuid mille tegemise jaoks Eestis vajalikku tehnikat ei eksisteeri. Seega tehti penetratsioonikatsed löökpenetratsiooniseadmega (EVS-EN ISO 22476-2:2005), mis on nõrkades pinnastes suurusjärgu võrra ebatäpsem ega võimalda eristada väiksemaid muutusi pinnase tugevuses, mis antud juhul oleks olnud vajalik. Jätku-uuringu raames on soovituslik mõõta turba tugevust tiivikkatsega, mille seadmed on Eestis olemas. Tegemist ei ole ideaalse viisiga turba dreanimata nihketugevuse mõõtmiseks, kuid sellega on võimalik saada rahuldavaid tulemusi. Veelgi täpsemaid hinnanguid mass-stabiliseerimise efektiivsusele saab anda läbi turba veesisalduse proovide.

Kihtstabiliseeritud kihist puuriti kokku 15 puurkeha. Tulemused on esitatud tabelis 7.7, millest nähtub, et tuhkstabiliseeritud lõigul purunesid enamus puurkehasid seal, kus ei olnud tehtud mass-stabiliseerimist ning seal kus oli, saadi survetugevuse väärtused väga kõrged. Samuti on näha, et survetugevus on kasvanud väga kõrgeks. Suurenenud on ka kompleksstabiliseeritud proovikehade survetugevus, kuid toimivus on oluliselt nõrgem, kui tuhal. Märkimist väärib ka fakt, et tuhkstabiliseeritud proovikehad saadi kätte peaaegu samas paksuses, kui oli projektne kihipaksus, mis näitab kihi kõrget kvaliteeti.

Tabel 7.7. Puurkehade survetugevused Simuna – Vaiatu teelõigul

Pikett	Keskmised survetugevused, MPa			2018 puurkehad		
	7 päeva	28 päeva	2015	Survetugevus	Paksus	Asukoht
PK 30+70, 9% CFB, turvas	1,9	4,7	7,1	-	-	vp
				-	-	vp
				-	-	telg
				12,3	17	pp
				-	-	pp

Pikett	Keskmsed survetugevused, MPa			2018 puurkehad		
	7 päeva	28 päeva	2015	Survetugevus	Paksus	Asukoht
PK 31+50, 9% CFB, turvas	2,4	4,1	8,9	-	-	vp
				-	-	vp
				-	-	telg
				14	20	pp
				-	16	pp
PK 34+00, 9% CFB, stabi	2,9	4,9	8,4	14,9	20	vp
				8,6	19	vp
				14,7	18	telg
				18,6	18	pp
				16,7	18	pp
PK 35+50, KS32, stabi	0,1	0,2	1,2	5,9	9	vp
				-	-	vp
				-	-	telg
				-	-	pp
				5,8	8	pp
PK 36+00, KS32, stabi	0,3	1,7	1,3	6,6	8	vp
				6,4	16	vp
				5,9	13	telg
				5,7	14	pp
				6,0	13	pp
PK 37+00, KS32, stabi	0,2	2,4	2,1	7,1	7	vp
				7,2	13	vp
				-	-	telg
				7,4	11	pp
				-	-	pp

Tuhkstabiliseeritud puurkehad olid mass-stabiliseerimata lõigul rabedad ja täis mikropragusid (fotod 7.13), mistõttu enamasti ei õnnestunud katsekehasid tervelt kätte saada. Põhjus on selles, et kihi alla jääv pinnas ei suuda pakkuda piisavalt toetust, mistõttu stabiliseeritud kihi tõmbepinged saavad ületatud lubatava väärtuse. Fotolt 7.13 on näha ka, et mass-stabiliseerimata turbal olevasse kihti on sisse tulnud palju mikropragusid, mistõttu kiht ei püsi puurimisel enamasti koos.



Foto 7.13. Simuna-Vaiatu objekti puurkeha PK 30+70 ja puurauk PK 31+50

See-eest mass-stabiliseeritud lõigul on tuhkstabiliseeritud kiht pidanud vastu väga hästi, puurkehad püsisid koos ning mikropragusid ei tuvastatud (foto 7.14). Võib-olla on tulemusi isegi liiga hea, kuna kihi survetugevus kasvanud väga kõrgeks ja tõenäoliselt jätkab kasvamist. Sellist tendentsi on näha ka 1970...80. aastatel tehtud teedel, kuigi tuhade omadused on täielikult erinevad. Varasematel aegadel ehitatud teede puhul oli probleemiks liiga suured tuhakogused, mis aja jooksul tugevust kasvasid. Antud juhul näib 9% tuhakogus olevat liiga kõrge, kuid see sõltub objekti oludest: stabiliseeritavast pinnasest ja niiskusest. Survetugevust mõjutab ka täitematerjali kvaliteet!



Foto 7.14. Mass-stabiliseeritud lõigul olid tuhkstabi proovikehad väga heas seisukorras.

Kuigi kompleksstabiliseeritud proovikehade survetugevused on kasvavas trendis, olid need oluliselt halvemas seisukorras, kui tuhkstabiliseeritud kiht. Esiteks saadi terve puurkehana kätte vaid osalisena, alumine pool murdus alati ära. Teiseks olid puurkehad visuaalselt halvemas seisus, kui tuhkstabiliseeritud kihil ning varieeruvus oli suurem – foto 7.15.



Foto 7.15. Simuna-Vaiatu objekti puurkehad PK 35+50, PK 36+00 ja PK 37+00.

Üldiselt on katendi konstrueerimise põhimõte see, et nõrgemate aluspinnaste puhul kasutatakse elastseid katendikihte ning jäigad kihid vajavad oluliselt suuremat toetust. Simuna-Vaiatus oleks selle järgi pidanud kasutama bituumenstabiliseeritud kihti või

sidumata segusid paksemate kihtidena. Tõenäoliselt on tee heale toimivusele kaasa aidanud suhteliselt madal liiklussagedus.

Narva-Mustajõe analüüsis oli välja toodud, et CFB tuhk on putsolaanne, mille omadused säilivad stabiilselt niiskes keskkonnas väga hästi. Sellisena Simuna-Vaiatu teelõiku võib ka iseloomustada. Tõenäoliselt see on ka põhjus, miks materjali survetugevus on ajan tugevalt kasvanud. CFB tuha toimivust on põhjalikult uuritud IPT Projektijuhtimise OÜ uuringus¹³, mis käsitleb küll mass-stabiliseerimist, kuid mille järeldusi saab antud juhul laiendada ka kihtstabiliseerimisele:

- „Madalatel põletustemperatuuridel (<900 °C) tekkinud keevkihtkatelde tuhkades (CFB tuhkades) on hüdrauliliste sideaineliste omadustega faaside sisaldus madal. Valdavalt on tegemist kas putsolaansete (so Ca-hüdroksiidi ja lahustuva räniainese reageerimisega) protsessidega või Ca-hüdroksiidi karboniseerumisega (õhk-sideainelised reaktsioonid). Esimene protsess vajab tsementeerumine lõpliku tugevuse saavutamine vajab pikemat aega, teine protsess aga õhu juurdepääsu.“
- „Tuhk-turbasegude tugevuse kasv, olgugi absoluutväärtuses väike, kestab vee all edasi ka perioodil 90–180 päeva just ilmselt putsolaansete protsesside tagajärjel juurde tekkiva tsementatsiooni arvelt. Õhu juurdepääsu tingimustes tagavad aga tuhka sisaldavad retseptid suurema tugevuse karboniseerumise arvelt.“

Kuna IPT Projektijuhtimise OÜ uuringus on väga põhjalikult selgitatud turbapinnase mass-stabiliseerimist tuhkade ja tsementidega, ei hakata siinkohal sellekohast analüüsi tegema. Välja võib vaid tuua järgneva järelduse:

- „Kui stabiliseeritud turbamass paigutatakse kõrgemale veetasemest, kus on tagatud õhu vabajuurdepääs, siis kujuneb turbas selge tsementeerunud karkass ja moodustub piisava tugevusega ning väikese kokkusurutavusega kehane. Kui stabiliseeritud turbamass jääb sügavamale püsivast veetasemest, siis toimub vaid osa tsementatsiooni tagavatest reaktsioonidest ning turbamassi tugevus on kuni kümneid kordi väiksem. Ka kokkusurutavuse osas käitub selline turbamass pigem platse pinnase kui elastse kehana.“

¹³ Põlevkivi lendtuha taaskasutamine hüdraulilise sideainena pehmete pinnaste tugevdamisel. I köide: turba stabiliseerimiskatsed, savipinnaste stabiliseerimine ja põlevkivi CFB tuha omadused. IPT Projektijuhtimine OÜ, 2018

7.4. Simuna – Vaiatu järeldused

Simuna – Vaiatu objekti katselõikude osas saab teha järgmised järeldused:

- Põlevkivituhad sobivad väga hästi kasutamiseks madalamaklassiliste (kruusateede) seisukorra parandamiseks nii kihtstabiliseerimiseks kui pinnase omaduste parandamiseks;
- Näeme põlevkivituhkade suurt kasutusvõimalust just pinnaste omaduste parandamisel vastavalt standardi EVS-EN 14227 valdkonnas, mis võimaldab olulises mahus hoida kokku liiva- ja kruusavarusid. Nimelt saab stabiliseerimisega vähendada savikate liivade ja kruusade (moreenide) vee- ja külmatundlikkust, mis on väga heaks ja majanduslikult otstarbekaks võimaluseks kruusateede remontimisel, samuti uute madalamaklassiliste teede ehitusel – metoodikat saab rakendada RailBaltica hooldusteede, kagupiiri teede, metsateede jm. taoliste ehitamisel;
- Põlevkivituhaga turba stabiliseerimine on väiksema mõjuga, kui laboratoorsed katsed seda oodata lubavad. Mõju ei ole siiski olematu, mida näitasid ka Simuna-Vaiatu väga head kogemused. Põlevkivituhk turbas mõjub pigem täite-, kui sideainena, kuid läbi mineraalse aine turbasse segamisega kiireneb selle konsolideerumine, väheneb kokkusurutavus ja veesisaldus, mis võimaldab saavutada oluliselt suuremat tugevust võrreldes vaid turba endaga.

8. SOOVITUSED JÄRGMISTEKS UURINGUTEKS

Soovitused edaspidisteks uuringuteks Narva – Mustajõe objekti katselõikudel:

- Lõik #(A) (6% PF tuhka ja 3% tsementi) on vanal stabiliseeritud alusel. Sellel on kolm põikpragu, väga väikesel alal murenemist ehk lõik on heas korras. Ka seda lõiku võiks vaadelda koos teistega, eriti võrrelda lõiguga A, kuna muud tingimused, peale ehitusaja, on samad;
- Lõik # (5% CYCL ja 5% tsementi) on vanal kruusalusel. Seal on üks väga väike murenemine ja muid defekte ei ole. Seega võiks kindlasti seda täpsemalt vaadelda ja võtta survetugevuse proove nägemaks, kas ka siit ei saa puurkehasid tervelt kätte nagu juhtus lõikudel C ja D, mis olid samuti vanal kruusalusel;
- Järgnevas uuringus on soovituslik puurida puurkehad põikpragude kohtadest nii, et puurkeha läheb läbi ka all olevast kihist nägemaks, kas teekattel nähtavad defektid on peegelduspraod, või on tegemist uute pragudega. Põikpragude ulatuse uurimisel tasub katsetada ka maaradariga. Samuti soovitame kasutada FWD seadet määramaks, kuidas praod liiguvad ja kui suur on nende mõju. Vastav uuringumetoodika on kirjandusest leitav;
- Järgnevas uuringus tuleb välja selgitada asfaltkatte välja vahetamise põhjus. Samuti tuleks analüüsida 2011 ja 2012 paigaldatud asfaltkatte omadusi välistamiseks või kinnitamaks selle rolli defektide tekkes;
- Objektile tuleks teha liiklusloendus (pikkusega 4 nädalat), et kontrollida teelõigu liiklus- ja koormussagedust;
- Kõikide katselõikude kandevõime tuleks mõõta ka kevadel, mil näeb võrdlusandmeid, kas lõigud C, D ja E on niiskustundlikumad, kui muud lõigud. Kandevõimed tuleks kindlasti mõõta ja analüüsida ka lõikudest #(A) ja #, mis võimaldab saada rohkem võrdlusandmeid.

Soovitused edaspidisteks uuringuteks Simuna – Vaiatu objekti katselõikudel:

- Jätkata samade mõõtmiste ja testidega, mis praeguses monitooringus tehti, kuid turba tugevust peaks hindama läbi tiivikkatse ja veesisalduse nii sügavuse kui tee ristlõike suhtes. Lisaks oleks soovitav teha teekonstruktsiooni kandevõime mõõtmised ka kevadel pärast muldkeha sulamist;
- Mass-stabiliseeritud turbale võiks teha keemilise ja mineraloogiline koostise analüüsi nii sügavuse kui tee laiuse suhtes nägemaks, kas on toimunud lahustumist;
- Võrrelda mass-stabiliseerimise retsepte ja tugevusomadusi analoogsete katselõikude tulemustega nagu seda on Kose-Võõbu katselõik;
- Lõigul 4 võtta võrdluseks proovid tihendatud turbast ja kompleksstabiliseeritud kihist;
- Teha objektile liiklusloendus (pikkusega ca 4 nädalat), et kontrollida teelõigu liiklus- ja koormussagedust.

9. KOKKUVÕTE

Käesolevas aruandes on kajastatud aastal 2018 tehtud järelmonitooringu tulemusi Narva – Mustajõe ja Simuna – Vaiatu katselõikudelt. Monitooringu käigus hinnati teekatete seisukorda nii visuaalselt (defektide inventeerimine) kui struktuurselt.

Erinevates uuringutes on kajastatud seda, et vanade tolmpõletuskatelde tuhad erinevad oma omadustelt uutest keevkihikatelde tuhkadest. Taoline järeldus tuleb teha ka monitooritud katselõikude põhjal, mille alusel tuleb järeldada, et:

- CFB tuhk on maanteede aluste stabiliseerimiseks hüdraulilise sideainena riskantne, kuna selle püsivus sõltub veesisalduse vaheldumisest – tema püsivus on tagatud, kui materjal püsib kas kuivana või on pidevalt niiske. Praeguste teadmiste juures ei saa soovitada CFB tuha kasutamist põhi- ja tugimaanteede stabiliseeritud aluste kasutamisel. Järeldus võib muutuda, kui saadakse rohkem teadmisi sellest, kuidas vähendada tuha nõrkasid omadusi ja suurendada selle tugevusi;
- Näiteks, kuna CFB tuhk on putsolaanne, saaks sellest valmistada geopolümeere, mida on ka katsetatud, kuid siia maani vähese eduga. Materjal vajab teatud lisaaineid moodustamiseks tugevamaid ühendeid. Geopolümeer on oma omadustelt parem, kui hüdrauliline sideaine. Samuti on katsetamisel tsemendisegud, kus kasutatakse CFB tuhka, kuid sobilikku koostist ei ole veel leitud;
- Teisisõnu ei sobitu CFB tuhk praegusel hetkel standardi EVS 925 valdkonnaga, kuid sellele leiab tõenäoliselt head rakendust EVS-EN 14227 valdkonnas ja kuna selle tuha osakesed meenutavad lubja põletamisel tekkivaid poorseid lubjatükke, siis saaks seda mingite mööndustega võrrelda lubjaga, millega stabiliseeritakse pinnaseid tõstmaks näiteks liivpinnase kandevõimet või vähendamaks savipinnase niiskustundlikkust.

Teisisõnu tähendab eelnev seda, et uue tüübi põlevkivituhkadega saaks edukalt parandada objektil olemasolevate pinnaste omadusi, mis ei taga vajaminevat kandevõimet pealmise teekonstruktsiooni ehitamisel või mis on külmakartlikud. Nimelt saab stabiliseerimisega vähendada savikate liivade ja kruusade (moreenide) vee- ja külmatundlikkust, mis on väga heaks ja majanduslikult otstarbekaks võimaluseks kruusateede remontimisel, samuti uute madalamaklassiliste teede ehitusel – meetodikat saab rakendada RailBaltica hooldusteede, kagupiiri teede, metsateede jm. taoliste ehitamisel.

Simuna-Vaiatu teelõigu põhjal saab järeldada, et keevkihikatelde tuhad sobivad edukalt madalamaklassiliste teede seisukorra parandamisel. Nii tihendatud kui mass-stabiliseeritud turba lõikudel toimus CFB tuhaga stabiliseeritud alus paremini, kui tavapärane kompleksstabiliseeritud alus.

Põlevkivituhaga turba stabiliseerimine on väiksema mõjuga, kui laboratoorsed katsed seda oodata lubavad. Mõju ei ole siiski olematu, mida näitasid ka Simuna-Vaiatu väga head kogemused. Põlevkivituhk turbas mõjub pigem täite-, kui sideainena, kuid läbi mineraalse aine turbasse segamisega kiireneb selle konsolideerumine, väheneb kokkusurutavus ja

veesisaldus, mis võimaldab saavutada oluliselt suuremat tugevust võrreldes vaid turba endaga. Samuti on tsemendi toime tänu suurema mineraalne sisaldusele efektiivsem.

10. KASUTATUD KIRJANDUS

1. Final Report for Study „Technical monitoring and scientific analysis of data from OSAMAT project pilot sections“, AS Teede Tehnokeskus, Tallinn 2015
2. Põlevkivi lendtuha taaskasutamine hüdraulilise sideainena pehmete pinnaste tugevdamisel. I köide: turba stabiliseerimiskatsed, savipinnaste stabiliseerimine ja põlevkivi CFB tuha omadused. IPT Projektijuhtimine OÜ, 2018
3. „Kattega teede defektide inventeerimise juhend“, MA 2018-004, Maanteeamet 2018
4. Life+ 09/ENV/227 Osamat. Applications, Piloting and Verifications Narva-Mustajõe Pilot Report. Ramboll 2013/03/11

LISA 1. LIFE+OSAMAT¹ PROJEKTI TEHNILINE JÄRELMONITOORING

1. Sissejuhatus

- 1.1. EU LIFE+ OSAMAT projekt valmis 2016a.
- 1.2. Projekti tehnilises lõpparuannetes fikseeriti 2 katselõigu (Narva-Mustajõe ja Simuna-Vaiatu) tehnilised parameetrid ning seisukord jms detailid.
- 1.3. Projekti tutvustati rahvusvahelisel konverentsil KUMUS (vt lisa A ja projekti kodulehelt).
- 1.4. Projekti lõpparuannetes lubas Projektijuht Eesti Energia läbi viia järelmonitooringud keskkonnamõjude osas 2018a ja 2020a ning Maanteeamet tehnilised järelmonitooringud (tabel 1).

2. Töö eesmärk

- 2.1. Töö eesmärk on võrrelda 2 katselõigu tehniliste näitajate ja seisukorra muutust.
- 2.2. Teha ettepanekud 2020. a kavandatud lõpliku järelmonitooringu katsetuste ja analüüside osas, eesmärgiga selgitada välja lõplikult kas katsetatud tehnoloogiad on tehnilis-majanduslikult optimaalsed Eesti teedehituses kasutamiseks.

3. Tööde sisu

- 3.1. Viia läbi katsemõõtmised ja proovivõtud vastavalt **Tabel 1** toodule.
- 3.2. NB! Narva-Mustajõe lõigu piketaaži suund kulgeb objekti lõpust alguse poole (vt dwg faile).
- 3.3. Teostada väli-ja laboratoorsete uuringute tulemuste põhjal teaduslik analüüs, võrdlemaks olukorra muutust võrreldes objekti valmimise järgsete aruannetega.
- 3.4. Esitada töö lisas Eesti Energia blokk 8 tuha 2018. a laboratoorsed katsetulemused (osutus mass-stabis esialgsetel andmetel parimaks, täiendav kontakt Eesti Energia poolne jt vajadusel siit).
- 3.5. Esitada defektid ja mõõtmised vastavalt Maanteeameti Teetööde garantiiaegse ülevaatuse ja puuduste kõrvaldamise juhise LISA 3, Garantiiaja ülevaatuse puuduste tabelile (märkida eraldi ära kohad, mis juba paigatud) - üldiseks informatsiooniks ja teaduslikuks analüüsiks.
- 3.6. Esitada aruande lõpus eraldi peatükina soovitusel edasisteks uuringuteks ja analüüsiks 2020. a lõplikus projekti tehnilises järelmonitooringus.
- 3.7. Kaasata geotehnika insener teadustöö analüüsi ning koosolekule lõpparuannet tutvustama.
- 3.8. Kaasata materjalide ekspert teadustöö analüüsi ning koosolekule lõpparuannet tutvustama.
- 3.9. Kaasata katandiekspert teadustöö analüüsi ning koosolekule lõpparuannet tutvustama.

¹ <http://osamat.ee/et/index.html>

Tabel 1

Aasta 2018 tehniline monitooringu uuringud (lõplik kavandatud 2020a)			
	Narva-Mustajõe	Simuna-Vaiatu	Uuringute arv kokku, tk
Kihti- ja kompleks-stabiliseeritud kihtidest proovikehade puurimine nende survetugevuse määramiseks laboris. Katsekehade survetugevuse määramine (EVS-EN 13286-41). Paralleelproovidega kõik katsed. Asukohad (vt dwg joonistel PK)	Structure A: PK 0+50-5+00 5 puurproovi Structure B: PK 5+00-9+50 5 puurproovi Structure C: PK 9+50-10+50 5 puurproovi Structure D: PK 10+50-11+50 5 puurproovi Structure E: PK 15+80-16+80 5 puurproovi	Igast 5 tk: LS-OSA PK 30+70 LS-OSA PK 31+50 LS-OSA PK 34+00 LS-CB PK 36+00 LS-CB PK 37+00 LS-CB PK 35+50	Kõik KOKKU: 55 proovikeha
FWD mõõtmised määratletud kontrollpunktides 25 m sammuga (mõlemal tee poolel)	1 objekti	1 objekti	2 objekti
Pragude ja defektide analüüs , sh fotod defektidest mõõdulatiga	1 objekt	1 objekt	2 objekti
Roobaste mõõtmised	1 objekt	1 objekt	2 objekti
Täiendavalt lisatud katsed:			
IRI mõõtmised	1 objekt (2 suunda)	1 objekt (2 suunda)	2 objekti
Penetratsioonikatsed mass-stabialal (5m sügavuseni, võrdlused varasematega)	-	15 tk (igast blokist 3tk)	15 tk

4. Töö esitamine ja tähtaeg

- 4.1 Töö teostamise tähtaeg on 3 kuud alates lepingu allkirjastamisest.
- 4.2 Lõpparuanne tuleb esitada paberkandjal (1 eks) ja digitaalsel kujul.
- 4.3 Viia läbi Töö tulemusi tutvustav esitlus Maanteeametis.
- 4.4 Koostada Töö tulemusi tutvustav artikkel Teelehte (minimaalselt 2 lk A4).

LISA 2. PROOVIKEHADE SURVETUGEVUSE KATSEPROTOKOLLTALLINNA
TEHNIKAÜLIKOOL

Ehituse ja arhitektuuri instituut

EHITUSMATERJALIDE TEADUS- JA KATSELABORATOORIUM

Tellija:

TTÜ Teede- ja liikluse
teadus- ja katselaboratooriumEhitajate tee 5
19086 TALLINN

12.09.2018

Katseprotokoll N° 751/18

Lk 1/2

Tööülesanne: Survetugevuse määramine.

Proovi kirjeldus: Stabiliseeritud alusest puurkehad, mõõtmetega $\varnothing \sim 15$ cm, h $\sim 7...20$ cm,
reg. nr. 1311.

Toodud laborisse 30.08.2017 tellija poolt, kogus 34 tk.

Katsetamine: Enne katsetamist survepinnad tasandati lõikamise teel või tsementmördiga.
Survetugevus määrati EVS-EN 13286-41:2003 nõuete kohaselt.

Katsetulemused:

Puurkeha tähistus	Katsetamise kuupäev	Mõõtmed, mm		A, cm ²	Mass, kg	F, kN	Survetugevus, N/mm ²
		$\varnothing$	h				
2	11.09.18	152,5	120,0	182,7	4,939	225,0	12,3
9		152,5	123,0	182,7	5,023	256,5	14,0
11		153,0	125,0	183,9	5,078	270,9	14,7
12		152,5	122,0	182,7	5,292	339,7	18,6
13		153,0	123,0	183,9	5,307	308,0	16,7
14		153,0	122,0*	183,9	4,978	158,4	8,6
15		153,0	121,0	183,9	4,960	274,5	14,9
18		153,0	100,0**	183,9	3,912	109,0	5,9
20		153,0	110,0**	183,9	4,259	106,2	5,8
21		153,0	112,0**	183,9	4,506	108,3	5,9
22		153,0	127,0*	183,9	5,298	105,0	5,7
23		153,0	112,0*	183,9	4,512	110,5	6,0
24		153,0	120,0	183,9	4,916	118,3	6,4
25		153,0	124,0**	183,9	5,123	121,3	6,6
27		153,0	112,0*	183,9	4,596	132,7	7,2
28		153,0	112,0**	183,9	4,538	130,4	7,1

Ehitajate tee 5
19086 TallinnTelefon 620 2460
Faks 620 2020ehituslabor@ttu.ee
www.ttu.ee

Katseprotokoll N° 751/18

Lk 2/2

Tabeli järg

Puurkeha tähistus	Katsetamise kuupäev	Mõõtmised, mm		A, cm ²	Mass, kg	F, kN	Survetugevus, N/mm ²
		Ø	h				
29	11.09.18	153,0	100,0*	183,9	4,036	135,8	7,4
31		153,0	100,0**	183,9	3,739	245,7	13,4
32		153,0	120,0	183,9	4,692	188,6	10,3
33		153,0	120,0	183,9	4,693	199,9	10,9
34		153,0	121,0	183,9	4,724	197,2	10,7
35		152,0	121,0	181,5	4,742	208,3	11,5
36		153,0	120,0	183,9	4,554	116,3	6,3
37		153,0	122,0	183,9	4,592	101,0	5,5
38		153,0	122,0	183,9	4,739	151,9	8,3
39		153,0	120,0	183,9	4,678	156,9	8,5
40		153,0	122,0	183,9	4,714	176,2	9,6
41		94,0	130,0**	69,4	1,854	35,6	5,1
43		94,0	126,0**	69,4	1,775	34,2	4,9
46		143,0	124,0*	160,6	3,907	86,5	5,4
47		143,0	120,0	160,6	3,751	63,7	4,0
48		143,0	120,0	160,6	3,780	72,2	4,5
49		143,0	120,0	160,6	3,883	56,2	3,5
50		143,0	123,0**	160,6	4,040	69,9	4,4

* - katsekehal tasandatud tsementnõrdiga üks survepind

** - katsekehal tasandatud tsementnõrdiga mõlemad survepinnad

Ülejäänud katsekehad tasandatud lõikamise teel.

Märkus: Kõik katsekehad purunesid survetugevuse määramisel standardi EVS-EN 13286-41:2003 (joon 3) nõudeid rahuldava purunemispildi kohaselt.

Saadud tulemused kehtivad ainult kirjeldatud proovide kohta.

(allkirjastatud digitaalselt)

Margit Rosenberg
Laboratooriumi juhataja kt.

Katseprotokolli on lubatud kopeerida ainult tervikuna, osaliseks kopeerimiseks tuleb taotleda labori luba.

LISA 3. TEEKONSTRUKTSIOONI KANDEVÕIME MÕÕTMISTULEMUSED

LISA 3-1 TEEKONSTRUKTSIOONI KANDEVÕIME MÕÕTMISE TULEMUSED MNT NR 13109 NARVA-AUVERE

Teelõik 13109_1_2_7739 - 13109_1_2_9639; km 14.362 - 16.262

Protokolli nr: FWD/ERC/003-1/2018
 Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ
 Mõõtja: West Coast Road Masters Oy; Juha-Matti Vainio
 Mõõtesead: KUAB 50 (FWD) serial no. FV123
 Mõõtmiste algus: 13109_1_2_7739; km 14.362
 Mõõtmiste lõpp: 13109_1_2_9639; km 16.262

Mõõtmiskoha aadress on seotud Riikliku teeregistriga

Punkt nr	Tee nr	STEE	Teeosa	Kaugus	Km	Suund*	PK	Kuu-päev	Kella-aeg	Temperatuur, C			Rakendatud jõud		Läbivajum, mikromeetrit								Emod, MPa				SCI	BDI	BCI
										Asfalt	Kate	Õhk	Stress	Force	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Tegelik	Vajalik	Erinevus					
																								%	MPa				
1	13109	1	2	7739	14.362	1	18+00	13.08.18	12:18:20	26	27	18	732	52	183	150	130	118	106	84	65	493	259	91%	234	32	19	18	
2	13109	1	2	7764	14.387	1	17+75	13.08.18	12:19:06	26	26	19	727	51	196	171	147	133	118	90	68	465	259	79%	206	24	23	21	
3	13109	1	2	7789	14.412	1	17+50	13.08.18	12:19:47	26	26	19	731	52	233	202	165	145	127	93	63	407	259	57%	148	30	36	29	
4	13109	1	2	7814	14.437	1	17+25	13.08.18	12:20:34	27	27	19	742	52	176	150	136	127	117	98	77	515	259	99%	256	25	13	20	
5	13109	1	2	7839	14.462	1	17+00	13.08.18	12:21:23	27	28	20	731	52	1099	202	124	105	87	65	44	119	259	-54%	-140	867	75	20	
6	13109	1	2	7864	14.487	1	16+75	13.08.18	12:22:10	27	28	20	732	52	289	169	106	89	76	56	42	344	259	33%	85	116	61	14	
7	13109	1	2	7889	14.512	1	16+50	13.08.18	12:22:59	27	29	21	732	52	203	134	94	80	67	47	33	455	259	76%	196	67	39	14	
8	13109	1	2	7914	14.537	1	16+25	13.08.18	12:23:43	27	28	22	730	52	291	175	111	94	82	63	48	341	259	32%	82	112	62	15	
9	13109	1	2	7939	14.562	1	16+00	13.08.18	12:24:26	27	28	22	736	52	231	143	90	76	65	48	35	412	259	59%	153	85	51	12	
10	13109	1	2	7964	14.587	1	15+75	13.08.18	12:25:12	27	28	22	736	52	169	105	79	70	62	48	36	528	259	104%	269	62	25	12	
11	13109	1	2	7989	14.612	1	15+50	13.08.18	12:25:56	27	27	22	733	52	222	142	100	87	75	58	45	424	259	64%	165	77	41	13	
12	13109	1	2	8014	14.637	1	15+25	13.08.18	12:26:39	27	27	22	736	52	174	110	80	70	60	45	32	517	259	99%	258	61	29	12	
13	13109	1	2	8039	14.662	1	15+00	13.08.18	12:27:25	27	27	22	737	52	149	107	88	78	70	54	41	584	259	126%	325	40	18	12	
14	13109	1	2	8064	14.687	1	14+75	13.08.18	12:28:13	27	27	22	731	52	159	106	82	71	62	49	38	551	259	113%	292	51	23	11	
15	13109	1	2	8089	14.712	1	14+50	13.08.18	12:28:56	27	27	22	735	52	144	81	61	51	45	33	23	600	259	131%	341	61	19	10	
16	13109	1	2	8114	14.737	1	14+25	13.08.18	12:29:43	27	28	22	734	52	173	94	62	52	46	35	25	518	259	100%	259	76	31	10	
17	13109	1	2	8139	14.762	1	14+00	13.08.18	12:30:28	27	27	22	733	52	181	117	90	76	67	48	34	499	259	93%	240	62	26	14	
18	13109	1	2	8164	14.787	1	13+75	13.08.18	12:31:16	27	27	22	734	52	183	112	83	72	63	49	37	496	259	91%	237	68	28	12	
19	13109	1	2	8189	14.812	1	13+50	13.08.18	12:32:03	27	27	22	735	52	204	124	87	74	63	47	35	455	259	76%	196	77	36	12	
20	13109	1	2	8214	14.837	1	13+25	13.08.18	12:32:45	27	28	22	733	52	179	127	97	84	73	56	42	504	259	94%	245	50	29	14	
21	13109	1	2	8239	14.862	1	13+00	13.08.18	12:33:32	27	27	22	731	52	234	142	99	85	75	58	44	406	259	57%	147	89	42	14	
22	13109	1	2	8264	14.887	1	12+75	13.08.18	12:34:18	27	27	22	737	52	196	112	73	60	51	35	23	471	259	82%	212	81	37	12	
23	13109	1	2	8289	14.912	1	12+50	13.08.18	12:35:05	27	28	22	729	52	439	304	200	166	138	95	67	246	259	-5%	-13	131	101	27	
24	13109	1	2	8314	14.937	1	12+25	13.08.18	12:35:58	27	28	22	735	52	229	119	85	77	71	58	45	415	259	60%	156	106	33	12	
25	13109	1	2	8339	14.962	1	12+00	13.08.18	12:37:06	27	29	23	736	52	155	103	86	81	74	62	50	567	259	119%	308	50	16	12	
26	13109	1	2	8364	14.987	1	11+75	13.08.18	12:37:50	27	28	23	736	52	182	103	84	77	72	60	49	499	259	93%	240	76	18	11	
27	13109	1	2	8389	15.012	1	11+50	13.08.18	12:38:31	27	28	24	729	52	339	192	107	91	77	59	44	302	259	17%	43	142	82	15	

LISA 3-1 TEEKONSTRUKTSIOONI KANDEVÕIME MÕÕTMISE TULEMUSED MNT NR 13109 NARVA-AUVERE

Teelõik 13109_1_2_7739 - 13109_1_2_9639; km 14.362 - 16.262

Protokolli nr: FWD/ERC/003-1/2018
 Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ
 Mõõtja: West Coast Road Masters Oy; Juha-Matti Vainio
 Mõõtesead: KUAB 50 (FWD) serial no. FV123
 Mõõtmiste algus: 13109_1_2_7739; km 14.362
 Mõõtmiste lõpp: 13109_1_2_9639; km 16.262

Mõõtmiskoha aadress on seotud Riikliku teeregistriga

Punkt nr	Tee nr	STEE	Teeosa	Kaugus	Km	Suund*	PK	Kuu-päev	Kella-aeg	Temperatuur, C			Rakendatud jõud		Läbivajum, mikromeetrit							Emod, MPa				SCI	BDI	BCI
										Asfalt	Kate	Õhk	Stress	Force	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Tegelik	Vajalik	Erinevus				
																								%	MPa			
28	13109	1	2	8414	15.037	1	11+25	13.08.18	12:39:21	27	27	23	734	52	403	232	117	91	74	52	36	265	259	2%	6	165	111	15
29	13109	1	2	8439	15.062	1	11+00	13.08.18	12:40:07	27	27	23	740	52	343	208	116	94	80	60	43	303	259	17%	44	129	88	16
30	13109	1	2	8464	15.087	1	10+75	13.08.18	12:40:50	27	27	23	734	52	338	204	129	111	98	77	55	305	259	18%	46	129	72	21
31	13109	1	2	8489	15.112	1	10+50	13.08.18	12:41:40	27	28	24	731	52	204	138	102	92	83	65	48	454	259	75%	195	64	35	16
32	13109	1	2	8514	15.137	1	10+25	13.08.18	12:42:32	27	28	24	738	52	197	137	105	97	90	75	60	470	259	81%	211	57	31	14
33	13109	1	2	8539	15.162	1	10+00	13.08.18	12:43:19	27	27	23	734	52	172	121	100	92	86	71	58	521	259	101%	262	49	20	13
34	13109	1	2	8564	15.187	1	9+75	13.08.18	12:44:07	27	26	23	735	52	247	147	108	96	85	68	51	391	259	51%	132	96	38	16
35	13109	1	2	8589	15.212	1	9+50	13.08.18	12:44:55	27	27	23	731	52	291	219	173	155	137	108	82	342	259	32%	83	70	44	25
36	13109	1	2	8614	15.237	1	9+25	13.08.18	12:45:40	27	29	23	729	52	215	132	103	92	84	67	53	434	259	68%	175	80	28	14
37	13109	1	2	8639	15.262	1	9+00	13.08.18	12:46:30	27	30	24	745	53	161	122	93	82	73	57	44	556	259	115%	297	37	28	12
38	13109	1	2	8664	15.287	1	8+75	13.08.18	12:47:17	27	31	24	741	52	212	153	117	101	91	70	54	445	259	72%	186	56	34	15
39	13109	1	2	8689	15.312	1	8+50	13.08.18	12:48:03	27	30	24	733	52	259	162	117	101	90	71	54	376	259	45%	117	94	43	16
40	13109	1	2	8714	15.337	1	8+25	13.08.18	12:48:49	27	30	24	737	52	178	138	109	95	87	69	54	509	259	96%	250	38	28	14
41	13109	1	2	8739	15.362	1	8+00	13.08.18	12:49:35	27	31	24	740	52	296	198	144	124	110	85	65	341	259	32%	82	94	52	19
42	13109	1	2	8764	15.387	1	7+75	13.08.18	12:50:18	28	30	24	740	52	271	205	138	120	108	86	65	366	259	41%	107	63	64	20
43	13109	1	2	8789	15.412	1	7+50	13.08.18	12:51:01	28	29	24	740	52	214	164	122	107	92	72	56	442	259	70%	183	48	40	15
44	13109	1	2	8814	15.437	1	7+25	13.08.18	12:51:43	28	29	23	740	52	185	139	109	97	86	67	52	496	259	91%	237	44	29	14
45	13109	1	2	8839	15.462	1	7+00	13.08.18	12:52:27	28	29	23	736	52	184	147	118	105	92	72	54	496	259	91%	237	36	28	17
46	13109	1	2	8864	15.487	1	6+75	13.08.18	12:53:09	28	29	23	736	52	191	155	123	109	98	78	61	481	259	86%	222	35	31	16
47	13109	1	2	8889	15.512	1	6+50	13.08.18	12:53:58	28	29	23	741	52	163	121	98	89	82	68	55	549	259	112%	290	40	22	12
48	13109	1	2	8914	15.537	1	6+25	13.08.18	12:54:41	28	28	22	739	52	256	204	160	141	123	94	71	383	259	48%	124	50	42	22
49	13109	1	2	8939	15.562	1	6+00	13.08.18	12:55:26	28	27	22	742	52	263	194	140	118	100	73	54	376	259	45%	117	66	51	18
50	13109	1	2	8964	15.587	1	5+75	13.08.18	12:56:08	28	26	22	737	52	192	158	130	116	104	81	62	480	259	85%	221	33	27	18
51	13109	1	2	8989	15.612	1	5+50	13.08.18	12:56:52	28	27	22	745	53	111	88	74	68	62	51	42	747	259	188%	488	22	13	9
52	13109	1	2	9014	15.637	1	5+25	13.08.18	12:57:35	28	28	22	739	52	170	138	113	101	90	72	56	529	259	104%	270	31	24	15
53	13109	1	2	9039	15.662	1	5+00	13.08.18	12:58:21	28	28	21	742	52	139	108	90	82	75	61	50	623	259	140%	364	30	17	10
54	13109	1	2	9064	15.687	1	4+75	13.08.18	12:59:05	28	28	21	736	52	232	157	121	106	95	75	59	412	259	59%	153	72	35	15

LISA 3-1 TEEKONSTRUKTSIOONI KANDEVÕIME MÕÕTMISE TULEMUSED MNT NR 13109 NARVA-AUVERE

Teelõik 13109_1_2_7739 - 13109_1_2_9639; km 14.362 - 16.262

Protokoll nr: FWD/ERC/003-1/2018
 Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ
 Mõõtja: West Coast Road Masters Oy; Juha-Matti Vainio
 Mõõtesead: KUAB 50 (FWD) serial no. FV123
 Mõõtmiste algus: 13109_1_2_7739; km 14.362
 Mõõtmiste lõpp: 13109_1_2_9639; km 16.262

Mõõtmiskoha aadress on seotud Riikliku teeregistriga

Punkt nr	Tee nr	STEE	Teeosa	Kaugus	Km	Suund*	PK	Kuu-päev	Kella-aeg	Temperatuur, C			Rakendatud jõud		Läbivajum, mikromeetrit								Emod, MPa				SCI	BDI	BCI
										Asfalt	Kate	Õhk	Stress	Force	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Tegelik	Vajalik	Erinevus					
																								%	MPa				
55	13109	1	2	9089	15.712	1	4+50	13.08.18	12:59:48	28	28	21	746	53	138	119	105	97	87	72	58	630	259	143%	371	18	13	13	
56	13109	1	2	9114	15.737	1	4+25	13.08.18	13:00:31	28	27	21	741	52	119	90	75	69	63	53	43	705	259	172%	446	28	14	10	
57	13109	1	2	9139	15.762	1	4+00	13.08.18	13:01:13	28	27	21	743	53	163	133	102	87	76	58	43	550	259	113%	291	29	29	14	
58	13109	1	2	9164	15.787	1	3+75	13.08.18	13:01:57	28	28	21	739	52	156	127	106	94	83	63	47	567	259	119%	308	28	20	15	
59	13109	1	2	9189	15.812	1	3+50	13.08.18	13:02:41	28	27	21	738	52	131	106	86	75	68	53	41	651	259	151%	392	24	19	11	
60	13109	1	2	9214	15.837	1	3+25	13.08.18	13:03:24	28	27	21	734	52	149	124	103	93	84	67	55	585	259	126%	326	24	20	12	
61	13109	1	2	9239	15.862	1	3+00	13.08.18	13:04:06	28	27	20	738	52	238	185	144	125	109	83	61	406	259	57%	147	51	39	21	
62	13109	1	2	9264	15.887	1	2+75	13.08.18	13:04:51	28	26	20	738	52	252	219	179	155	136	102	74	388	259	50%	129	32	38	27	
63	13109	1	2	9289	15.912	1	2+50	13.08.18	13:05:38	28	27	20	739	52	160	134	106	93	82	63	48	556	259	115%	297	25	27	14	
64	13109	1	2	9314	15.937	1	2+25	13.08.18	13:06:32	28	27	21	739	52	139	109	87	76	68	52	41	622	259	140%	363	29	21	11	
65	13109	1	2	9339	15.962	1	2+00	13.08.18	13:07:19	28	27	21	748	53	118	91	79	72	66	54	44	715	259	176%	456	26	11	9	
66	13109	1	2	9364	15.987	1	1+75	13.08.18	13:08:09	28	27	21	744	53	137	108	95	87	79	66	53	632	259	144%	373	28	12	12	
67	13109	1	2	9389	16.012	1	1+50	13.08.18	13:08:55	28	26	20	739	52	172	124	100	88	78	60	45	525	259	103%	266	46	23	14	
68	13109	1	2	9414	16.037	1	1+25	13.08.18	13:09:36	28	26	20	734	52	255	179	143	126	112	85	64	382	259	48%	123	73	35	20	
69	13109	1	2	9439	16.062	1	1+00	13.08.18	13:10:21	28	27	21	736	52	120	93	81	75	68	55	44	697	259	169%	438	26	12	11	
70	13109	1	2	9464	16.087	1	0+75	13.08.18	13:11:06	28	27	21	744	53	174	129	105	96	86	70	55	524	259	102%	265	43	23	14	
71	13109	1	2	9489	16.112	1	0+50	13.08.18	13:11:52	28	27	21	737	52	274	132	115	109	100	80	63	363	259	40%	104	136	16	16	
72	13109	1	2	9514	16.137	1	0+25	13.08.18	13:12:44	28	29	21	744	53	217	160	143	133	122	100	78	440	259	70%	181	54	16	21	
73	13109	1	2	9539	16.162	1	0+00	13.08.18	13:13:31	28	29	21	745	53	152	121	110	103	95	78	62	584	259	125%	325	29	10	15	
74	13109	1	2	9564	16.187	1	-0+25	13.08.18	13:14:14	28	29	22	734	52	223	184	162	147	133	104	78	425	259	64%	166	38	21	25	
75	13109	1	2	9589	16.212	1	-0+50	13.08.18	13:14:59	28	29	22	743	52	155	131	111	100	90	70	52	573	259	121%	314	23	19	17	
76	13109	1	2	9614	16.237	1	-0+75	13.08.18	13:16:01	28	29	22	745	53	282	208	154	142	131	92	61	357	259	38%	98	70	51	29	
77	13109	1	2	9639	16.262	1	-1+00	13.08.18	13:16:47	28	29	22	751	53	176	110	98	90	81	64	49	523	259	102%	264	62	11	14	

*Märkused:

Suund 1 - registrijärgne

Suund 2 - vastupidine registrele

Keskmine:	476	259	102	37	15
Min:	119		24	13	10
Max:	747		867	101	29

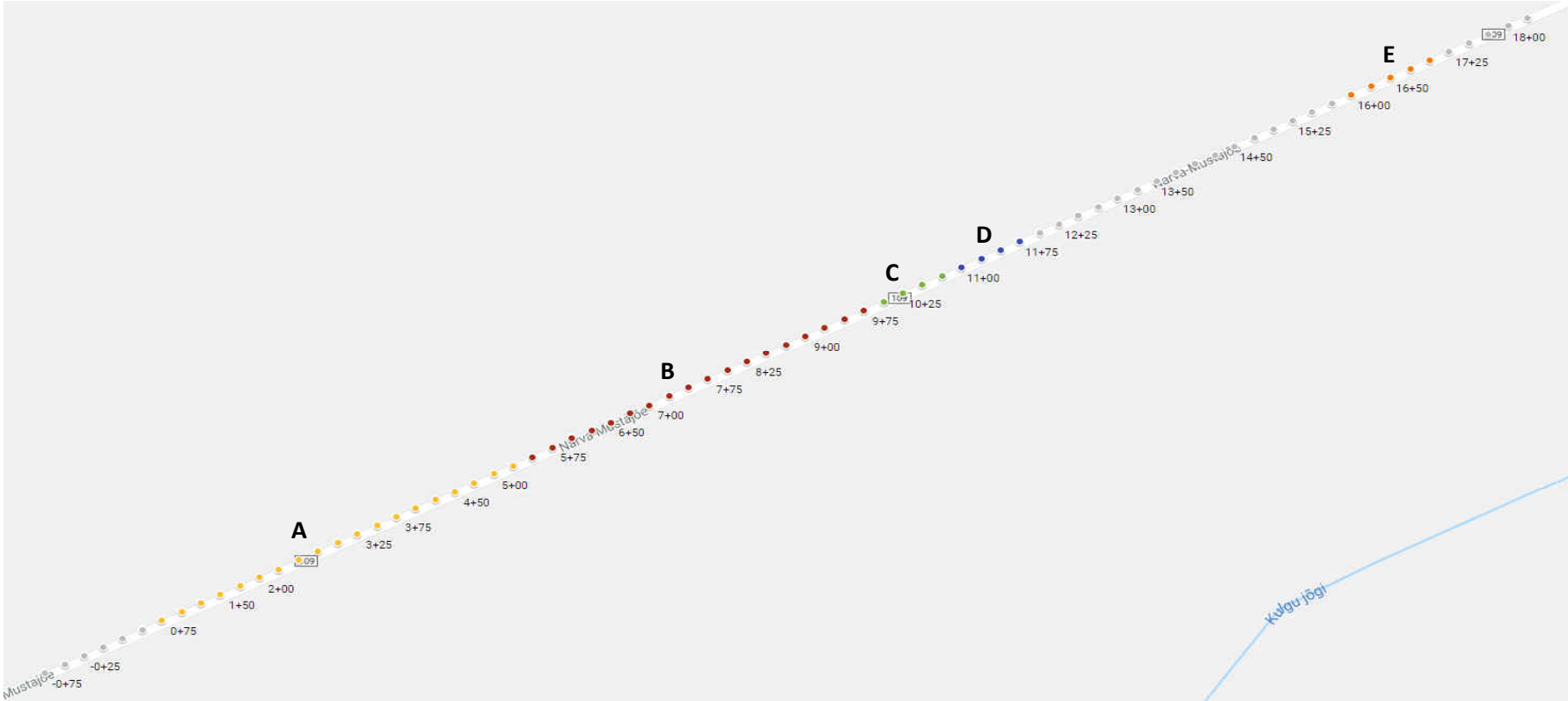
LISA 3-1 TEEKONSTRUKTSIOONI KANDEVÕIME MÕÕTMISE TULEMUSED MNT NR 13109 NARVA-AUVERE

Teelõik 13109_1_2_7739 - 13109_1_2_9639; km 14.362 - 16.262

Protokoll nr: FWD/ERC/003-1/2018
 Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ
 Mõõtja: West Coast Road Masters Oy; Juha-Matti Vainio
 Mõõteseade: KUAB 50 (FWD) serial no. FV123
 Mõõtmiste algus: 13109_1_2_7739; km 14.362
 Mõõtmiste lõpp: 13109_1_2_9639; km 16.262

Mõõtmiskoha aadress on seotud Riikliku teeregistriga

Punkt nr	Tee nr	STEE	Teeosa	Kaugus	Km	Suund*	PK	Kuu- päev	Kella- aeg	Temperatuur, C			Rakendatud jõud		Läbivajum, mikromeetrit							Emod, MPa				SCI	BDI	BCI
										Asfalt	Kate	Õhk	Stress	Force	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Tegelik	Vajalik	Erinevus				
																								%	MPa			



LISA 3-2 TEEKONSTRUKTSIOONI KANDEVÕIME MÕÕTMISE TULEMUSED MNT NR 13109 NARVA-AUVERE

Teelõik 13109_1_2_7739 - 13109_1_2_9639; km 14.362 - 16.262

Protokoll nr: FWD/ERC/003-2/2018
 Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ
 Mõõtja: West Coast Road Masters Oy; Juha-Matti Vainio
 Mõõtesead: KUAB 50 (FWD) serial no. FV123
 Mõõtmiste algus: 13109_1_2_7739; km 14.362
 Mõõtmiste lõpp: 13109_1_2_9639; km 16.262

Mõõtmiskoha aadress on seotud Riikliku teeregistriga

Punkt nr	Tee nr	STEE	Teeosa	Kaugus	Km	Suund*	PK	Kuu-päev	Kella-aeg	Temperatuur, C			Rakendatud jõud		Läbivajum, mikromeetrit								Emod, MPa				SCI	BDI	BCI
										Asfalt	Kate	Õhk	Stress	Force	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Tegelik	Vajalik	Erinevus					
																								%	MPa				
78	13109	1	2	9639	16.262	2	-1+00	13.08.18	11:17:41	24	25	18	733	52	157	132	119	112	105	89	72	552	259	113%	293	24	13	16	
79	13109	1	2	9614	16.237	2	-0+75	13.08.18	11:18:23	24	23	18	730	52	160	134	118	109	98	79	60	542	259	109%	283	25	16	18	
80	13109	1	2	9589	16.212	2	-0+50	13.08.18	11:19:23	24	27	19	725	51	182	137	121	110	102	83	65	487	259	88%	228	44	16	18	
81	13109	1	2	9564	16.187	2	-0+25	13.08.18	11:20:13	24	20	19	731	52	208	191	177	163	150	122	96	442	259	71%	183	16	14	25	
82	13109	1	2	9539	16.162	2	0+00	13.08.18	11:15:15	24	22	19	728	51	163	132	119	110	103	86	68	533	259	106%	274	30	13	17	
83	13109	1	2	9514	16.137	2	0+25	13.08.18	11:21:10	24	22	19	726	51	195	160	142	131	119	98	75	462	259	78%	203	34	18	22	
84	13109	1	2	9489	16.112	2	0+50	13.08.18	11:21:57	24	24	19	730	52	186	137	114	107	99	82	66	482	259	86%	223	47	22	15	
85	13109	1	2	9464	16.087	2	0+75	13.08.18	11:23:11	24	21	19	730	52	131	101	84	77	71	59	49	637	259	146%	378	29	16	10	
86	13109	1	2	9439	16.062	2	1+00	13.08.18	11:23:57	24	26	19	717	51	141	108	88	78	71	57	45	592	259	129%	333	33	20	12	
87	13109	1	2	9414	16.037	2	1+25	13.08.18	11:24:41	24	27	19	727	51	154	119	95	84	75	58	44	558	259	115%	299	34	23	14	
88	13109	1	2	9389	16.012	2	1+50	13.08.18	11:25:25	24	25	19	730	52	166	112	89	80	72	58	45	527	259	104%	268	52	22	13	
89	13109	1	2	9364	15.987	2	1+75	13.08.18	11:26:08	24	26	19	723	51	165	115	88	79	72	58	45	526	259	103%	267	49	26	13	
90	13109	1	2	9339	15.962	2	2+00	13.08.18	11:26:51	24	26	19	722	51	159	119	97	89	81	68	56	541	259	109%	282	39	22	12	
91	13109	1	2	9314	15.937	2	2+25	13.08.18	11:27:35	24	26	19	722	51	178	141	115	104	95	78	63	495	259	91%	236	36	25	15	
92	13109	1	2	9289	15.912	2	2+50	13.08.18	11:28:17	24	28	19	722	51	195	144	112	98	87	67	52	460	259	78%	201	50	31	15	
93	13109	1	2	9264	15.887	2	2+75	13.08.18	11:29:07	24	27	19	727	51	179	145	113	97	86	65	51	495	259	91%	236	33	31	14	
94	13109	1	2	9239	15.862	2	3+00	13.08.18	11:29:57	24	27	19	723	51	185	140	101	87	75	58	45	480	259	85%	221	44	38	13	
95	13109	1	2	9214	15.837	2	3+25	13.08.18	11:30:44	25	26	19	726	51	138	105	87	79	73	61	50	610	259	135%	351	32	18	11	
96	13109	1	2	9189	15.812	2	3+50	13.08.18	11:31:32	25	26	19	727	51	128	104	86	77	69	56	45	647	259	150%	388	23	18	11	
97	13109	1	2	9164	15.787	2	3+75	13.08.18	11:32:17	25	26	18	727	51	156	122	97	87	78	62	50	553	259	114%	294	33	24	12	
98	13109	1	2	9139	15.762	2	4+00	13.08.18	11:33:03	25	25	18	728	51	160	125	95	85	75	61	50	543	259	110%	284	34	29	11	
99	13109	1	2	9114	15.737	2	4+25	13.08.18	11:33:47	25	25	18	729	51	175	138	110	98	86	67	51	506	259	95%	247	36	27	16	
100	13109	1	2	9089	15.712	2	4+50	13.08.18	11:34:30	25	23	18	721	51	219	179	140	122	108	82	61	420	259	62%	161	39	38	21	
101	13109	1	2	9064	15.687	2	4+75	13.08.18	11:35:16	25	26	18	727	51	167	140	113	100	89	69	52	524	259	102%	265	26	26	17	
102	13109	1	2	9039	15.662	2	5+00	13.08.18	11:36:01	25	26	18	722	51	215	147	112	99	90	72	55	427	259	65%	168	67	34	17	
103	13109	1	2	9014	15.637	2	5+25	13.08.18	11:36:47	25	26	18	722	51	142	87	68	61	56	45	36	593	259	129%	334	54	19	9	
104	13109	1	2	8989	15.612	2	5+50	13.08.18	11:37:33	25	19	19	721	51	142	108	88	79	74	61	49	592	259	129%	333	33	20	12	

LISA 3-2 TEEKONSTRUKTSIOONI KANDEVÕIME MÕÕTMISE TULEMUSED MNT NR 13109 NARVA-AUVERE

Teelõik 13109_1_2_7739 - 13109_1_2_9639; km 14.362 - 16.262

Protokolli nr: FWD/ERC/003-2/2018
 Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ
 Mõõtja: West Coast Road Masters Oy; Juha-Matti Vainio
 Mõõtesead: KUAB 50 (FWD) serial no. FV123
 Mõõtmiste algus: 13109_1_2_7739; km 14.362
 Mõõtmiste lõpp: 13109_1_2_9639; km 16.262

Mõõtmiskoha aadress on seotud Riikliku teeregistriga

Punkt nr	Tee nr	STEE	Teeosa	Kaugus	Km	Suund*	PK	Kuu-päev	Kella-aeg	Temperatuur, C			Rakendatud jõud		Läbivajum, mikromeetrit								Emod, MPa				SCI	BDI	BCI
										Asfalt	Kate	Õhk	Stress	Force	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Tegelik	Vajalik	Erinevus					
																								%	MPa				
105	13109	1	2	8964	15.587	2	5+75	13.08.18	11:38:17	25	18	19	721	51	189	131	104	95	88	72	58	472	259	82%	213	57	26	14	
106	13109	1	2	8939	15.562	2	6+00	13.08.18	11:39:02	25	18	18	724	51	192	139	110	95	87	70	56	468	259	81%	209	52	28	14	
107	13109	1	2	8914	15.537	2	6+25	13.08.18	11:39:44	25	21	19	725	51	161	125	101	92	84	69	56	539	259	108%	280	35	23	13	
108	13109	1	2	8889	15.512	2	6+50	13.08.18	11:40:29	25	27	19	729	52	180	140	108	96	85	67	54	496	259	92%	237	39	31	13	
109	13109	1	2	8864	15.487	2	6+75	13.08.18	11:41:10	25	28	19	731	52	131	100	85	78	73	62	52	639	259	147%	380	30	15	10	
110	13109	1	2	8839	15.462	2	7+00	13.08.18	11:41:53	25	28	19	728	51	143	105	85	77	71	58	48	594	259	130%	335	37	19	10	
111	13109	1	2	8814	15.437	2	7+25	13.08.18	11:42:35	25	28	19	725	51	130	118	105	96	88	72	58	639	259	147%	380	12	13	14	
112	13109	1	2	8789	15.412	2	7+50	13.08.18	11:43:21	25	27	19	727	51	122	104	89	82	76	64	53	673	259	160%	414	18	15	11	
113	13109	1	2	8764	15.387	2	7+75	13.08.18	11:44:04	25	27	20	727	51	216	138	95	87	78	65	52	428	259	65%	169	76	42	13	
114	13109	1	2	8739	15.362	2	8+00	13.08.18	11:44:49	25	27	19	727	51	143	119	97	88	80	67	54	594	259	129%	335	23	21	13	
115	13109	1	2	8714	15.337	2	8+25	13.08.18	11:45:31	25	29	20	728	51	172	137	109	98	88	70	56	514	259	98%	255	34	27	14	
116	13109	1	2	8689	15.312	2	8+50	13.08.18	11:46:17	25	29	20	726	51	196	141	107	95	84	67	51	462	259	78%	203	54	33	16	
117	13109	1	2	8664	15.287	2	8+75	13.08.18	11:47:02	25	29	20	727	51	120	98	82	75	68	56	45	683	259	164%	424	21	16	11	
118	13109	1	2	8639	15.262	2	9+00	13.08.18	11:47:46	25	28	20	725	51	179	163	130	110	95	72	57	496	259	92%	237	16	32	15	
119	13109	1	2	8614	15.237	2	9+25	13.08.18	11:48:30	25	27	20	729	51	141	121	104	95	89	73	59	602	259	132%	343	19	16	14	
120	13109	1	2	8589	15.212	2	9+50	13.08.18	11:49:16	25	26	20	725	51	278	167	109	97	90	75	62	350	259	35%	91	108	57	13	
121	13109	1	2	8564	15.187	2	9+75	13.08.18	11:50:01	26	21	20	731	52	232	153	113	103	94	76	59	407	259	57%	148	76	39	16	
122	13109	1	2	8539	15.162	2	10+00	13.08.18	11:50:46	26	21	20	730	52	213	143	111	100	93	77	61	435	259	68%	176	68	31	16	
123	13109	1	2	8514	15.137	2	10+25	13.08.18	11:51:32	26	20	19	728	51	169	124	102	93	86	70	55	521	259	101%	262	44	21	15	
124	13109	1	2	8489	15.112	2	10+50	13.08.18	11:52:23	26	24	19	724	51	284	185	137	124	112	89	67	344	259	33%	85	97	47	21	
125	13109	1	2	8464	15.087	2	10+75	13.08.18	11:53:19	26	19	19	723	51	245	167	116	101	87	65	47	386	259	49%	127	76	50	18	
126	13109	1	2	8439	15.062	2	11+00	13.08.18	11:54:05	26	20	19	723	51	279	182	113	93	80	60	43	349	259	35%	90	95	67	17	
127	13109	1	2	8414	15.037	2	11+25	13.08.18	11:54:51	26	21	19	721	51	228	147	95	81	72	55	40	408	259	58%	149	79	51	15	
128	13109	1	2	8389	15.012	2	11+50	13.08.18	11:55:39	26	21	19	723	51	116	87	74	67	62	50	39	699	259	170%	440	28	13	11	
129	13109	1	2	8364	14.987	2	11+75	13.08.18	11:56:26	26	26	19	728	51	179	119	99	89	81	66	53	498	259	92%	239	58	19	13	
130	13109	1	2	8339	14.962	2	12+00	13.08.18	11:57:14	26	23	19	728	51	142	106	84	75	67	52	39	599	259	131%	340	35	21	13	
131	13109	1	2	8314	14.937	2	12+25	13.08.18	11:58:00	26	26	19	726	51	139	122	109	101	94	79	65	608	259	135%	349	17	13	14	

LISA 3-2 TEEKONSTRUKTSIOONI KANDEVÕIME MÕÕTMISE TULEMUSED MNT NR 13109 NARVA-AUVERE

Teelõik 13109_1_2_7739 - 13109_1_2_9639; km 14.362 - 16.262

Protokolli nr: FWD/ERC/003-2/2018
 Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ
 Mõõtja: West Coast Road Masters Oy; Juha-Matti Vainio
 Mõõteseade: KUAB 50 (FWD) serial no. FV123
 Mõõtmiste algus: 13109_1_2_7739; km 14.362
 Mõõtmiste lõpp: 13109_1_2_9639; km 16.262

Mõõtmiskoha aadress on seotud Riikliku teeregistriga

Punkt nr	Tee nr	STEE	Teeosa	Kaugus	Km	Suund*	PK	Kuu-päev	Kella-aeg	Temperatuur, C			Rakendatud jõud		Läbivajum, mikromeetrit							Emod, MPa				SCI	BDI	BCI
										Asfalt	Kate	Õhk	Stress	Force	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Tegelik	Vajalik	Erinevus				
																								%	MPa			
132	13109	1	2	8289	14.912	2	12+50	13.08.18	11:58:45	26	27	19	734	52	153	133	116	105	96	78	60	568	259	119%	309	19	16	17
133	13109	1	2	8264	14.887	2	12+75	13.08.18	11:59:29	26	28	19	734	52	231	132	72	55	43	28	18	410	259	58%	151	95	58	10
134	13109	1	2	8239	14.862	2	13+00	13.08.18	12:00:13	26	27	19	730	52	122	94	71	64	56	44	34	678	259	162%	419	27	22	10
135	13109	1	2	8214	14.837	2	13+25	13.08.18	12:01:04	26	28	19	727	51	181	105	78	68	60	47	37	494	259	91%	235	74	26	10
136	13109	1	2	8189	14.812	2	13+50	13.08.18	12:01:50	26	27	19	732	52	107	78	59	51	46	36	29	754	259	191%	495	28	18	7
137	13109	1	2	8164	14.787	2	13+75	13.08.18	12:02:34	26	26	19	724	51	122	87	67	57	49	35	25	673	259	160%	414	34	20	10
138	13109	1	2	8139	14.762	2	14+00	13.08.18	12:03:19	26	26	19	728	51	138	86	68	61	53	39	28	614	259	137%	355	50	17	11
139	13109	1	2	8114	14.737	2	14+25	13.08.18	12:04:06	26	25	19	733	52	125	93	73	63	54	39	27	667	259	157%	408	31	19	12
140	13109	1	2	8089	14.712	2	14+50	13.08.18	12:04:58	26	26	18	733	52	125	81	60	49	42	28	18	667	259	158%	408	42	20	10
141	13109	1	2	8064	14.687	2	14+75	13.08.18	12:05:47	26	26	19	735	52	227	136	101	86	74	56	41	417	259	61%	158	88	34	14
142	13109	1	2	8039	14.662	2	15+00	13.08.18	12:06:37	26	26	18	729	52	137	82	67	60	56	45	37	618	259	139%	359	53	15	8
143	13109	1	2	8014	14.637	2	15+25	13.08.18	12:07:22	26	26	18	731	52	159	102	83	74	67	54	43	550	259	112%	291	55	18	11
144	13109	1	2	7989	14.612	2	15+50	13.08.18	12:08:17	26	26	18	733	52	224	155	122	107	95	74	57	420	259	62%	161	67	32	16
145	13109	1	2	7964	14.587	2	15+75	13.08.18	12:09:05	26	27	18	730	52	142	95	70	61	53	41	32	601	259	132%	342	46	24	9
146	13109	1	2	7939	14.562	2	16+00	13.08.18	12:09:58	26	27	18	735	52	267	125	68	59	52	40	30	366	259	41%	107	137	55	10
147	13109	1	2	7914	14.537	2	16+25	13.08.18	12:10:46	26	27	18	732	52	151	87	64	55	50	39	30	574	259	122%	315	62	22	9
148	13109	1	2	7889	14.512	2	16+50	13.08.18	12:11:50	26	27	19	735	52	165	86	59	51	44	33	24	537	259	107%	278	76	26	9
149	13109	1	2	7864	14.487	2	16+75	13.08.18	12:12:35	26	27	19	728	51	392	197	93	73	63	46	32	269	259	4%	10	189	101	14
150	13109	1	2	7839	14.462	2	17+00	13.08.18	12:13:20	26	27	19	730	52	262	173	137	120	106	78	54	370	259	43%	111	86	35	23
151	13109	1	2	7814	14.437	2	17+25	13.08.18	12:14:04	26	26	19	731	52	156	129	98	83	70	51	37	559	259	116%	300	26	30	14
152	13109	1	2	7789	14.412	2	17+50	13.08.18	12:14:48	26	26	19	730	52	168	128	105	89	74	51	34	527	259	103%	268	39	22	16
153	13109	1	2	7764	14.387	2	17+75	13.08.18	12:15:32	26	27	18	734	52	158	107	93	86	79	65	51	556	259	115%	297	49	13	13
154	13109	1	2	7739	14.362	2	18+00	13.08.18	12:16:25	26	27	18	731	52	177	145	123	112	103	82	60	506	259	95%	247	31	21	21

*Märkused:

Suund 1 - registrijärgne

Suund 2 - vastupidine registrile

Keskmine: 526 259 35 23 15
 Min: 269 16 13 10
 Max: 754 52 38 25

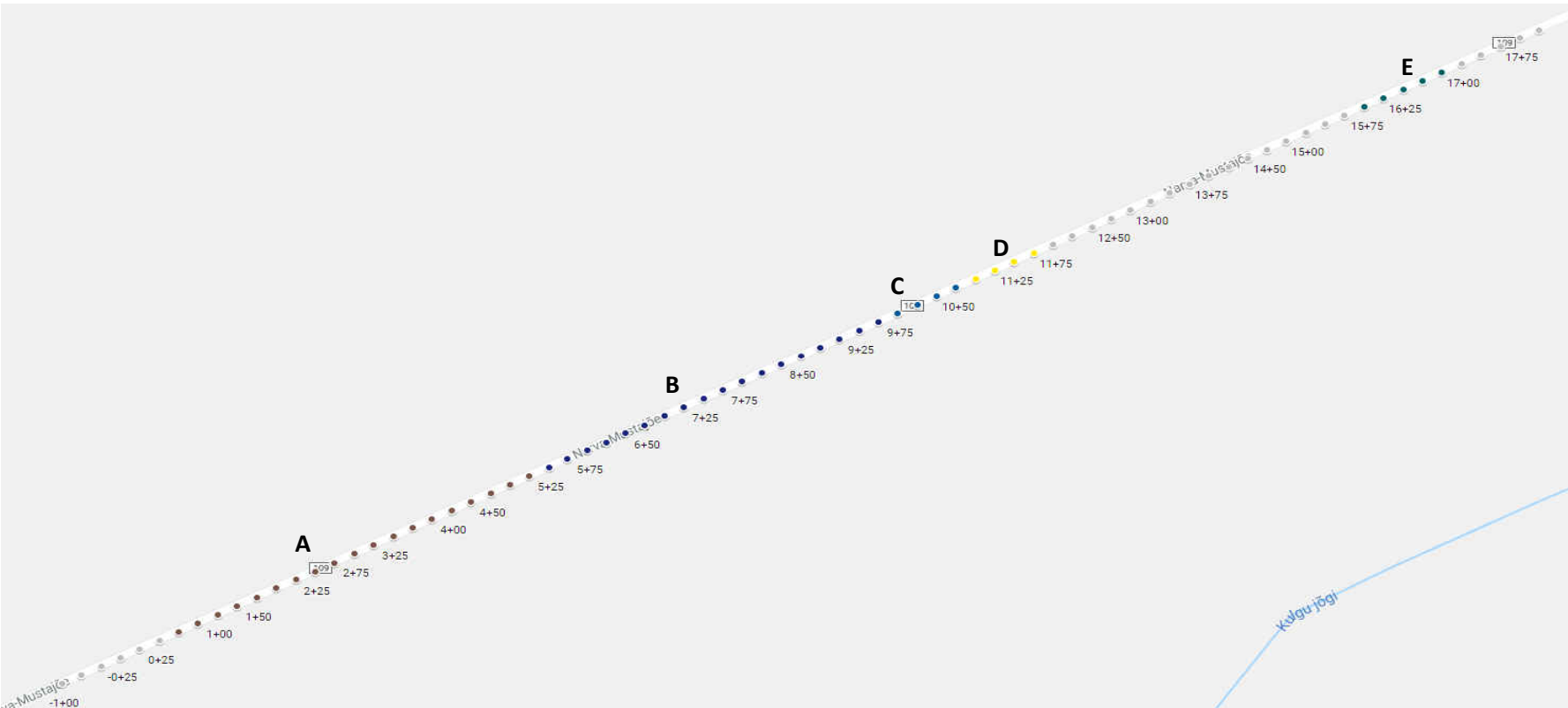
LISA 3-2 TEEKONSTRUKTSIOONI KANDEVÕIME MÕÕTMISE TULEMUSED MNT NR 13109 NARVA-AUVERE

Teelõik 13109_1_2_7739 - 13109_1_2_9639; km 14.362 - 16.262

Protokolli nr: FWD/ERC/003-2/2018
Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ
Mõõtja: West Coast Road Masters Oy; Juha-Matti Vainio
Mõõteseade: KUAB 50 (FWD) serial no. FV123
Mõõtmiste algus: 13109_1_2_7739; km 14.362
Mõõtmiste lõpp: 13109_1_2_9639; km 16.262

Mõõtmiskoha aadress on seotud Riikliku teeregistriga

Punkt nr	Tee nr	STEE	Teeosa	Kaugus	Km	Suund*	PK	Kuu- päev	Kella- aeg	Temperatuur, C			Rakendatud jõud		Läbivajum, mikromeetrit								Emod, MPa				SCI	BDI	BCI
										Asfalt	Kate	Õhk	Stress	Force	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Tegelik	Vajalik	Erinevus					
																								%	MPa				



Mõõtmiste tellija: Maanteeamet

LISA 3-3 TEEKONSTRUKTSIOONI KANDEVÕIME MÕÕTMISE TULEMUSED MNT NR 17192 SIMUNA-VAIATU

Teelõik 17192_1_1_2900 - 17192_1_1_4000; km 2.900 - 4.000

Protokolli nr: FWD/ERC/004-1/2018
Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ
Mõõtja: West Coast Road Masters Oy; Juha-Matti Vainio
Mõõteseade: KUAB 50 (FWD) serial no. FV123
Mõõtmiste algus: 17192_1_1_2900; km 2.900
Mõõtmiste lõpp: 17192_1_1_4000; km 4.000

Mõõtmiskoha aadress on seotud Riikliku teeregistriga

Punkt nr	Tee nr	STEE	Teeosa	Kaugus	Km	Suund*	PK	Kuu-päev	Kella-aeg	Temperatuur, C			Rakendatud jõud		Läbivajum, mikromeetrit								Emod, MPa				SCI	BDI	BCI
																							Tegelik	Vajalik	Erinevus				
										Asfalt	Kate	Õhk	Stress	Force	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	%	MPa						
1	17192	1	1	2900	2.900	1	29+00	13.08.18	15:39:02	23	19	18	703	50	1033	858	701	646	580	471	388	120	169	-29%	-49	176	158	83	
2	17192	1	1	2925	2.925	1	29+25	13.08.18	15:39:51	23	20	19	701	50	1661	1319	999	883	774	603	472	82	169	-52%	-87	345	323	132	
3	17192	1	1	2950	2.950	1	29+50	13.08.18	15:40:33	23	20	19	697	49	1623	1341	1059	941	841	668	524	83	169	-51%	-86	286	286	146	
4	17192	1	1	2975	2.975	1	29+75	13.08.18	15:41:20	23	20	19	672	47	2886	2313	1753	1503	1307	977	726	51	169	-70%	-118	603	589	264	
5	17192	1	1	3000	3.000	1	30+00	13.08.18	15:42:06	23	20	19	693	49	1647	1259	911	794	674	497	358	82	169	-52%	-87	396	355	142	
6	17192	1	1	3025	3.025	1	30+25	13.08.18	15:42:47	23	21	19	697	49	1796	1431	1055	919	786	586	428	77	169	-55%	-92	370	381	160	
7	17192	1	1	3050	3.050	1	30+50	13.08.18	15:43:29	23	20	19	701	50	1592	1344	1063	934	819	627	470	85	169	-50%	-84	250	283	158	
8	17192	1	1	3075	3.075	1	30+75	13.08.18	15:44:13	23	20	19	699	49	1602	1337	1058	930	810	617	465	84	169	-50%	-85	268	282	154	
9	17192	1	1	3100	3.100	1	31+00	13.08.18	15:44:54	23	20	19	708	50	882	744	609	551	489	387	305	136	169	-19%	-33	138	135	82	
10	17192	1	1	3125	3.125	1	31+25	13.08.18	15:46:02	23	20	19	708	50	1115	894	702	621	555	446	345	113	169	-33%	-56	221	192	101	
11	17192	1	1	3150	3.150	1	31+50	13.08.18	15:46:51	23	19	19	708	50	845	776	683	634	578	479	389	141	169	-17%	-28	69	93	90	
12	17192	1	1	3175	3.175	1	31+75	13.08.18	15:47:38	23	19	19	703	50	2787	889	707	624	552	433	338	54	169	-68%	-115	1909	183	96	
13	17192	1	1	3200	3.200	1	32+00	13.08.18	15:48:19	23	19	19	705	50	920	808	675	609	543	434	339	131	169	-22%	-38	112	133	95	
14	17192	1	1	3225	3.225	1	32+25	13.08.18	15:48:59	23	19	19	702	50	909	779	656	596	529	418	322	132	169	-22%	-37	131	124	97	
15	17192	1	1	3250	3.250	1	32+50	13.08.18	15:49:41	23	20	19	702	50	1051	802	601	531	465	363	277	118	169	-30%	-51	251	202	87	
16	17192	1	1	3275	3.275	1	32+75	13.08.18	15:50:22	23	19	19	717	51	409	327	245	205	170	110	70	253	169	50%	84	81	81	39	
17	17192	1	1	3300	3.300	1	33+00	13.08.18	15:51:03	23	19	19	719	51	357	310	245	212	180	129	89	283	169	67%	114	46	64	39	
18	17192	1	1	3325	3.325	1	33+25	13.08.18	15:51:46	23	19	19	719	51	340	277	221	194	174	139	108	294	169	74%	125	62	55	30	
19	17192	1	1	3350	3.350	1	33+50	13.08.18	15:52:26	23	19	19	719	51	408	370	315	284	252	196	147	254	169	50%	85	37	54	48	
20	17192	1	1	3375	3.375	1	33+75	13.08.18	15:53:12	23	19	19	720	51	354	320	268	238	212	163	121	285	169	68%	116	33	51	41	
21	17192	1	1	3400	3.400	1	34+00	13.08.18	15:53:54	23	19	19	720	51	384	324	245	204	174	120	82	267	169	58%	98	59	78	37	
22	17192	1	1	3425	3.425	1	34+25	13.08.18	15:55:01	23	20	19	715	51	531	302	186	146	121	88	66	205	169	21%	36	226	115	22	
23	17192	1	1	3450	3.450	1	34+50	13.08.18	15:55:45	23	19	19	716	51	422	296	215	182	153	115	88	247	169	46%	78	124	80	27	
24	17192	1	1	3475	3.475	1	34+75	13.08.18	15:56:34	23	19	19	717	51	257	212	163	138	118	85	61	366	169	116%	197	44	48	24	
25	17192	1	1	3500	3.500	1	35+00	13.08.18	15:57:20	23	19	19	714	50	553	327	178	136	110	77	56	199	169	18%	30	224	147	21	
26	17192	1	1	3525	3.525	1	35+25	13.08.18	15:58:16	23	19	18	716	51	440	312	198	157	128	89	65	238	169	41%	69	126	113	24	

Mõõtmiste tellija: Maanteeamet

LISA 3-3 TEEKONSTRUKTSIOONI KANDEVÕIME MÕÕTMISE TULEMUSED MNT NR 17192 SIMUNA-VAIATU

Teelõik 17192_1_1_2900 - 17192_1_1_4000; km 2.900 - 4.000

Protokolli nr: FWD/ERC/004-1/2018
Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ
Mõõtja: West Coast Road Masters Oy; Juha-Matti Vainio
Mõõteseade: KUAB 50 (FWD) serial no. FV123
Mõõtmiste algus: 17192_1_1_2900; km 2.900
Mõõtmiste lõpp: 17192_1_1_4000; km 4.000

Mõõtmiskoha address on seotud Riikliku teeregistriga

Punkt nr	Tee nr	STEE	Teeosa	Kaugus	Km	Suund*	PK	Kuu-päev	Kella-aeg	Temperatuur, C			Rakendatud jõud		Läbivajum, mikromeetrit								Emod, MPa				SCI	BDI	BCI
										Asfalt	Kate	Õhk	Stress	Force	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Tegelik	Vajalik	Erinevus					
																								%	MPa				
27	17192	1	1	3550	3.550	1	35+50	13.08.18	15:58:57	23	19	19	713	50	592	355	216	174	149	114	90	188	169	11%	19	235	138	24	
28	17192	1	1	3575	3.575	1	35+75	13.08.18	15:59:42	23	19	19	715	50	532	323	181	144	123	94	75	205	169	21%	36	207	141	19	
29	17192	1	1	3600	3.600	1	36+00	13.08.18	16:00:26	23	20	19	720	51	467	330	212	171	146	111	89	228	169	35%	59	135	116	22	
30	17192	1	1	3625	3.625	1	36+25	13.08.18	16:01:10	23	20	19	716	51	559	378	246	203	175	130	98	197	169	17%	28	179	130	32	
31	17192	1	1	3650	3.650	1	36+50	13.08.18	16:01:53	23	20	19	716	51	598	347	212	175	148	113	88	187	169	11%	18	248	133	25	
32	17192	1	1	3675	3.675	1	36+75	13.08.18	16:03:07	23	20	19	722	51	463	232	123	93	74	51	38	231	169	36%	62	226	107	13	
33	17192	1	1	3700	3.700	1	37+00	13.08.18	16:03:55	23	20	19	721	51	397	234	131	100	82	56	41	260	169	54%	91	160	101	15	
34	17192	1	1	3725	3.725	1	37+25	13.08.18	16:05:00	23	20	19	711	50	615	404	273	234	206	164	130	182	169	8%	13	210	130	34	
35	17192	1	1	3750	3.750	1	37+50	13.08.18	16:05:46	23	19	19	711	50	987	585	316	234	181	116	79	125	169	-26%	-44	400	268	37	
36	17192	1	1	3775	3.775	1	37+75	13.08.18	16:06:31	23	20	19	659	47	3801	2847	1967	1653	1373	999	745	40	169	-76%	-129	1023	943	272	
37	17192	1	1	3800	3.800	1	38+00	13.08.18	16:07:17	23	20	19	667	47	3153	2507	1861	1594	1359	1001	742	47	169	-72%	-122	685	685	275	
38	17192	1	1	3825	3.825	1	38+25	13.08.18	16:08:04	23	20	19	674	48	2947	2301	1699	1454	1242	914	668	50	169	-70%	-119	678	632	258	
39	17192	1	1	3850	3.850	1	38+50	13.08.18	16:08:53	23	24	20	682	48	2341	1845	1369	1191	1018	765	563	61	169	-64%	-108	514	493	209	
40	17192	1	1	3875	3.875	1	38+75	13.08.18	16:09:38	23	20	20	677	48	2762	2149	1600	1377	1150	842	613	53	169	-69%	-116	640	573	239	
41	17192	1	1	3900	3.900	1	39+00	13.08.18	16:10:29	23	21	20	658	47	3926	3008	2079	1692	1385	939	640	39	169	-77%	-130	986	998	321	
42	17192	1	1	3925	3.925	1	39+25	13.08.18	16:11:30	23	20	19	693	49	1982	1640	1289	1152	997	766	582	70	169	-58%	-99	349	358	188	
43	17192	1	1	3950	3.950	1	39+50	13.08.18	16:12:18	23	20	20	693	49	2186	1738	1330	1172	1015	781	609	65	169	-61%	-104	457	417	176	
44	17192	1	1	3975	3.975	1	39+75	13.08.18	16:13:08	23	23	20	695	49	1812	1438	1118	1007	876	698	558	76	169	-55%	-93	381	326	142	
45	17192	1	1	4000	4.000	1	40+00	13.08.18	16:13:54	23	21	20	700	49	1699	1404	1139	1015	889	699	551	80	169	-53%	-89	298	268	150	

*Märkused:

Suund 1 - registrijärgne

Suund 2 - vastupidine registrile

Keskmine:	150	260	181	91
Min:	39	33	48	22
Max:	366	1909	589	264

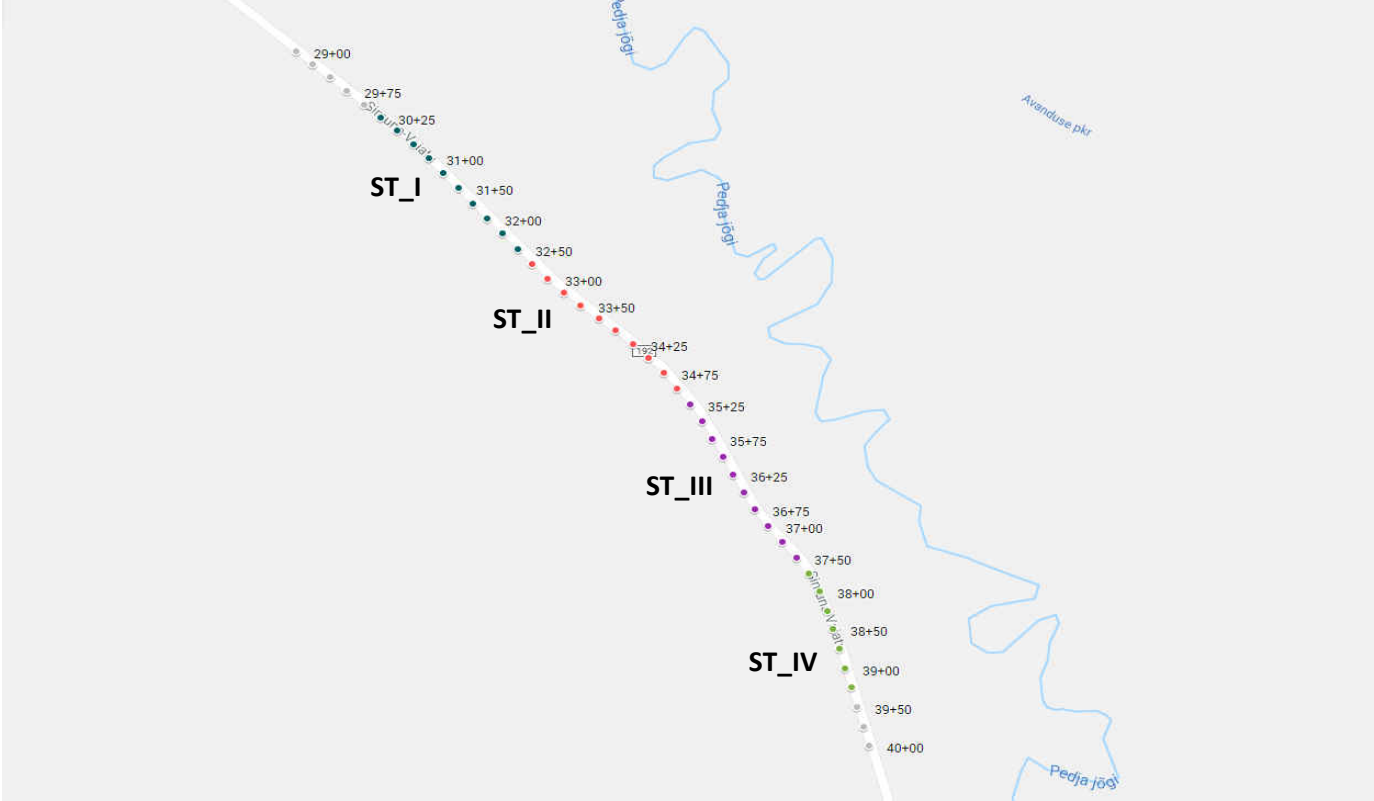
LISA 3-3 TEEKONSTRUKTSIOONI KANDEVÕIME MÕÕTMISE TULEMUSED MNT NR 17192 SIMUNA-VAIATU

Teelõik 17192_1_1_2900 - 17192_1_1_4000; km 2.900 - 4.000

Protokolli nr: FWD/ERC/004-1/2018
Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ
Mõõtja: West Coast Road Masters Oy; Juha-Matti Vainio
Mõõteseade: KUAB 50 (FWD) serial no. FV123
Mõõtmiste algus: 17192_1_1_2900; km 2.900
Mõõtmiste lõpp: 17192_1_1_4000; km 4.000

Mõõtmiskoha aadress on seotud Riikliku teeregistriga

Punkt nr	Tee nr	STEE	Teeosa	Kaugus	Km	Suund*	PK	Kuu- päev	Kella- aeg	Temperatuur, C			Rakendatud jõud		Läbivajum, mikromeetrit							Emod, MPa				SCI	BDI	BCI
										Asfalt	Kate	Õhk	Stress	Force	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Tegelik	Vajalik	Erinevus				
																								%	MPa			



LISA 3-4 TEEKONSTRUKTSIOONI KANDEVÕIME MÕÕTMISE TULEMUSED MNT NR 17192 SIMUNA-VAIATU

Teelõik 17192_1_1_2900 - 17192_1_1_4000; km 2.900 - 4.000

Protokoll nr: FWD/ERC/004-1/2018
 Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ
 Mõõtja: West Coast Road Masters Oy; Juha-Matti Vainio
 Mõõtesead: KUAB 50 (FWD) serial no. FV123
 Mõõtmiste algus: 17192_1_1_2900; km 2.900
 Mõõtmiste lõpp: 17192_1_1_4000; km 4.000

Mõõtmiskoha aadress on seotud Riikliku teeregistriga

Punkt nr	Tee nr	STEE	Teeosa	Kaugus	Km	Suund*	PK	Kuu-päev	Kella-aeg	Temperatuur, C			Rakendatud jõud		Läbivajum, mikromeetrit							Emod, MPa				SCI	BDI	BCI
										Asfalt	Kate	Õhk	Stress	Force	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Tegelik	Vajalik	Erinevus				
																								%	MPa			
46	17192	1	1	4000	4.000	2	40+00	13.08.18	16:18:16	23	23	18	698	49	1567	1191	889	803	702	570	457	85	169	-50%	-84	381	306	114
47	17192	1	1	3975	3.975	2	39+75	13.08.18	16:19:04	23	26	18	696	49	1535	1160	870	780	696	573	464	87	169	-49%	-82	381	295	111
48	17192	1	1	3950	3.950	2	39+50	13.08.18	16:19:50	23	23	19	689	49	1787	1325	957	846	748	603	481	76	169	-55%	-93	474	378	125
49	17192	1	1	3925	3.925	2	39+25	13.08.18	16:20:39	23	22	19	705	50	1387	1078	832	752	656	530	424	95	169	-44%	-74	310	247	106
50	17192	1	1	3900	3.900	2	39+00	13.08.18	16:21:22	23	21	19	703	50	1260	948	727	660	591	489	405	102	169	-40%	-67	314	222	84
51	17192	1	1	3875	3.875	2	38+75	13.08.18	16:22:04	23	22	19	697	49	1441	1084	832	752	668	539	436	91	169	-46%	-78	362	256	105
52	17192	1	1	3850	3.850	2	38+50	13.08.18	16:22:46	23	22	19	706	50	1262	938	710	633	558	448	351	102	169	-40%	-67	324	228	97
53	17192	1	1	3825	3.825	2	38+25	13.08.18	16:23:29	23	20	19	691	49	2048	1464	1060	932	815	634	491	68	169	-60%	-101	598	414	146
54	17192	1	1	3800	3.800	2	38+00	13.08.18	16:24:11	23	21	19	689	49	1964	1416	1017	891	780	628	505	71	169	-58%	-98	562	409	126
55	17192	1	1	3775	3.775	2	37+75	13.08.18	16:24:52	23	21	19	667	47	3257	2471	1725	1471	1236	906	668	46	169	-73%	-123	833	791	252
56	17192	1	1	3750	3.750	2	37+50	13.08.18	16:25:35	23	19	19	719	51	711	410	222	170	134	90	67	163	169	-3%	-6	296	185	23
57	17192	1	1	3725	3.725	2	37+25	13.08.18	16:26:21	23	21	19	721	51	550	330	196	157	131	95	70	201	169	19%	32	216	131	25
58	17192	1	1	3700	3.700	2	37+00	13.08.18	16:27:03	23	19	19	727	51	424	263	140	103	81	55	41	248	169	47%	79	157	120	14
59	17192	1	1	3675	3.675	2	36+75	13.08.18	16:27:47	23	21	19	722	51	560	327	188	148	123	89	65	198	169	17%	29	228	136	23
60	17192	1	1	3650	3.650	2	36+50	13.08.18	16:28:33	23	22	19	724	51	465	244	118	89	70	49	37	230	169	36%	61	216	123	12
61	17192	1	1	3625	3.625	2	36+25	13.08.18	16:29:21	23	20	19	725	51	445	270	153	118	95	66	47	238	169	41%	69	171	114	19
62	17192	1	1	3600	3.600	2	36+00	13.08.18	16:30:02	23	22	19	724	51	437	280	161	124	102	71	53	242	169	43%	73	153	116	18
63	17192	1	1	3575	3.575	2	35+75	13.08.18	16:30:45	23	21	19	718	51	490	264	127	97	78	56	44	219	169	30%	50	223	135	12
64	17192	1	1	3550	3.550	2	35+50	13.08.18	16:31:27	23	21	19	724	51	597	341	177	131	105	74	56	189	169	12%	20	250	160	18
65	17192	1	1	3525	3.525	2	35+25	13.08.18	16:32:14	23	20	19	717	51	578	389	250	200	167	121	91	192	169	14%	23	186	137	30
66	17192	1	1	3500	3.500	2	35+00	13.08.18	16:32:58	23	20	19	717	51	611	457	309	255	209	140	93	184	169	9%	15	152	146	46
67	17192	1	1	3475	3.475	2	34+75	13.08.18	16:33:42	23	19	19	720	51	424	369	301	263	227	160	102	247	169	46%	78	54	67	57
68	17192	1	1	3450	3.450	2	34+50	13.08.18	16:34:28	23	21	19	716	51	622	450	303	245	199	135	93	181	169	7%	12	170	145	41
69	17192	1	1	3425	3.425	2	34+25	13.08.18	16:35:16	23	19	19	721	51	311	266	213	184	159	120	88	316	169	87%	147	44	52	31
70	17192	1	1	3400	3.400	2	34+00	13.08.18	16:35:57	23	19	19	726	51	324	280	202	179	157	120	92	307	169	82%	138	43	76	27
71	17192	1	1	3375	3.375	2	33+75	13.08.18	16:36:47	23	20	19	725	51	270	251	204	173	154	115	85	355	169	110%	186	19	46	29

Mõõtmiste tellija: Maanteeamet

LISA 3-4 TEEKONSTRUKTSIOONI KANDEVÕIME MÕÕTMISE TULEMUSED MNT NR 17192 SIMUNA-VAIATU

Teelõik 17192_1_1_2900 - 17192_1_1_4000; km 2.900 - 4.000

Protokolli nr: FWD/ERC/004-1/2018
Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ
Mõõtja: West Coast Road Masters Oy; Juha-Matti Vainio
Mõõtesead: KUAB 50 (FWD) serial no. FV123
Mõõtmiste algus: 17192_1_1_2900; km 2.900
Mõõtmiste lõpp: 17192_1_1_4000; km 4.000

Mõõtmiskoha aadress on seotud Riikliku teeregistriga

Punkt nr	Tee nr	STEE	Teeosa	Kaugus	Km	Suund*	PK	Kuu-päev	Kella-aeg	Temperatuur, C			Rakendatud jõud		Läbivajum, mikromeetrit								Emod, MPa				SCI	BDI	BCI
										Asfalt	Kate	Õhk	Stress	Force	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Tegelik	Vajalik	Erinevus					
																								%	MPa				
72	17192	1	1	3350	3.350	2	33+50	13.08.18	16:37:30	23	19	19	726	51	305	284	256	235	215	177	142	322	169	91%	153	20	27	34	
73	17192	1	1	3325	3.325	2	33+25	13.08.18	16:38:13	23	21	19	728	51	337	290	238	208	182	138	102	298	169	77%	129	46	51	35	
74	17192	1	1	3300	3.300	2	33+00	13.08.18	16:38:55	23	19	19	729	52	237	218	186	168	153	122	96	395	169	134%	226	18	31	25	
75	17192	1	1	3275	3.275	2	32+75	13.08.18	16:39:40	23	20	19	729	52	245	221	186	165	147	111	81	385	169	128%	216	23	34	29	
76	17192	1	1	3250	3.250	2	32+50	13.08.18	16:40:22	23	22	19	719	51	767	610	486	439	392	317	248	154	169	-9%	-15	154	122	68	
77	17192	1	1	3225	3.225	2	32+25	13.08.18	16:41:06	23	21	20	717	51	884	703	533	466	411	319	246	137	169	-19%	-32	178	168	72	
78	17192	1	1	3200	3.200	2	32+00	13.08.18	16:41:49	23	21	19	710	50	1315	986	697	592	506	378	276	99	169	-41%	-70	328	288	102	
79	17192	1	1	3175	3.175	2	31+75	13.08.18	16:42:32	23	20	20	710	50	1002	738	542	471	413	317	246	123	169	-27%	-46	263	195	71	
80	17192	1	1	3150	3.150	2	31+50	13.08.18	16:43:18	23	20	19	716	51	1045	734	521	447	390	302	234	120	169	-29%	-49	307	210	67	
81	17192	1	1	3125	3.125	2	31+25	13.08.18	16:44:08	23	21	20	707	50	1103	752	545	475	414	318	241	114	169	-33%	-55	351	207	77	
82	17192	1	1	3100	3.100	2	31+00	13.08.18	16:45:04	23	20	20	711	50	1206	890	671	592	524	412	326	107	169	-37%	-62	314	218	85	
83	17192	1	1	3075	3.075	2	30+75	13.08.18	16:46:06	23	20	20	696	49	1805	1480	1124	982	846	634	468	76	169	-55%	-93	330	362	169	
84	17192	1	1	3050	3.050	2	30+50	13.08.18	16:46:48	23	20	20	708	50	1247	1008	760	671	589	469	361	103	169	-39%	-66	239	248	108	
85	17192	1	1	3025	3.025	2	30+25	13.08.18	16:47:29	23	21	20	707	50	1335	925	681	597	515	379	291	98	169	-42%	-71	410	244	88	
86	17192	1	1	3000	3.000	2	30+00	13.08.18	16:48:14	23	21	20	700	49	1536	1049	698	597	520	401	303	87	169	-49%	-82	492	355	99	
87	17192	1	1	2975	2.975	2	29+75	13.08.18	16:48:58	23	21	20	681	48	2721	1979	1387	1194	1025	779	579	54	169	-68%	-115	770	614	208	
88	17192	1	1	2950	2.950	2	29+50	13.08.18	16:49:42	23	20	20	702	50	1785	1465	1161	1052	936	764	611	77	169	-54%	-92	322	306	154	
89	17192	1	1	2925	2.925	2	29+25	13.08.18	16:50:28	23	21	20	710	50	1487	1186	930	827	730	589	469	90	169	-47%	-79	300	255	120	
90	17192	1	1	2900	2.900	2	29+00	13.08.18	16:51:20	23	20	20	697	49	1491	1140	865	781	698	561	444	89	169	-47%	-80	356	279	119	

*Märkused:

Suund 1 - registrijärgne

Suund 2 - vastupidine registrile

Keskmine:	166	169	294	221	68
Min:	46		44	52	12
Max:	395		833	791	252

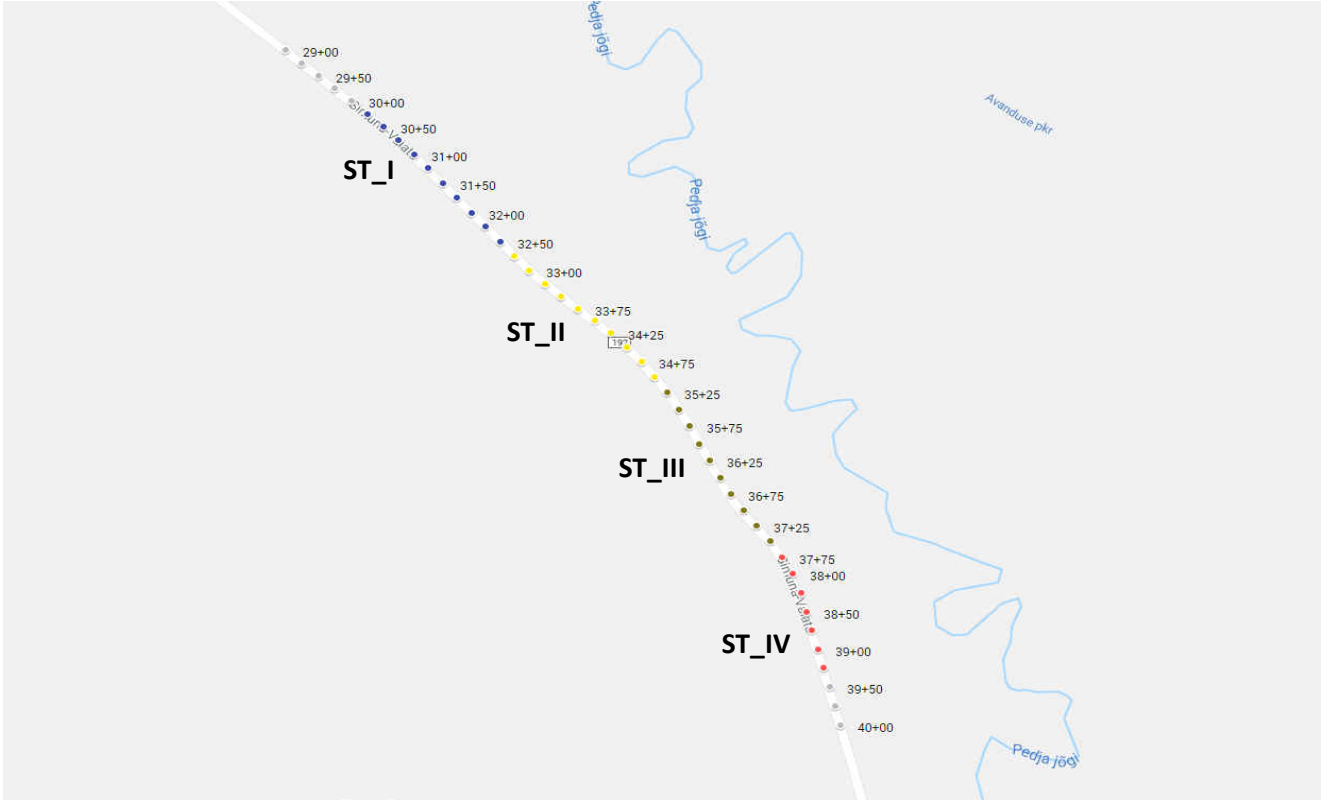
LISA 3-4 TEEKONSTRUKTSIOONI KANDEVÕIME MÕÕTMISE TULEMUSED MNT NR 17192 SIMUNA-VAIATU

Teelõik 17192_1_1_2900 - 17192_1_1_4000; km 2.900 - 4.000

Protokoll nr: FWD/ERC/004-1/2018
 Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ
 Mõõtja: West Coast Road Masters Oy; Juha-Matti Vainio
 Mõõtesead: KUAB 50 (FWD) serial no. FV123
 Mõõtmiste algus: 17192_1_1_2900; km 2.900
 Mõõtmiste lõpp: 17192_1_1_4000; km 4.000

Mõõtmiskoha aadress on seotud Riikliku teeregistriga

Punkt nr	Tee nr	STEE	Teeosa	Kaugus	Km	Suund*	PK	Kuu-päev	Kella-aeg	Temperatuur, C			Rakendatud jõud		Läbivajum, mikromeetrit							Emod, MPa				SCI	BDI	BCI
										Asfalt	Kate	Õhk	Stress	Force	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Tegelik	Vajalik	Erinevus				
																								%	MPa			



LISA 4. TEEKATTE DEFECTIDE INVENTEERIMISE TULEMUSED

LISA 4-1 Teekatte defektide inventeerimise tulemused maanteel nr 13109 Narva-Auvere

Teelõik 13109_1_2_7846 - 13109_1_2_9498 km 14.461 - 16.121

Protokoll nr: DEF/ERC/001-1/2018

Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ

Defektid inventeeris: Tiit Kaal

Inventeerimise alguspunkt: 13109_1_2_7846; km 14.461, katte vuuk

Inventeerimise lõpp-punkt: 13109_1_2_9498; km 16.121, katte vuuk

Inventeeritud teelõigu pikkus: 1652 m

Mõõtmised on seotud Riikliku teeregistriga

Mnt nr	STEE	TO	Kaugus	PK	Km	Kpv	Defektid							katte paikamine, m2	Märkused	Foto
							põik- pragu, tk	kitsas pikipragu, m	kitsas vuugipragu, m	võrkpragu, m2	auk, tk	murene- mine, m2	serv, m			
13109	1	2	7846	16+93	14.469	14.08.18									katselõigu piir	
13109	1	2	7849	16+90	14.472	14.08.18								15		13109-2-14457
13109	1	2	7885	16+54	14.508	14.08.18				2						13109-2-14510
13109	1	2	7900	16+39	14.523	14.08.18	1								pikkus 9 m	13109-2-14521
13109	1	2	7928	16+11	14.551	14.08.18			2							13109-2-14549
13109	1	2	7935	16+04	14.558	14.08.18	1								pikkus 1 m	13109-2-14560
13109	1	2	7944	15+95	14.567	14.08.18							3			13109-2-14568
13109	1	2	7948	15+91	14.571	14.08.18				1					puuraugu ümbrus	13109-2-14577
13109	1	2	7954	15+85	14.577	14.08.18	1								pikkus 9 m	13109-2-14579
13109	1	2	7966	15+73	14.589	14.08.18	1								pikkus 4 m	13109-2-14588
13109	1	2	7968	15+71	14.591	14.08.18							14			13109-2-14595
13109	1	2	8026	15+13	14.649	14.08.18	1								pikkus 9 m	13109-2-14651
13109	1	2	8029	15+10	14.652	14.08.18						1				13109-2-14655
13109	1	2	8124	14+15	14.747	14.08.18	1								pikkus 9 m	13109-2-14749
13109	1	2	8170	13+69	14.793	14.08.18	1								pikkus 1 m	13109-2-14791
13109	1	2	8172	13+67	14.795	14.08.18								45		13109-2-14800
13109	1	2	8214	13+25	14.837	14.08.18								21		13109-2-14831
13109	1	2	8260	12+79	14.883	14.08.18	1								pikkus 9 m	13109-2-14884
13109	1	2	8271	12+68	14.894	14.08.18								39		13109-2-14907
13109	1	2	8289	12+50	14.912	14.08.18								25		13109-2-14913
13109	1	2	8289	12+50	14.912	14.08.18	1								pikkus 9 m	13109-2-14906
13109	1	2	8313	12+26	14.936	14.08.18						1				13109-2-14933
13109	1	2	8315	12+24	14.938	14.08.18						1				13109-2-14935
13109	1	2	8319	12+20	14.942	14.08.18				1						13109-2-14939
13109	1	2	8396	11+43	15.019	14.08.18		8								13109-2-15018
13109	1	2	8400	11+39	15.023	14.08.18				10						13109-2-15026
13109	1	2	8415	11+24	15.038	14.08.18				3						13109-2-15037
13109	1	2	8452	10+87	15.075	14.08.18				2						13109-2-15079
13109	1	2	8460	10+79	15.083	14.08.18				1						13109-2-15085

LISA 4-1 Teekatte defektide inventeerimise tulemused maanteel nr 13109 Narva-Auvere

Teelõik 13109_1_2_7846 - 13109_1_2_9498 km 14.461 - 16.121

Protokoll nr: DEF/ERC/001-1/2018

Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ

Defektid inventeeris: Tiit Kaal

Inventeerimise alguspunkt: 13109_1_2_7846; km 14.461, katte vuuk

Inventeerimise lõpp-punkt: 13109_1_2_9498; km 16.121, katte vuuk

Inventeeritud teelõigu pikkus: 1652 m

Mõõtmised on seotud Riikliku teeregistriga

Mnt nr	STEE	TO	Kaugus	PK	Km	Kpv	Defektid							katte paikamine, m2	Märkused	Foto
							põik-pragu, tk	kitsas pikipragu, m	kitsas vuugipragu, m	võrkpragu, m2	auk, tk	murene-mine, m2	serv, m			
13109	1	2	8471	10+68	15.094	14.08.18								39		13109-2-15107
13109	1	2	8476	10+63	15.099	14.08.18				3						13109-2-15103
13109	1	2	8480	10+59	15.103	14.08.18				2						13109-2-15105
13109	1	2	8589	9+50	15.212	14.08.18										
13109	1	2	8591	9+48	15.214	14.08.18	1								pikkus 9 m	13109-2-15204
13109	1	2	8595	9+44	15.218	14.08.18								63		13109-2-15204
13109	1	2	8621	9+18	15.244	14.08.18								10		13109-2-15249
13109	1	2	8638	9+01	15.261	14.08.18								24		13109-2-15272
13109	1	2	8641	8+98	15.264	14.08.18	1								pikkus 9 m	13109-2-15266
13109	1	2	8667	8+72	15.290	14.08.18	1								pikkus 9 m	13109-2-15289
13109	1	2	8698	8+41	15.321	14.08.18	1								pikkus 9 m	13109-2-15322
13109	1	2	8719	8+20	15.342	14.08.18	1								pikkus 9 m	13109-2-15345
13109	1	2	8779	7+60	15.402	14.08.18	1							47	pikkus 5 m	13109-2-15404
13109	1	2	8795	7+44	15.418	14.08.18	1							48	pikkus 6 m	13109-2-15418
13109	1	2	8837	7+02	15.460	14.08.18	1							126	pikkus 9 m	13109-2-15459
13109	1	2	8855	6+84	15.478	14.08.18	1							54	pikkus 9 m	13109-2-15477
13109	1	2	8875	6+64	15.498	14.08.18		1						60	paigatud	13109-2-15498
13109	1	2	8881	6+58	15.504	14.08.18			17					18	paigatud	13109-2-15504
13109	1	2	8909	6+30	15.532	14.08.18	1							87	pikkus 4 m	13109-2-15530
13109	1	2	8925	6+14	15.548	14.08.18	1							48	pikkus 9 m	13109-2-15548
13109	1	2	8936	6+03	15.559	14.08.18			3					33	paigatud	
13109	1	2	8945	5+94	15.568	14.08.18	1							27	pikkus 9 m	13109-2-15566
13109	1	2	8964	5+75	15.587	14.08.18	1							57	pikkus 3 m	13109-2-15587
13109	1	2	8975	5+64	15.598	14.08.18	1							33	pikkus 4 m	13109-2-15598
13109	1	2	8987	5+52	15.610	14.08.18	1							36	pikkus 9 m, paigatud	13109-2-15608
13109	1	2	9012	5+27	15.635	14.08.18	1							75	pikkus 9 m, paigatud	13109-2-15633
13109	1	2	9016	5+23	15.639	14.08.18	1		3					12	pikkus 9 m, paigatud	13109-2-15637
13109	1	2	9033	5+06	15.656	14.08.18								51	lapi servas pragu 270 m	13109-2-15662
13109	1	2	9052	4+87	15.675	14.08.18	1								pikkus 7 m, paigatud	13109-2-15673

LISA 4-1 Teekatte defektide inventeerimise tulemused maanteel nr 13109 Narva-Auvere

Teelõik 13109_1_2_7846 - 13109_1_2_9498 km 14.461 - 16.121

Protokoll nr: DEF/ERC/001-1/2018

Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ

Defektid inventeeris: Tiit Kaal

Inventeerimise alguspunkt: 13109_1_2_7846; km 14.461, katte vuuk

Inventeerimise lõpp-punkt: 13109_1_2_9498; km 16.121, katte vuuk

Inventeeritud teelõigu pikkus: 1652 m

Mõõtmised on seotud Riikliku teeregistriga

Mnt nr	STEE	TO	Kaugus	PK	Km	Kpv	Defektid							katte paikamine, m2	Märkused	Foto
							põik- pragu, tk	kitsas pikipragu, m	kitsas vuugipragu, m	võrkpragu, m2	auk, tk	murene- mine, m2	serv, m			
13109	1	2	9072	4+67	15.695	14.08.18	1								pikkus 9 m, paigatud	13109-2-15696
13109	1	2	9091	4+48	15.714	14.08.18								12		13109-2-15708
13109	1	2	9112	4+27	15.735	14.08.18			3						paigatud	13109-2-15734
13109	1	2	9122	4+17	15.745	14.08.18	1								pikkus 9 m, paigatud	13109-2-15739
13109	1	2	9141	3+98	15.764	14.08.18			3						paigatud	13109-2-15763
13109	1	2	9148	3+91	15.771	14.08.18		1							paigatud	13109-2-15770
13109	1	2	9158	3+81	15.781	14.08.18									puurauk	13109-2-15774
13109	1	2	9159	3+80	15.782	14.08.18	1								pikkus 9 m, paigatud	13109-2-15775
13109	1	2	9171	3+68	15.794	14.08.18								18		13109-2-15778
13109	1	2	9212	3+27	15.835	14.08.18	1								pikkus 9 m, paigatud	13109-2-15832
13109	1	2	9261	2+78	15.884	14.08.18	1								pikkus 9 m, paigatud	13109-2-15879
13109	1	2	9266	2+73	15.889	14.08.18			5						paigatud	13109-2-15885
13109	1	2	9285	2+54	15.908	14.08.18	1								pikkus 4 m, paigatud	13109-2-15906
13109	1	2	9285	2+54	15.908	14.08.18								14		13109-2-15912
13109	1	2	9291	2+48	15.914	14.08.18	1								pikkus 5 m, paigatud	13109-2-15915
13109	1	2	9292	2+47	15.915	14.08.18								1		13109-2-15915
13109	1	2	9309	2+30	15.932	14.08.18	1								pikkus 9 m, paigatud	13109-2-15919
13109	1	2	9341	1+98	15.964	14.08.18		1								13109-2-15962
13109	1	2	9351	1+88	15.974	14.08.18	1								pikkus 9 m, paigatud	13109-2-15968
13109	1	2	9381	1+58	16.004	14.08.18	1								pikkus 9 m, paigatud	13109-2-15998
13109	1	2	9406	1+33	16.029	14.08.18			20						paigatud	13109-2-16026
13109	1	2	9435	1+04	16.058	14.08.18	1								pikkus 9 m, paigatud	13109-2-16054
13109	1	2	9447	0+95	16.070	14.08.18								4		13109-2-16061
13109	1	2	9471	0+68	16.094	14.08.18	1								pikkus 9 m, paigatud	13109-2-16085
13109	1	2	9492	0+47	16.115	14.08.18								25		13109-2-16115
13109	1	2	9495	0+44	16.118	14.08.18	1								pikkus 2 m, paigatud	13109-2-16119
13109	1	2	9498	0+41	16.121	14.08.18									katselõigu piir	13109-2-16122

Kokku defekte: 40 11 56 25 0 3 17 1165
Kokku defekte lõikudel A, B, C, D, E: 33 11 56 24 0 0 3 995

LISA 4-2 Teekatte defektide inventeerimise tulemused maanteel nr 17192 Simuna-Vaiatu

Teelõik 17192_1_1_3020 - 17192_1_1_3920 km 3.020 - 3.920

Protokoll nr: DEF/ERC/002/2018
Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ
Defektid inventeeris: Tiit Kaal
Inventeerimise alguspunkt: 17192_1_1_3020; km 3.020, katte vuuk
Inventeerimise lõpp-punkt: 17192_1_1_3920; km 3.920, katte vuuk
Inventeeritud teelõigu pikkus: 900 m

Mõõtmised on seotud Riikliku teeregistriga

Mnt nr	STEE	TO	Kaugus	PK	Km	Kpv	Defektid							katte paikamine, m2	Märkused	Foto
							põik-pragu, tk	kitsas pikipragu, m	lai pikipragu, m	võrkpragu, m2	auk, tk	murenemine, m2	serv, m			
17192	1	1	3020	30+20	3.020	14.08.18									katselõigu piir	
17192	1	1	3107	31+07	3.107	14.08.18		33								17192-1-3113
17192	1	1	3261	32+61	3.261	14.08.18										
17192	1	1	3510	35+10	3.510	14.08.18										
17192	1	1	3758	37+58	3.758	14.08.18			3							17192-1-3772
17192	1	1	3761	37+61	3.761	14.08.18		15								17192-1-3772
17192	1	1	3920	39+20	3.920	14.08.18									katselõigu piir	
Kokku defekte:							0	48	3	0	0	0	0	0		

LISA 4-3 Teekatte defektide fotod



13109-2-14457 - 2018.08.14.14.35.31



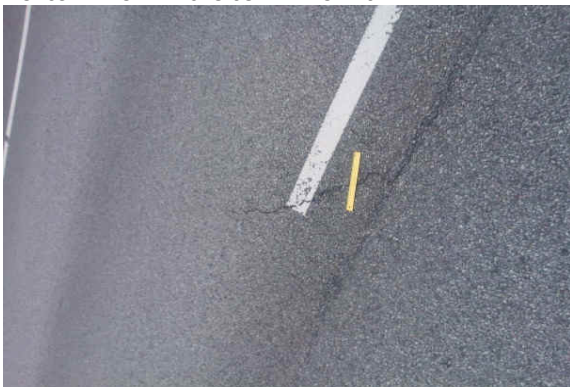
13109-2-14510 - 2018.08.14.14.32.55



13109-2-14521 - 2018.08.14.14.32.26



13109-2-14549 - 2018.08.14.14.31.16



13109-2-14560 - 2018.08.14.14.29.54



13109-2-14568 - 2018.08.14.14.29.28

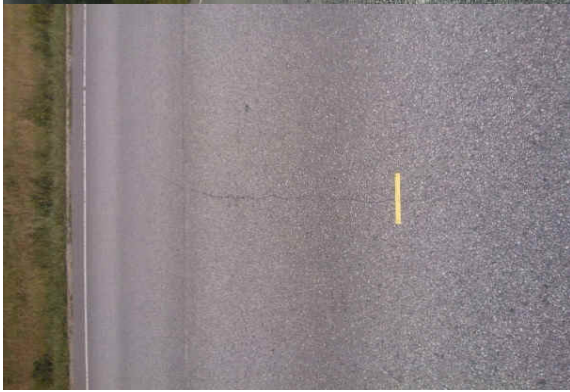


13109-2-14577 - 2018.08.14.14.28.04



13109-2-14579 - 2018.08.14.14.27.38

LISA 4-3 Teekatte defektide fotod



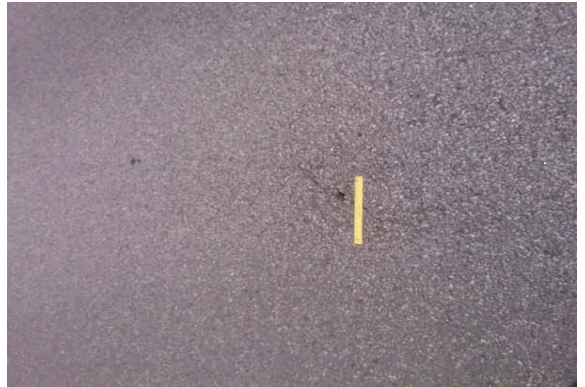
13109-2-14588 - 2018.08.14.14.25.14



13109-2-14595 - 2018.08.14.14.25.48



13109-2-14651 - 2018.08.14.14.22.49



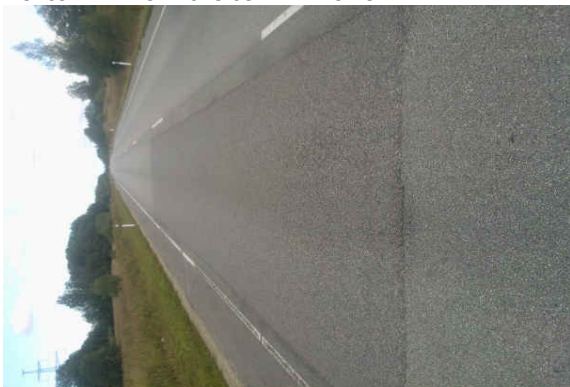
13109-2-14655 - 2018.08.14.14.21.42



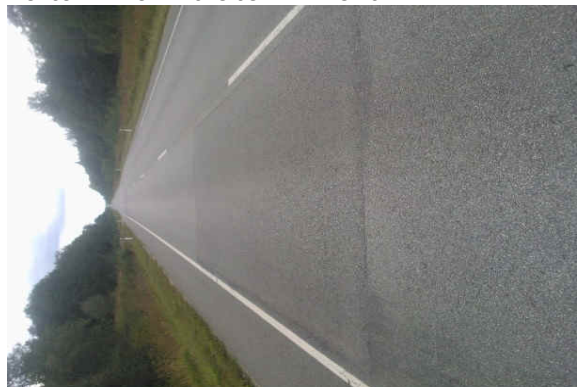
13109-2-14749 - 2018.08.14.14.19.43



13109-2-14791 - 2018.08.14.14.18.26



13109-2-14800 - 2018.08.14.14.17.25



13109-2-14831 - 2018.08.14.14.16.16

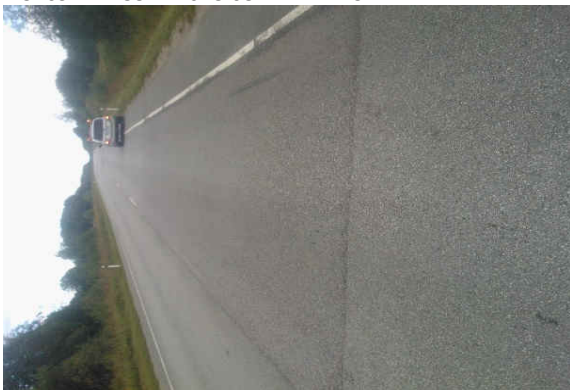
LISA 4-3 Teekatte defektide fotod



13109-2-14884 - 2018.08.14.14.14.31



13109-2-14906 - 2018.08.14.14.13.32



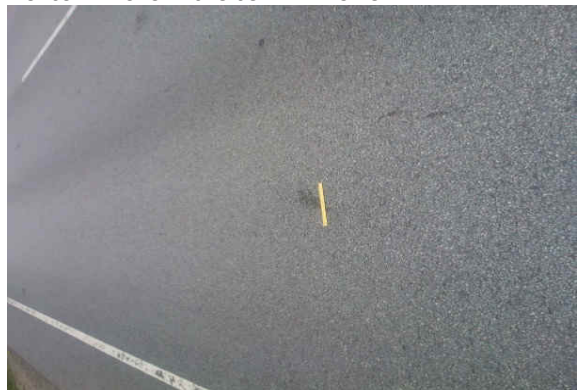
13109-2-14907 - 2018.08.14.14.14.04



13109-2-14913 - 2018.08.14.14.13.48



13109-2-14933 - 2018.08.14.14.10.50



13109-2-14935 - 2018.08.14.14.10.30



13109-2-14939 - 2018.08.14.14.10.08



13109-2-15018 - 2018.08.14.14.07.41

LISA 4-3 Teekatte defektide fotod



13109-2-15026 - 2018.08.14.14.06.25



13109-2-15037 - 2018.08.14.14.05.29



13109-2-15079 - 2018.08.14.14.03.33



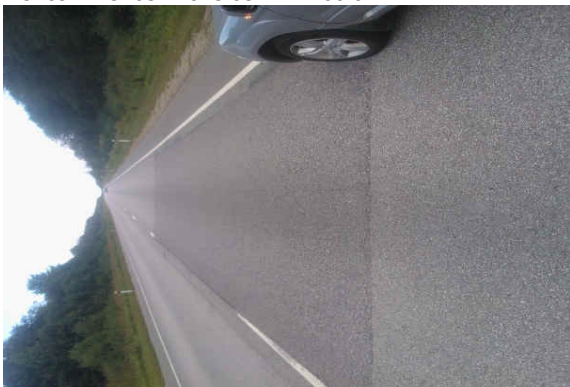
13109-2-15085 - 2018.08.14.14.03.15



13109-2-15103 - 2018.08.14.14.00.04



13109-2-15105 - 2018.08.14.14.00.31



13109-2-15107 - 2018.08.14.14.00.55



13109-2-15204 - 2018.08.14.13.56.55

LISA 4-3 Teekatte defektide fotod



13109-2-15204 - 2018.08.14.13.57.21



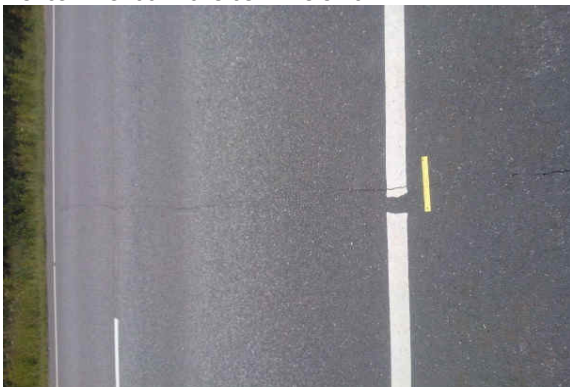
13109-2-15249 - 2018.08.14.13.54.48



13109-2-15266 - 2018.08.14.13.54.01



13109-2-15272 - 2018.08.14.13.54.23



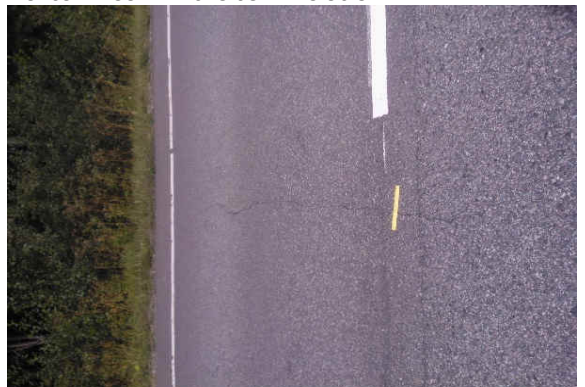
13109-2-15289 - 2018.08.14.13.51.48



13109-2-15322 - 2018.08.14.13.50.32

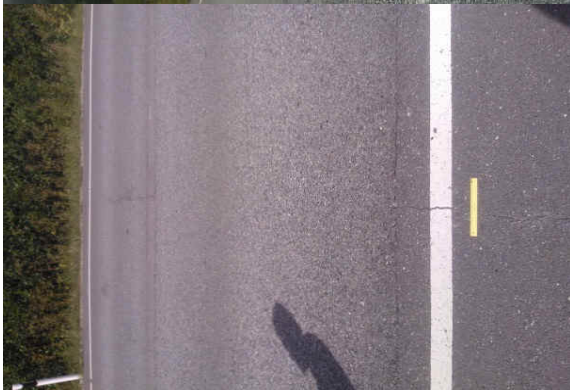


13109-2-15345 - 2018.08.14.13.49.23



13109-2-15404 - 2018.08.14.13.46.59

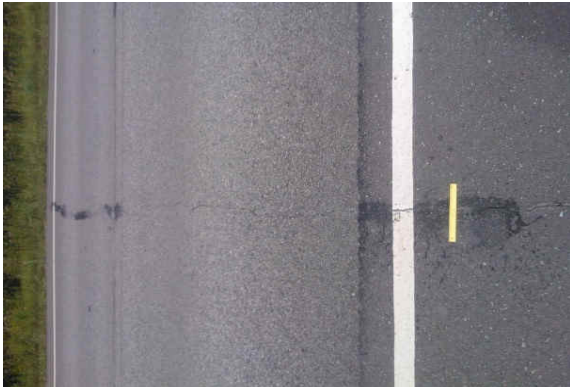
LISA 4-3 Teekatte defektide fotod



13109-2-15418 - 2018.08.14.13.45.55



13109-2-15459 - 2018.08.14.13.44.28



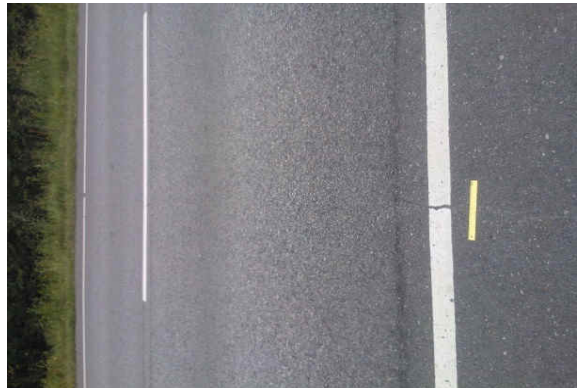
13109-2-15477 - 2018.08.14.13.42.17



13109-2-15498 - 2018.08.14.13.41.46



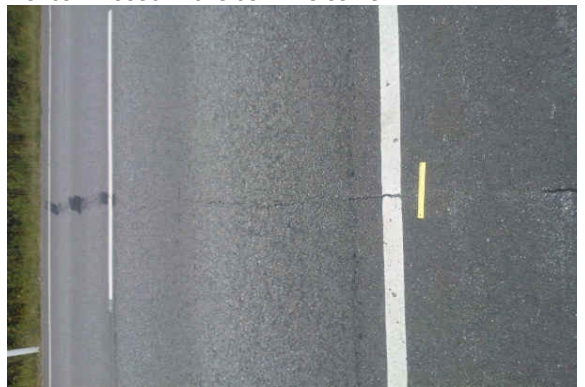
13109-2-15504 - 2018.08.14.13.41.29



13109-2-15530 - 2018.08.14.13.39.18



13109-2-15548 - 2018.08.14.13.37.52



13109-2-15566 - 2018.08.14.13.36.08

LISA 4-3 Teekatte defektide fotod



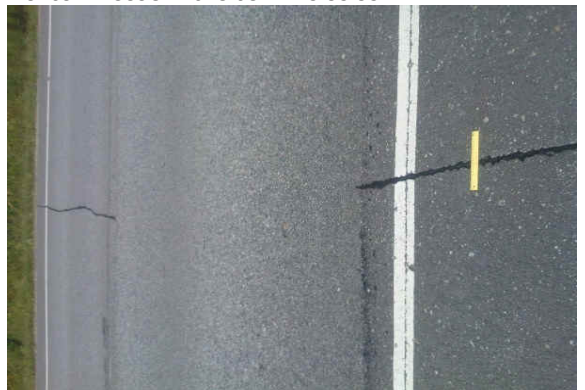
13109-2-15587 - 2018.08.14.13.35.00



13109-2-15598 - 2018.08.14.13.33.55



13109-2-15608 - 2018.08.14.13.32.20



13109-2-15633 - 2018.08.14.13.30.07



13109-2-15637 - 2018.08.14.13.30.36



13109-2-15662 - 2018.08.14.13.28.59



13109-2-15673 - 2018.08.14.13.27.16



13109-2-15696 - 2018.08.14.13.26.11

LISA 4-3 Teekatte defektide fotod



13109-2-15708 - 2018.08.14.13.25.52



13109-2-15734 - 2018.08.14.13.23.50



13109-2-15739 - 2018.08.14.13.23.27



13109-2-15763 - 2018.08.14.13.21.41



13109-2-15770 - 2018.08.14.13.21.24



13109-2-15774 - 2018.08.14.13.21.00



13109-2-15775 - 2018.08.14.13.20.41



13109-2-15778 - 2018.08.14.13.20.20

LISA 4-3 Teekatte defektide fotod



13109-2-15832 - 2018.08.14.13.18.28



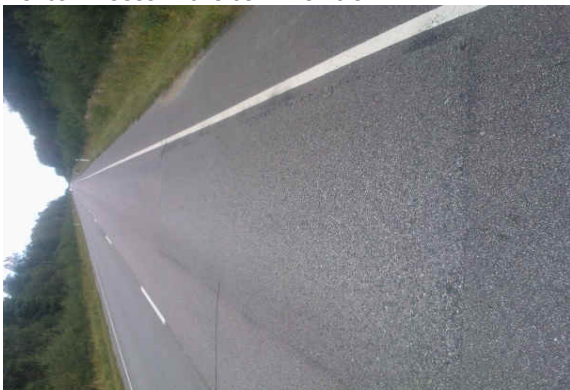
13109-2-15879 - 2018.08.14.13.16.57



13109-2-15885 - 2018.08.14.13.16.37



13109-2-15906 - 2018.08.14.13.13.42



13109-2-15912 - 2018.08.14.13.13.20



13109-2-15915 - 2018.08.14.13.12.42

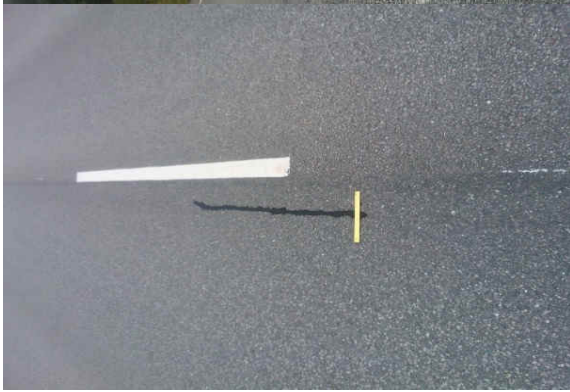


13109-2-15915 - 2018.08.14.13.13.01



13109-2-15919 - 2018.08.14.13.12.09

LISA 4-3 Teekatte defektide fotod



13109-2-15962 - 2018.08.14.13.10.14



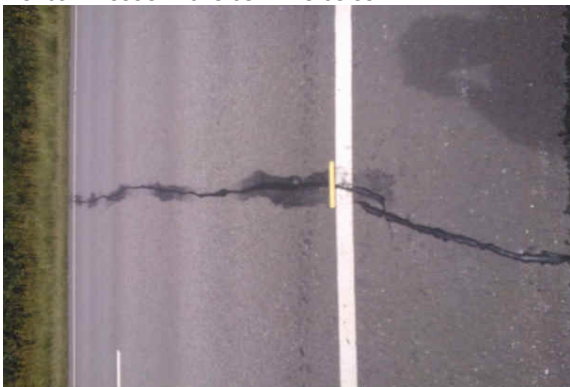
13109-2-15968 - 2018.08.14.13.09.41



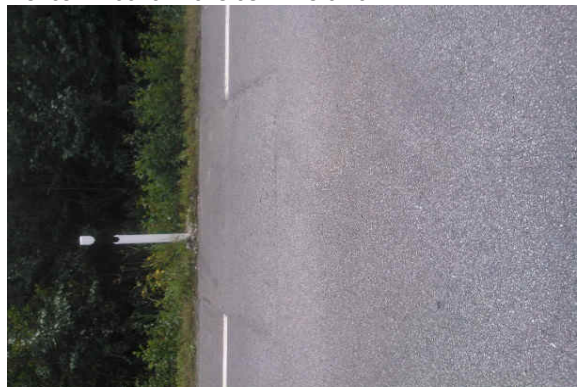
13109-2-15998 - 2018.08.14.13.08.35



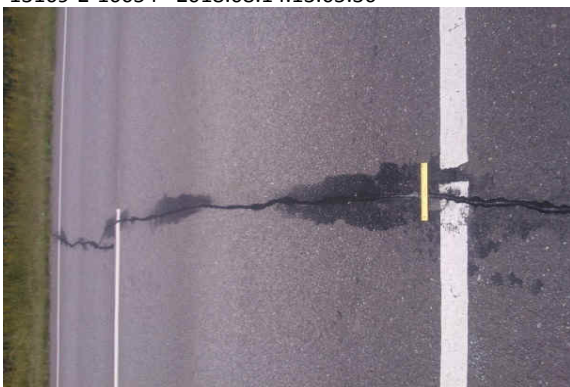
13109-2-16026 - 2018.08.14.13.07.02



13109-2-16054 - 2018.08.14.13.05.36



13109-2-16061 - 2018.08.14.13.05.18

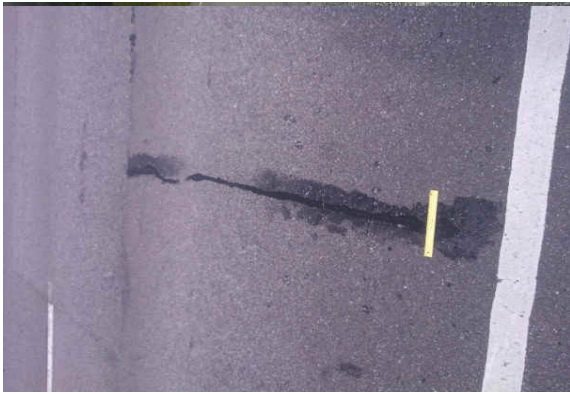


13109-2-16085 - 2018.08.14.13.02.22



13109-2-16115 - 2018.08.14.12.56.15

LISA 4-3 Teekatte defektide fotod



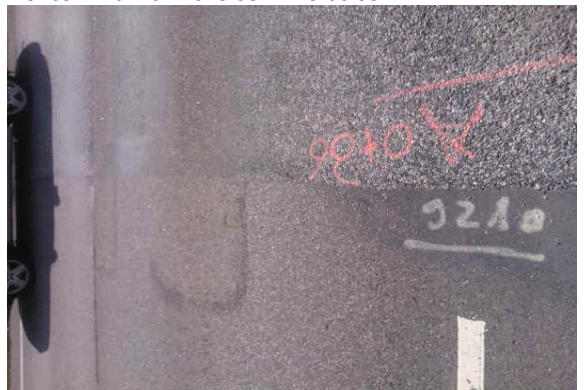
13109-2-16119 - 2018.08.14.12.59.17



13109-2-16120 - 2018.08.14.13.00.35



13109-2-16122 - 2018.08.14.12.55.47



13109-2-16126 - 2018.08.14.12.54.52



17192-1-3113 - 2018.08.14.16.30.00



17192-1-3113 - 2018.08.14.16.30.33



17192-1-3762 - 2018.08.14.16.39.30



17192-1-3772 - 2018.08.14.16.39.56

LISA 5. TEEKATTE ROOPA SÜGAVUSE MÕÕTMISTULEMUSED

LISA 5-1 Teekatte roopa sügavuse mõõtmine maanteel nr 13109 Narva-Auvere

Teelõik 13109_1_2_7700 - 13109_1_2_9700, km 14.323 - 16.323

Protokoll nr: RBS/ERC/001-1/2018

Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ

Mõõtis: Destia Oy

Mõõtmiseks kasutatud seade: Greenwood Profilograph

Mõõtmisamm: 20m

Mõõtmiste alguspunkt: 13109_1_2_7700; km 14.323

Mõõtmiste lõpp-punkt: 13109_1_2_9700; km 16.323

Mõõdetud suund: suund 1

Mõõdetud teelõigu pikkus: 2000 m

Mõõtmised on seotud Riikliku teeregistriga

Mnt nr	STEE	TO	Suund	A_kaugus	L_kaugus	PK	Alg_km	Lõpp_km	Kpv	RBS, mm				Roopa pindala, m2	Roopa maht, m3	Roopa laius, mm
										vasak	parem	max	hari			
13109	1	2	1	7700	7720	18+41	14.323	14.343	7.08.18	2.7	7.4	7.4	7.5	0.006	0.115	1436
13109	1	2	1	7720	7740	18+21	14.343	14.363	7.08.18	1.5	4.6	4.6	7.2	0.003	0.052	1339
13109	1	2	1	7740	7760	18+01	14.363	14.383	7.08.18	2.7	6.3	6.3	8.5	0.005	0.095	1310
13109	1	2	1	7760	7780	17+81	14.383	14.403	7.08.18	2.8	6.7	6.7	6.4	0.006	0.112	1296
13109	1	2	1	7780	7800	17+61	14.403	14.423	7.08.18	2.0	7.7	7.7	6.8	0.006	0.125	1305
13109	1	2	1	7800	7820	17+41	14.423	14.443	7.08.18	5.2	5.9	7.0	3.7	0.009	0.179	1283
13109	1	2	1	7820	7840	17+21	14.443	14.463	7.08.18	3.2	5.5	5.5	3.0	0.004	0.087	1123
13109	1	2	1	7840	7860	17+01	14.463	14.483	7.08.18	4.0	4.7	6.0	4.6	0.007	0.145	1417
13109	1	2	1	7860	7880	16+81	14.483	14.503	7.08.18	3.0	4.0	4.1	5.1	0.005	0.101	1492
13109	1	2	1	7880	7900	16+61	14.503	14.523	7.08.18	2.7	4.0	4.0	4.8	0.005	0.103	1681
13109	1	2	1	7900	7920	16+41	14.523	14.543	7.08.18	2.1	3.7	3.7	3.8	0.005	0.097	1594
13109	1	2	1	7920	7940	16+21	14.543	14.563	7.08.18	2.7	4.2	4.2	4.5	0.006	0.119	1656
13109	1	2	1	7940	7960	16+01	14.563	14.583	7.08.18	2.7	4.3	4.3	4.3	0.006	0.110	1888
13109	1	2	1	7960	7980	15+81	14.583	14.603	7.08.18	2.4	4.4	4.5	4.0	0.005	0.105	1793
13109	1	2	1	7980	8000	15+61	14.603	14.623	7.08.18	2.0	3.6	3.6	3.0	0.004	0.084	1763
13109	1	2	1	8000	8020	15+41	14.623	14.643	7.08.18	2.0	4.0	4.0	3.1	0.005	0.094	1825
13109	1	2	1	8020	8040	15+21	14.643	14.663	7.08.18	2.5	4.7	4.7	3.8	0.005	0.106	1762
13109	1	2	1	8040	8060	15+01	14.663	14.683	7.08.18	2.5	4.0	4.1	3.9	0.005	0.106	1775
13109	1	2	1	8060	8080	14+81	14.683	14.703	7.08.18	2.0	4.1	4.1	3.5	0.005	0.096	1813
13109	1	2	1	8080	8100	14+61	14.703	14.723	7.08.18	3.1	3.2	3.6	3.3	0.005	0.091	1823
13109	1	2	1	8100	8120	14+41	14.723	14.743	7.08.18	3.1	2.3	3.2	2.9	0.004	0.073	1857
13109	1	2	1	8120	8140	14+21	14.743	14.763	7.08.18	2.1	1.8	2.3	2.5	0.003	0.049	1866
13109	1	2	1	8140	8160	14+01	14.763	14.783	7.08.18	2.0	1.4	2.1	2.8	0.002	0.035	1863
13109	1	2	1	8160	8180	13+81	14.783	14.803	7.08.18	2.0	1.8	2.4	2.7	0.002	0.047	1585
13109	1	2	1	8180	8200	13+61	14.803	14.823	7.08.18	2.1	1.9	2.3	3.4	0.003	0.052	1673
13109	1	2	1	8200	8220	13+41	14.823	14.843	7.08.18	1.9	2.8	2.8	3.9	0.003	0.060	1836

LISA 5-1 Teekatte roopa sügavuse mõõtmine maanteel nr 13109 Narva-Auvere

Teelõik 13109_1_2_7700 - 13109_1_2_9700, km 14.323 - 16.323

Protokoll nr: RBS/ERC/001-1/2018

Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ

Mõõtis: Destia Oy

Mõõtmiseks kasutatud seade: Greenwood Profilograph

Mõõtmisamm: 20m

Mõõtmiste alguspunkt: 13109_1_2_7700; km 14.323

Mõõtmiste lõpp-punkt: 13109_1_2_9700; km 16.323

Mõõdetud suund: suund 1

Mõõdetud teelõigu pikkus: 2000 m

Mõõtmised on seotud Riikliku teeregistriga

Mnt nr	STEE	TO	Suund	A_kaugus	L_kaugus	PK	Alg_km	Lõpp_km	Kpv	RBS, mm				Roopa pindala, m2	Roopa maht, m3	Roopa laius, mm
										vasak	parem	max	hari			
13109	1	2	1	8220	8240	13+21	14.843	14.863	7.08.18	1.9	3.7	3.7	4.0	0.004	0.073	1725
13109	1	2	1	8240	8260	13+01	14.863	14.883	7.08.18	1.7	4.2	4.2	3.2	0.004	0.083	1673
13109	1	2	1	8260	8280	12+81	14.883	14.903	7.08.18	3.8	3.5	4.3	3.2	0.006	0.127	1893
13109	1	2	1	8280	8300	12+61	14.903	14.923	7.08.18	3.1	2.4	3.5	2.7	0.004	0.087	1869
13109	1	2	1	8300	8320	12+41	14.923	14.943	7.08.18	1.6	3.4	3.4	2.0	0.004	0.079	1731
13109	1	2	1	8320	8340	12+21	14.943	14.963	7.08.18	2.5	3.2	3.4	2.8	0.004	0.082	1774
13109	1	2	1	8340	8360	12+01	14.963	14.983	7.08.18	2.7	3.4	3.4	3.3	0.004	0.082	1781
13109	1	2	1	8360	8380	11+81	14.983	15.003	7.08.18	2.7	3.4	3.4	3.4	0.004	0.082	1712
13109	1	2	1	8380	8400	11+61	15.003	15.023	7.08.18	3.2	4.1	4.1	4.0	0.005	0.108	1725
13109	1	2	1	8400	8420	11+41	15.023	15.043	7.08.18	3.8	5.0	5.1	4.8	0.006	0.128	1900
13109	1	2	1	8420	8440	11+21	15.043	15.063	7.08.18	3.0	4.1	4.1	4.3	0.005	0.099	1756
13109	1	2	1	8440	8460	11+01	15.063	15.083	7.08.18	3.1	3.4	3.6	4.3	0.005	0.097	1794
13109	1	2	1	8460	8480	10+81	15.083	15.103	7.08.18	3.6	2.7	3.8	4.8	0.005	0.092	1584
13109	1	2	1	8480	8500	10+61	15.103	15.123	7.08.18	3.9	2.9	3.9	5.1	0.005	0.092	1693
13109	1	2	1	8500	8520	10+41	15.123	15.143	7.08.18	4.2	2.2	4.2	3.3	0.005	0.092	1396
13109	1	2	1	8520	8540	10+21	15.143	15.163	7.08.18	5.4	2.8	5.5	3.4	0.007	0.145	1562
13109	1	2	1	8540	8560	10+01	15.163	15.183	7.08.18	3.1	3.4	3.6	3.8	0.004	0.088	1729
13109	1	2	1	8560	8580	9+81	15.183	15.203	7.08.18	2.5	3.8	3.9	3.9	0.004	0.089	1768
13109	1	2	1	8580	8600	9+61	15.203	15.223	7.08.18	2.8	4.1	4.3	4.9	0.005	0.100	1744
13109	1	2	1	8600	8620	9+41	15.223	15.243	7.08.18	2.6	2.6	3.0	3.8	0.003	0.067	1549
13109	1	2	1	8620	8640	9+21	15.243	15.263	7.08.18	2.9	2.0	3.0	5.1	0.004	0.070	1727
13109	1	2	1	8640	8660	9+01	15.263	15.283	7.08.18	2.7	1.3	2.7	5.2	0.002	0.047	1761
13109	1	2	1	8660	8680	8+81	15.283	15.303	7.08.18	2.4	2.1	2.7	4.6	0.002	0.047	1527
13109	1	2	1	8680	8700	8+61	15.303	15.323	7.08.18	4.9	2.8	4.9	6.6	0.005	0.094	1453
13109	1	2	1	8700	8720	8+41	15.323	15.343	7.08.18	4.5	1.3	4.5	5.1	0.004	0.072	1485
13109	1	2	1	8720	8740	8+21	15.343	15.363	7.08.18	3.6	1.2	3.6	3.0	0.003	0.056	1456

LISA 5-1 Teekatte roopa sügavuse mõõtmine maanteel nr 13109 Narva-Auvere

Teelõik 13109_1_2_7700 - 13109_1_2_9700, km 14.323 - 16.323

Protokoll nr: RBS/ERC/001-1/2018

Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ

Mõõtis: Destia Oy

Mõõtmiseks kasutatud seade: Greenwood Profilograph

Mõõtmisamm: 20m

Mõõtmiste alguspunkt: 13109_1_2_7700; km 14.323

Mõõtmiste lõpp-punkt: 13109_1_2_9700; km 16.323

Mõõdetud suund: suund 1

Mõõdetud teelõigu pikkus: 2000 m

Mõõtmised on seotud Riikliku teeregistriga

Mnt nr	STEE	TO	Suund	A_kaugus	L_kaugus	PK	Alg_km	Lõpp_km	Kpv	RBS, mm				Roopa pindala, m2	Roopa maht, m3	Roopa laius, mm
										vasak	parem	max	hari			
13109	1	2	1	8740	8760	8+01	15.363	15.383	7.08.18	4.3	1.5	4.3	5.0	0.004	0.072	1550
13109	1	2	1	8760	8780	7+81	15.383	15.403	7.08.18	3.9	1.8	4.0	4.3	0.004	0.071	1770
13109	1	2	1	8780	8800	7+61	15.403	15.423	7.08.18	7.1	2.8	7.1	8.7	0.007	0.137	1821
13109	1	2	1	8800	8820	7+41	15.423	15.443	7.08.18	2.9	2.4	3.2	3.9	0.003	0.063	1543
13109	1	2	1	8820	8840	7+21	15.443	15.463	7.08.18	2.3	1.9	2.4	3.2	0.002	0.045	1494
13109	1	2	1	8840	8860	7+01	15.463	15.483	7.08.18	3.0	2.2	3.0	4.6	0.004	0.075	1481
13109	1	2	1	8860	8880	6+81	15.483	15.503	7.08.18	2.4	2.7	2.9	4.6	0.004	0.073	1404
13109	1	2	1	8880	8900	6+61	15.503	15.523	7.08.18	3.0	2.5	3.2	4.2	0.004	0.083	1566
13109	1	2	1	8900	8920	6+41	15.523	15.543	7.08.18	3.3	2.5	3.3	3.7	0.004	0.085	1518
13109	1	2	1	8920	8940	6+21	15.543	15.563	7.08.18	3.3	2.7	3.4	3.7	0.004	0.085	1506
13109	1	2	1	8940	8960	6+01	15.563	15.583	7.08.18	3.3	2.9	3.5	4.3	0.004	0.082	1494
13109	1	2	1	8960	8980	5+81	15.583	15.603	7.08.18	4.2	3.6	4.4	4.9	0.006	0.120	1562
13109	1	2	1	8980	9000	5+61	15.603	15.623	7.08.18	3.4	3.2	3.7	4.6	0.005	0.099	1568
13109	1	2	1	9000	9020	5+41	15.623	15.643	7.08.18	2.9	3.4	3.6	4.2	0.004	0.089	1525
13109	1	2	1	9020	9040	5+21	15.643	15.663	7.08.18	4.1	3.2	4.5	3.8	0.005	0.106	1254
13109	1	2	1	9040	9060	5+01	15.663	15.683	7.08.18	1.2	2.1	2.3	2.1	0.002	0.043	1385
13109	1	2	1	9060	9080	4+81	15.683	15.703	7.08.18	1.1	3.6	3.7	1.2	0.004	0.080	1098
13109	1	2	1	9080	9100	4+61	15.703	15.723	7.08.18	1.2	1.4	1.5	1.8	0.001	0.029	1293
13109	1	2	1	9100	9120	4+41	15.723	15.743	7.08.18	1.7	1.8	2.3	2.0	0.002	0.047	1299
13109	1	2	1	9120	9140	4+21	15.743	15.763	7.08.18	1.5	1.6	1.7	2.3	0.002	0.038	1543
13109	1	2	1	9140	9160	4+01	15.763	15.783	7.08.18	1.8	1.4	1.9	2.6	0.002	0.044	1530
13109	1	2	1	9160	9180	3+81	15.783	15.803	7.08.18	2.1	1.3	2.2	2.6	0.002	0.042	1649
13109	1	2	1	9180	9200	3+61	15.803	15.823	7.08.18	1.8	1.6	2.0	2.4	0.002	0.044	1687
13109	1	2	1	9200	9220	3+41	15.823	15.843	7.08.18	1.8	1.3	1.8	2.3	0.002	0.041	1500
13109	1	2	1	9220	9240	3+21	15.843	15.863	7.08.18	1.7	1.4	1.8	2.6	0.002	0.038	1717
13109	1	2	1	9240	9260	3+01	15.863	15.883	7.08.18	1.3	1.3	1.6	1.5	0.002	0.033	1099

LISA 5-1 Teekatte roopa sügavuse mõõtmine maanteel nr 13109 Narva-Auvere

Teelõik 13109_1_2_7700 - 13109_1_2_9700, km 14.323 - 16.323

Protokoll nr: RBS/ERC/001-1/2018

Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ

Mõõtis: Destia Oy

Mõõtmiseks kasutatud seade: Greenwood Profilograph

Mõõtmisamm: 20m

Mõõtmiste alguspunkt: 13109_1_2_7700; km 14.323

Mõõtmiste lõpp-punkt: 13109_1_2_9700; km 16.323

Mõõdetud suund: suund 1

Mõõdetud teelõigu pikkus: 2000 m

Mõõtmised on seotud Riikliku teeregistriga

Mnt nr	STEE	TO	Suund	A_kaugus	L_kaugus	PK	Alg_km	Lõpp_km	Kpv	RBS, mm				Roopa pindala, m2	Roopa maht, m3	Roopa laius, mm
										vasak	parem	max	hari			
13109	1	2	1	9260	9280	2+81	15.883	15.903	7.08.18	1.8	1.5	1.9	2.8	0.002	0.048	1694
13109	1	2	1	9280	9300	2+61	15.903	15.923	7.08.18	1.5	1.6	1.7	2.7	0.002	0.040	1654
13109	1	2	1	9300	9320	2+41	15.923	15.943	7.08.18	1.7	1.5	1.8	2.5	0.002	0.039	1610
13109	1	2	1	9320	9340	2+21	15.943	15.963	7.08.18	1.7	1.3	1.8	2.3	0.002	0.037	1505
13109	1	2	1	9340	9360	2+01	15.963	15.983	7.08.18	1.9	1.7	2.1	2.8	0.002	0.047	1365
13109	1	2	1	9360	9380	1+81	15.983	16.003	7.08.18	2.1	2.0	2.5	2.5	0.003	0.053	1390
13109	1	2	1	9380	9400	1+61	16.003	16.023	7.08.18	3.0	1.6	3.1	3.1	0.003	0.063	1383
13109	1	2	1	9400	9420	1+41	16.023	16.043	7.08.18	3.5	2.0	3.5	4.1	0.004	0.077	1424
13109	1	2	1	9420	9440	1+21	16.043	16.063	7.08.18	3.0	1.2	3.0	3.1	0.003	0.060	1387
13109	1	2	1	9440	9460	1+01	16.063	16.083	7.08.18	2.8	1.2	2.8	2.9	0.003	0.053	1540
13109	1	2	1	9460	9480	0+81	16.083	16.103	7.08.18	2.4	1.0	2.5	2.4	0.002	0.040	1526
13109	1	2	1	9480	9500	0+61	16.103	16.123	7.08.18	2.8	1.3	3.0	2.4	0.003	0.058	1434
13109	1	2	1	9500	9520	0+41	16.123	16.143	7.08.18	3.3	5.1	5.4	5.9	0.006	0.120	1423
13109	1	2	1	9520	9540	0+21	16.143	16.163	7.08.18	4.6	4.9	6.4	5.4	0.006	0.125	1181
13109	1	2	1	9540	9560	0+01	16.163	16.183	7.08.18	3.0	5.8	5.9	11.1	0.006	0.128	1461
13109	1	2	1	9560	9580	-0+19	16.183	16.203	7.08.18	2.7	3.2	3.8	6.5	0.003	0.059	1321
13109	1	2	1	9580	9600	-0+39	16.203	16.223	7.08.18	3.5	2.3	4.1	8.9	0.003	0.054	1351
13109	1	2	1	9600	9620	-0+59	16.223	16.243	7.08.18	3.8	6.0	6.1	8.3	0.007	0.143	1412
13109	1	2	1	9620	9640	-0+79	16.243	16.263	7.08.18	2.8	9.0	9.0	6.5	0.010	0.190	1481
13109	1	2	1	9640	9660	-0+99	16.263	16.283	7.08.18	4.4	3.8	5.2	9.4	0.005	0.100	1601
13109	1	2	1	9660	9680	-1+19	16.283	16.303	7.08.18	4.8	5.1	6.3	8.5	0.007	0.142	1710
13109	1	2	1	9680	9700	-1+39	16.303	16.323	7.08.18	7.5	7.6	10.5	5.0	0.015	0.305	1723
Keskmine kokku:										2.9	3.2	3.9	4.2	0.004	0.085	1572
Keskmine lõikudel A, B, C, D, E:										2.8	2.4	3.3	3.7	0.004	0.074	1552

LISA 5-2 Teekatte roopa sügavuse mõõtmine maanteel nr 13109 Narva-Auvere

Teelõik 13109_1_2_7700 - 13109_1_2_9700, km 14.323 - 16.323

Protokoll nr: RBS/ERC/001-2/2018

Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ

Mõõtis: Destia Oy

Mõõtmiseks kasutatud seade: Greenwood Profilograph

Mõõtmisamm: 20m

Mõõtmiste alguspunkt: 13109_1_2_7700; km 14.323

Mõõtmiste lõpp-punkt: 13109_1_2_9700; km 16.323

Mõõdetud suund: suund 2

Mõõdetud teelõigu pikkus: 2000 m

Mõõtmised on seotud Riikliku teeregistriga

Mnt nr	STEE	TO	Suund	A_kaugus	L_kaugus	PK	Alg_km	Lõpp_km	Kpv	RBS, mm				Roopa pindala, m2	Roopa maht, m3	Roopa laius, mm
										vasak	parem	max	hari			
13109	1	2	2	7700	7720	18+41	14.323	14.343	7.08.18	6.0	4.5	6.8	10.1	0.006	0.117	1696
13109	1	2	2	7720	7740	18+21	14.343	14.363	7.08.18	6.5	2.8	6.8	8.6	0.004	0.078	1878
13109	1	2	2	7740	7760	18+01	14.363	14.383	7.08.18	4.5	2.5	4.5	8.1	0.003	0.058	1771
13109	1	2	2	7760	7780	17+81	14.383	14.403	7.08.18	5.2	3.5	5.4	11.3	0.005	0.102	1934
13109	1	2	2	7780	7800	17+61	14.403	14.423	7.08.18	4.4	2.1	4.5	10.5	0.004	0.070	2030
13109	1	2	2	7800	7820	17+41	14.423	14.443	7.08.18	2.7	1.6	2.9	9.3	0.001	0.026	1750
13109	1	2	2	7820	7840	17+21	14.443	14.463	7.08.18	1.7	1.1	1.8	8.0	0.001	0.017	1714
13109	1	2	2	7840	7860	17+01	14.463	14.483	7.08.18	2.4	1.8	2.6	8.0	0.002	0.041	1683
13109	1	2	2	7860	7880	16+81	14.483	14.503	7.08.18	2.6	4.9	5.0	3.9	0.006	0.124	1553
13109	1	2	2	7880	7900	16+61	14.503	14.523	7.08.18	1.3	4.6	4.6	2.4	0.005	0.095	1638
13109	1	2	2	7900	7920	16+41	14.523	14.543	7.08.18	2.5	5.3	5.3	4.1	0.006	0.118	1644
13109	1	2	2	7920	7940	16+21	14.543	14.563	7.08.18	3.4	5.1	5.3	3.8	0.008	0.154	1819
13109	1	2	2	7940	7960	16+01	14.563	14.583	7.08.18	3.3	3.9	4.3	3.4	0.006	0.117	1745
13109	1	2	2	7960	7980	15+81	14.583	14.603	7.08.18	2.5	4.1	4.2	3.4	0.006	0.112	1719
13109	1	2	2	7980	8000	15+61	14.603	14.623	7.08.18	2.7	4.6	4.6	3.6	0.006	0.121	1625
13109	1	2	2	8000	8020	15+41	14.623	14.643	7.08.18	2.7	4.8	4.8	3.8	0.007	0.132	1731
13109	1	2	2	8020	8040	15+21	14.643	14.663	7.08.18	2.0	3.5	3.5	2.8	0.004	0.084	1563
13109	1	2	2	8040	8060	15+01	14.663	14.683	7.08.18	1.7	3.5	3.5	2.5	0.004	0.083	1603
13109	1	2	2	8060	8080	14+81	14.683	14.703	7.08.18	2.5	3.6	3.7	3.2	0.005	0.097	1550
13109	1	2	2	8080	8100	14+61	14.703	14.723	7.08.18	3.1	3.0	3.4	3.2	0.004	0.088	1575
13109	1	2	2	8100	8120	14+41	14.723	14.743	7.08.18	3.8	3.5	4.2	3.4	0.006	0.129	1718
13109	1	2	2	8120	8140	14+21	14.743	14.763	7.08.18	3.1	4.3	4.3	4.4	0.006	0.121	1650
13109	1	2	2	8140	8160	14+01	14.763	14.783	7.08.18	2.9	3.9	3.9	4.1	0.005	0.107	1906
13109	1	2	2	8160	8180	13+81	14.783	14.803	7.08.18	3.0	3.3	3.6	4.1	0.005	0.090	1628
13109	1	2	2	8180	8200	13+61	14.803	14.823	7.08.18	3.2	3.0	3.8	3.5	0.005	0.094	1625
13109	1	2	2	8200	8220	13+41	14.823	14.843	7.08.18	3.6	2.7	3.9	3.4	0.004	0.089	1646

LISA 5-2 Teekatte roopa sügavuse mõõtmine maanteel nr 13109 Narva-Auvere

Teelõik 13109_1_2_7700 - 13109_1_2_9700, km 14.323 - 16.323

Protokoll nr: RBS/ERC/001-2/2018

Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ

Mõõtis: Destia Oy

Mõõtmiseks kasutatud seade: Greenwood Profilograph

Mõõtmisamm: 20m

Mõõtmiste alguspunkt: 13109_1_2_7700; km 14.323

Mõõtmiste lõpp-punkt: 13109_1_2_9700; km 16.323

Mõõdetud suund: suund 2

Mõõdetud teelõigu pikkus: 2000 m

Mõõtmised on seotud Riikliku teeregistriga

Mnt nr	STEE	TO	Suund	A_kaugus	L_kaugus	PK	Alg_km	Lõpp_km	Kpv	RBS, mm				Roopa pindala, m2	Roopa maht, m3	Roopa laius, mm
										vasak	parem	max	hari			
13109	1	2	2	8220	8240	13+21	14.843	14.863	7.08.18	2.3	3.0	3.1	3.0	0.004	0.074	1574
13109	1	2	2	8240	8260	13+01	14.863	14.883	7.08.18	2.9	2.5	3.3	3.7	0.003	0.064	1748
13109	1	2	2	8260	8280	12+81	14.883	14.903	7.08.18	1.7	4.3	4.4	3.3	0.003	0.067	1989
13109	1	2	2	8280	8300	12+61	14.903	14.923	7.08.18	3.1	5.4	5.4	5.3	0.005	0.108	1723
13109	1	2	2	8300	8320	12+41	14.923	14.943	7.08.18	2.3	3.3	3.4	3.4	0.004	0.080	1481
13109	1	2	2	8320	8340	12+21	14.943	14.963	7.08.18	2.6	3.4	3.4	3.6	0.004	0.087	1500
13109	1	2	2	8340	8360	12+01	14.963	14.983	7.08.18	2.9	3.9	4.1	3.9	0.005	0.100	1675
13109	1	2	2	8360	8380	11+81	14.983	15.003	7.08.18	2.7	4.6	4.6	3.3	0.006	0.117	1600
13109	1	2	2	8380	8400	11+61	15.003	15.023	7.08.18	3.2	5.1	5.3	3.7	0.008	0.149	1681
13109	1	2	2	8400	8420	11+41	15.023	15.043	7.08.18	4.9	4.7	6.0	3.9	0.010	0.199	1800
13109	1	2	2	8420	8440	11+21	15.043	15.063	7.08.18	2.8	4.8	4.9	3.1	0.007	0.136	1827
13109	1	2	2	8440	8460	11+01	15.063	15.083	7.08.18	2.3	4.8	4.9	2.4	0.007	0.146	1944
13109	1	2	2	8460	8480	10+81	15.083	15.103	7.08.18	2.1	3.4	3.6	2.4	0.005	0.104	1736
13109	1	2	2	8480	8500	10+61	15.103	15.123	7.08.18	3.2	2.8	3.9	2.8	0.006	0.115	1743
13109	1	2	2	8500	8520	10+41	15.123	15.143	7.08.18	2.6	5.3	5.4	2.0	0.008	0.156	1519
13109	1	2	2	8520	8540	10+21	15.143	15.163	7.08.18	3.1	3.5	4.2	2.2	0.006	0.128	1559
13109	1	2	2	8540	8560	10+01	15.163	15.183	7.08.18	2.6	2.8	3.4	2.5	0.004	0.089	1544
13109	1	2	2	8560	8580	9+81	15.183	15.203	7.08.18	2.0	1.9	2.5	2.0	0.003	0.049	1565
13109	1	2	2	8580	8600	9+61	15.203	15.223	7.08.18	2.6	2.2	3.0	3.0	0.003	0.062	1855
13109	1	2	2	8600	8620	9+41	15.223	15.243	7.08.18	2.4	4.3	4.3	3.3	0.006	0.119	1941
13109	1	2	2	8620	8640	9+21	15.243	15.263	7.08.18	3.2	7.4	7.5	5.6	0.008	0.161	2128
13109	1	2	2	8640	8660	9+01	15.263	15.283	7.08.18	3.9	4.2	5.6	5.3	0.006	0.119	1996
13109	1	2	2	8660	8680	8+81	15.283	15.303	7.08.18	2.8	3.4	3.8	4.3	0.004	0.087	2048
13109	1	2	2	8680	8700	8+61	15.303	15.323	7.08.18	3.4	5.0	5.0	5.8	0.005	0.104	2120
13109	1	2	2	8700	8720	8+41	15.323	15.343	7.08.18	4.2	3.9	4.8	6.2	0.005	0.104	2090
13109	1	2	2	8720	8740	8+21	15.343	15.363	7.08.18	4.8	3.1	4.8	4.8	0.006	0.118	1800

LISA 5-2 Teekatte roopa sügavuse mõõtmine maanteel nr 13109 Narva-Auvere

Teelõik 13109_1_2_7700 - 13109_1_2_9700, km 14.323 - 16.323

Protokoll nr: RBS/ERC/001-2/2018

Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ

Mõõtis: Destia Oy

Mõõtmiseks kasutatud seade: Greenwood Profilograph

Mõõtmisamm: 20m

Mõõtmiste alguspunkt: 13109_1_2_7700; km 14.323

Mõõtmiste lõpp-punkt: 13109_1_2_9700; km 16.323

Mõõdetud suund: suund 2

Mõõdetud teelõigu pikkus: 2000 m

Mõõtmised on seotud Riikliku teeregistriga

Mnt nr	STEE	TO	Suund	A_kaugus	L_kaugus	PK	Alg_km	Lõpp_km	Kpv	RBS, mm				Roopa pindala, m2	Roopa maht, m3	Roopa laius, mm
										vasak	parem	max	hari			
13109	1	2	2	8740	8760	8+01	15.363	15.383	7.08.18	4.6	3.4	4.6	4.4	0.006	0.125	1586
13109	1	2	2	8760	8780	7+81	15.383	15.403	7.08.18	3.9	3.1	4.3	3.3	0.005	0.109	1550
13109	1	2	2	8780	8800	7+61	15.403	15.423	7.08.18	1.3	2.8	2.9	1.7	0.004	0.070	1581
13109	1	2	2	8800	8820	7+41	15.423	15.443	7.08.18	1.2	4.6	4.6	1.7	0.006	0.126	1808
13109	1	2	2	8820	8840	7+21	15.443	15.463	7.08.18	0.9	2.5	2.6	1.9	0.002	0.046	1515
13109	1	2	2	8840	8860	7+01	15.463	15.483	7.08.18	0.9	3.0	3.0	2.0	0.003	0.062	1594
13109	1	2	2	8860	8880	6+81	15.483	15.503	7.08.18	0.9	2.1	2.1	2.2	0.002	0.035	1506
13109	1	2	2	8880	8900	6+61	15.503	15.523	7.08.18	1.3	2.5	2.5	2.0	0.002	0.048	1500
13109	1	2	2	8900	8920	6+41	15.523	15.543	7.08.18	1.3	2.7	2.8	2.1	0.003	0.057	1512
13109	1	2	2	8920	8940	6+21	15.543	15.563	7.08.18	1.5	3.1	3.1	1.9	0.004	0.073	1700
13109	1	2	2	8940	8960	6+01	15.563	15.583	7.08.18	1.5	4.3	4.3	2.0	0.006	0.113	1813
13109	1	2	2	8960	8980	5+81	15.583	15.603	7.08.18	1.7	2.4	2.6	2.0	0.003	0.058	1625
13109	1	2	2	8980	9000	5+61	15.603	15.623	7.08.18	1.4	3.3	3.4	2.1	0.004	0.072	1650
13109	1	2	2	9000	9020	5+41	15.623	15.643	7.08.18	0.9	2.8	2.8	1.8	0.003	0.059	1602
13109	1	2	2	9020	9040	5+21	15.643	15.663	7.08.18	0.9	3.0	3.1	1.8	0.003	0.062	1650
13109	1	2	2	9040	9060	5+01	15.663	15.683	7.08.18	2.7	2.7	3.4	3.3	0.004	0.083	1723
13109	1	2	2	9060	9080	4+81	15.683	15.703	7.08.18	2.4	2.2	2.7	3.4	0.003	0.067	1593
13109	1	2	2	9080	9100	4+61	15.703	15.723	7.08.18	2.1	2.1	2.4	3.6	0.003	0.058	1769
13109	1	2	2	9100	9120	4+41	15.723	15.743	7.08.18	3.3	2.4	3.5	3.3	0.004	0.076	1831
13109	1	2	2	9120	9140	4+21	15.743	15.763	7.08.18	2.3	2.2	2.6	3.5	0.003	0.061	2031
13109	1	2	2	9140	9160	4+01	15.763	15.783	7.08.18	2.4	2.2	2.7	3.2	0.003	0.050	1881
13109	1	2	2	9160	9180	3+81	15.783	15.803	7.08.18	1.8	2.9	3.2	3.4	0.003	0.063	1839
13109	1	2	2	9180	9200	3+61	15.803	15.823	7.08.18	3.3	2.0	3.5	3.3	0.004	0.077	1918
13109	1	2	2	9200	9220	3+41	15.823	15.843	7.08.18	3.2	1.7	3.3	3.2	0.004	0.074	1778
13109	1	2	2	9220	9240	3+21	15.843	15.863	7.08.18	2.5	3.4	3.5	4.1	0.004	0.086	2178
13109	1	2	2	9240	9260	3+01	15.863	15.883	7.08.18	3.3	2.2	3.3	4.8	0.004	0.075	1908

LISA 5-2 Teekatte roopa sügavuse mõõtmine maanteel nr 13109 Narva-Auvere

Teelõik 13109_1_2_7700 - 13109_1_2_9700, km 14.323 - 16.323

Protokoll nr: RBS/ERC/001-2/2018

Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ

Mõõtis: Destia Oy

Mõõtmiseks kasutatud seade: Greenwood Profilograph

Mõõtmisamm: 20m

Mõõtmiste alguspunkt: 13109_1_2_7700; km 14.323

Mõõtmiste lõpp-punkt: 13109_1_2_9700; km 16.323

Mõõdetud suund: suund 2

Mõõdetud teelõigu pikkus: 2000 m

Mõõtmised on seotud Riikliku teeregistriga

Mnt nr	STEE	TO	Suund	A_kaugus	L_kaugus	PK	Alg_km	Lõpp_km	Kpv	RBS, mm				Roopa pindala, m2	Roopa maht, m3	Roopa laius, mm
										vasak	parem	max	hari			
13109	1	2	2	9260	9280	2+81	15.883	15.903	7.08.18	3.4	1.8	3.4	5.0	0.004	0.075	1771
13109	1	2	2	9280	9300	2+61	15.903	15.923	7.08.18	3.3	1.7	3.3	3.9	0.004	0.077	1652
13109	1	2	2	9300	9320	2+41	15.923	15.943	7.08.18	2.7	2.1	2.8	3.5	0.004	0.070	1734
13109	1	2	2	9320	9340	2+21	15.943	15.963	7.08.18	3.1	2.6	3.1	3.4	0.004	0.081	1506
13109	1	2	2	9340	9360	2+01	15.963	15.983	7.08.18	2.9	2.7	3.1	4.2	0.003	0.065	1494
13109	1	2	2	9360	9380	1+81	15.983	16.003	7.08.18	3.2	2.7	3.3	5.0	0.004	0.078	1469
13109	1	2	2	9380	9400	1+61	16.003	16.023	7.08.18	3.7	2.5	3.7	4.9	0.004	0.078	1560
13109	1	2	2	9400	9420	1+41	16.023	16.043	7.08.18	3.7	2.7	3.8	3.8	0.004	0.079	1444
13109	1	2	2	9420	9440	1+21	16.043	16.063	7.08.18	3.8	1.6	3.8	5.2	0.003	0.057	1723
13109	1	2	2	9440	9460	1+01	16.063	16.083	7.08.18	3.7	3.6	4.3	7.0	0.005	0.107	1674
13109	1	2	2	9460	9480	0+81	16.083	16.103	7.08.18	3.5	3.4	3.8	6.9	0.005	0.102	1719
13109	1	2	2	9480	9500	0+61	16.103	16.123	7.08.18	3.9	3.3	4.7	6.2	0.006	0.109	1684
13109	1	2	2	9500	9520	0+41	16.123	16.143	7.08.18	4.0	4.4	5.0	7.6	0.005	0.103	1643
13109	1	2	2	9520	9540	0+21	16.143	16.163	7.08.18	6.1	5.0	6.7	11.9	0.006	0.116	1730
13109	1	2	2	9540	9560	0+01	16.163	16.183	7.08.18	5.7	5.7	6.7	10.3	0.007	0.133	1556
13109	1	2	2	9560	9580	-0+19	16.183	16.203	7.08.18	4.3	4.9	5.8	6.5	0.005	0.108	1339
13109	1	2	2	9580	9600	-0+39	16.203	16.223	7.08.18	4.5	3.4	4.9	6.1	0.003	0.067	1365
13109	1	2	2	9600	9620	-0+59	16.223	16.243	7.08.18	2.9	2.4	3.3	5.4	0.002	0.037	1305
13109	1	2	2	9620	9640	-0+79	16.243	16.263	7.08.18	3.2	1.4	3.3	5.9	0.002	0.033	1274
13109	1	2	2	9640	9660	-0+99	16.263	16.283	7.08.18	3.5	4.1	5.2	3.3	0.005	0.095	1440
13109	1	2	2	9660	9680	-1+19	16.283	16.303	7.08.18	5.5	4.6	6.5	5.4	0.005	0.098	1367
13109	1	2	2	9680	9700	-1+39	16.303	16.323	7.08.18	5.7	3.8	6.5	12.8	0.005	0.096	1536
Keskmine kokku:										3.0	3.4	4.0	4.4	0.005	0.091	1692
Keskmine lõikudel A, B, C, D, E:										2.7	3.2	3.8	3.6	0.005	0.091	1729

LISA 5-3 Teekatte roopa sügavuse mõõtmine maanteel nr 17192 Simuna-Vaiatu

Teelõik 17192_1_1_2900 - 17192_1_1_4200, km 2.900 - 4.200

Protokoll nr: RBS/ERC/002-1/2018

Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ

Mõõtis: Destia Oy

Mõõtmiseks kasutatud seade: Greenwood Profilograph

Mõõtmisamm: 20m

Mõõtmiste alguspunkt: 17192_1_1_2900; km 2.900

Mõõtmiste lõpp-punkt: 17192_1_1_4200; km 4.200

Mõõdetud suund: suund 1

Mõõdetud teelõigu pikkus: 1300 m

Mõõtmised on seotud Riikliku teeregistriga

Mnt nr	STEE	TO	Suund	A_kaugus	L_kaugus	PK	Alg_km	Lõpp_km	Kpv	RBS, mm				Roopa pindala, m2	Roopa maht, m3	Roopa laius, mm
										vasak	parem	max	hari			
17192	1	1	1	2900	2920	29+00	2.900	2.920	7.08.18	3.2	5.3	5.4	4.8	0.004	0.087	1211
17192	1	1	1	2920	2940	29+20	2.920	2.940	7.08.18	5.7	11.7	11.7	0.8	0.012	0.235	830
17192	1	1	1	2940	2960	29+40	9.563	9.583	7.08.18	4.8	5.2	5.7	4.1	0.004	0.085	1141
17192	1	1	1	2960	2980	29+60	9.583	9.603	7.08.18	2.9	3.0	3.3	-0.6	0.002	0.039	562
17192	1	1	1	2980	3000	29+80	9.603	9.623	7.08.18	1.6	3.3	3.3	4.5	0.001	0.022	940
17192	1	1	1	3000	3020	30+00	9.623	9.643	7.08.18	6.8	7.8	8.2	3.9	0.004	0.073	974
17192	1	1	1	3020	3040	30+20	9.643	9.663	7.08.18	4.9	6.5	6.9	13.1	0.005	0.106	1299
17192	1	1	1	3040	3060	30+40	9.663	9.683	7.08.18	3.7	6.5	6.6	18.6	0.006	0.112	1537
17192	1	1	1	3060	3080	30+60	9.683	9.703	7.08.18	2.5	4.8	4.8	3.2	0.003	0.066	990
17192	1	1	1	3080	3100	30+80	9.703	9.723	7.08.18	3.2	5.3	5.5	22.4	0.002	0.042	2110
17192	1	1	1	3100	3120	31+00	9.723	9.743	7.08.18	4.0	5.4	6.1	11.0	0.002	0.046	1261
17192	1	1	1	3120	3140	31+20	9.743	9.763	7.08.18	8.7	6.7	9.2	12.9	0.005	0.103	1463
17192	1	1	1	3140	3160	31+40	9.763	9.783	7.08.18	9.1	5.8	9.2	11.2	0.006	0.118	1505
17192	1	1	1	3160	3180	31+60	9.783	9.803	7.08.18	8.6	5.2	8.7	13.0	0.005	0.101	1275
17192	1	1	1	3180	3200	31+80	9.803	9.823	7.08.18	9.9	5.2	10.0	14.4	0.005	0.102	1362
17192	1	1	1	3200	3220	32+00	9.823	9.843	7.08.18	7.8	7.2	8.6	4.9	0.006	0.109	885
17192	1	1	1	3220	3240	32+20	9.843	9.863	7.08.18	3.5	5.1	5.4	4.3	0.002	0.048	865
17192	1	1	1	3240	3260	32+40	9.863	9.883	7.08.18	3.0	4.8	4.9	1.2	0.003	0.050	893
17192	1	1	1	3260	3280	32+60	9.883	9.903	7.08.18	7.7	14.6	14.7	0.6	0.019	0.370	850
17192	1	1	1	3280	3300	32+80	9.903	9.923	7.08.18	2.9	5.3	5.6	5.1	0.004	0.081	1207
17192	1	1	1	3300	3320	33+00	9.923	9.943	7.08.18	4.7	7.1	7.5	17.5	0.005	0.100	1570
17192	1	1	1	3320	3340	33+20	9.943	9.963	7.08.18	3.4	3.9	4.5	15.3	0.002	0.040	1343
17192	1	1	1	3340	3360	33+40	9.963	9.983	7.08.18	2.8	5.0	5.5	8.2	0.003	0.064	1216
17192	1	1	1	3360	3380	33+60	9.983	10.003	7.08.18	2.7	5.8	6.8	4.7	0.005	0.097	949
17192	1	1	1	3380	3400	33+80	10.003	10.023	7.08.18	2.8	6.9	7.1	12.2	0.005	0.090	1279
17192	1	1	1	3400	3420	34+00	10.023	10.043	7.08.18	3.5	7.0	7.1	11.9	0.006	0.110	1545

LISA 5-3 Teekatte roopa sügavuse mõõtmine maanteel nr 17192 Simuna-Vaiatu

Teelõik 17192_1_1_2900 - 17192_1_1_4200, km 2.900 - 4.200

Protokoll nr: RBS/ERC/002-1/2018

Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ

Mõõtis: Destia Oy

Mõõtmiseks kasutatud seade: Greenwood Profilograph

Mõõtmisamm: 20m

Mõõtmiste alguspunkt: 17192_1_1_2900; km 2.900

Mõõtmiste lõpp-punkt: 17192_1_1_4200; km 4.200

Mõõdetud suund: suund 1

Mõõdetud teelõigu pikkus: 1300 m

Mõõtmised on seotud Riikliku teeregistriga

Mnt nr	STEE	TO	Suund	A_kaugus	L_kaugus	PK	Alg_km	Lõpp_km	Kpv	RBS, mm				Roopa pindala, m2	Roopa maht, m3	Roopa laius, mm
										vasak	parem	max	hari			
17192	1	1	1	3420	3440	34+20	10.043	10.063	7.08.18	5.4	4.8	6.4	8.2	0.005	0.092	1469
17192	1	1	1	3440	3460	34+40	10.063	10.083	7.08.18	8.6	5.2	8.7	5.6	0.007	0.145	1273
17192	1	1	1	3460	3480	34+60	10.083	10.103	7.08.18	12.8	4.3	12.8	7.1	0.010	0.197	1360
17192	1	1	1	3480	3500	34+80	10.103	10.123	7.08.18	9.1	4.7	9.5	6.0	0.007	0.143	1189
17192	1	1	1	3500	3520	35+00	10.123	10.143	7.08.18	4.6	4.8	5.6	7.6	0.003	0.061	1380
17192	1	1	1	3520	3540	35+20	10.143	10.163	7.08.18	4.6	4.4	5.3	6.4	0.003	0.056	1410
17192	1	1	1	3540	3560	35+40	10.163	10.183	7.08.18	9.1	3.0	9.1	6.4	0.006	0.113	1203
17192	1	1	1	3560	3580	35+60	10.183	10.203	7.08.18	5.7	4.1	6.0	7.2	0.004	0.072	1286
17192	1	1	1	3580	3600	35+80	10.203	10.223	7.08.18	6.7	4.9	6.9	22.3	0.004	0.086	1923
17192	1	1	1	3600	3620	36+00	10.223	10.243	7.08.18	4.3	4.4	5.3	12.2	0.003	0.068	1639
17192	1	1	1	3620	3640	36+20	10.243	10.263	7.08.18	3.8	3.8	4.6	5.6	0.003	0.052	1430
17192	1	1	1	3640	3660	36+40	10.263	10.283	7.08.18	2.4	4.9	5.0	11.5	0.003	0.066	1428
17192	1	1	1	3660	3680	36+60	10.283	10.303	7.08.18	6.8	9.8	10.5	14.3	0.008	0.150	1468
17192	1	1	1	3680	3700	36+80	10.303	10.323	7.08.18	3.9	11.5	11.5	16.4	0.008	0.160	1586
17192	1	1	1	3700	3720	37+00	10.323	10.343	7.08.18	3.7	5.7	6.6	3.9	0.005	0.098	1408
17192	1	1	1	3720	3740	37+20	10.343	10.363	7.08.18	3.2	4.2	5.0	2.2	0.003	0.065	961
17192	1	1	1	3740	3760	37+40	10.363	10.383	7.08.18	3.2	4.4	5.2	7.1	0.003	0.067	1473
17192	1	1	1	3760	3780	37+60	10.383	10.403	7.08.18	11.7	5.1	11.7	13.8	0.010	0.201	1634
17192	1	1	1	3780	3800	37+80	10.403	10.423	7.08.18	9.2	4.9	9.2	3.9	0.008	0.166	1046
17192	1	1	1	3800	3820	38+00	10.423	10.443	7.08.18	7.2	5.6	7.5	5.6	0.006	0.116	1329
17192	1	1	1	3820	3840	38+20	10.443	10.463	7.08.18	4.0	9.1	9.1	8.9	0.007	0.131	1894
17192	1	1	1	3840	3860	38+40	10.463	10.483	7.08.18	3.0	9.3	9.3	7.7	0.009	0.176	1451
17192	1	1	1	3860	3880	38+60	10.483	10.503	7.08.18	2.4	9.4	9.4	6.0	0.008	0.165	1218
17192	1	1	1	3880	3900	38+80	10.503	10.523	7.08.18	4.1	5.4	6.0	5.4	0.005	0.096	1764
17192	1	1	1	3900	3920	39+00	10.523	10.543	7.08.18	3.3	5.3	5.6	5.1	0.004	0.069	1364
17192	1	1	1	3920	3940	39+20	10.543	10.563	7.08.18	4.6	4.2	5.8	18.5	0.003	0.060	1849

LISA 5-3 Teekatte roopa sügavuse mõõtmine maanteel nr 17192 Simuna-Vaiatu

Teelõik 17192_1_1_2900 - 17192_1_1_4200, km 2.900 - 4.200

Protokoll nr: RBS/ERC/002-1/2018

Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ

Mõõtis: Destia Oy

Mõõtmiseks kasutatud seade: Greenwood Profilograph

Mõõtmisamm: 20m

Mõõtmiste alguspunkt: 17192_1_1_2900; km 2.900

Mõõtmiste lõpp-punkt: 17192_1_1_4200; km 4.200

Mõõdetud suund: suund 1

Mõõdetud teelõigu pikkus: 1300 m

Mõõtmised on seotud Riikliku teeregistriga

Mnt nr	STEE	TO	Suund	A_kaugus	L_kaugus	PK	Alg_km	Lõpp_km	Kpv	RBS, mm				Roopa pindala, m2	Roopa maht, m3	Roopa laius, mm
										vasak	parem	max	hari			
17192	1	1	1	3940	3960	39+40	10.563	10.583	7.08.18	4.6	5.5	5.8	14.7	0.005	0.099	1577
17192	1	1	1	3960	3980	39+60	10.583	10.603	7.08.18	2.9	1.5	3.0	7.0	0.001	0.022	1281
17192	1	1	1	3980	4000	39+80	10.603	10.623	7.08.18	3.9	2.3	3.9	3.9	0.002	0.037	975
17192	1	1	1	4000	4020	40+00	10.623	10.643	7.08.18	2.7	2.9	3.7	8.8	0.002	0.039	1333
17192	1	1	1	4020	4040	40+20	10.643	10.663	7.08.18	3.4	5.1	5.5	8.3	0.003	0.066	1500
17192	1	1	1	4040	4060	40+40	10.663	10.683	7.08.18	2.8	4.0	4.4	6.4	0.003	0.053	1626
17192	1	1	1	4060	4080	40+60	10.683	10.703	7.08.18	1.8	5.4	5.4	12.8	0.003	0.059	1730
17192	1	1	1	4080	4100	40+80	10.703	10.723	7.08.18	2.7	6.8	6.8	12.9	0.004	0.069	1570
Keskmise kokku:										4.9	5.7	7.0	8.7	0.005	0.097	1335
Keskmise lõikudel ST_I, ST_II, ST_III, ST_IV:										5.4	5.9	7.5	9.1	0.005	0.106	1355

LISA 5-4 Teekatte roopa sügavuse mõõtmine maanteel nr 17192 Simuna-Vaiatu

Teelõik 17192_1_1_2900 - 17192_1_1_4200, km 2.900 - 4.200

Protokoll nr: RBS/ERC/002-1/2018

Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ

Mõõtis: Destia Oy

Mõõtmiseks kasutatud seade: Greenwood Profilograph

Mõõtmisamm: 20m

Mõõtmiste alguspunkt: 17192_1_1_2900; km 2.900

Mõõtmiste lõpp-punkt: 17192_1_1_4200; km 4.200

Mõõdetud suund: suund 2

Mõõdetud teelõigu pikkus: 1300 m

Mõõtmised on seotud Riikliku teeregistriga

Mnt nr	STEE	TO	Suund	A_kaugus	L_kaugus	PK	Alg_km	Lõpp_km	Kpv	RBS, mm				Roopa pindala, m2	Roopa maht, m3	Roopa laius, mm
										vasak	parem	max	hari			
17192	1	1	2	2900	2920	29+00	2.900	2.920	7.08.18	3.0	4.7	4.9	9.4	0.004	0.073	1430
17192	1	1	2	2920	2940	29+20	2.920	2.940	7.08.18	4.8	5.5	6.2	12.3	0.004	0.080	1376
17192	1	1	2	2940	2960	29+40	9.563	9.583	7.08.18	3.9	3.8	4.9	4.7	0.003	0.058	994
17192	1	1	2	2960	2980	29+60	9.583	9.603	7.08.18	1.5	7.7	7.7	21.9	0.004	0.071	1952
17192	1	1	2	2980	3000	29+80	9.603	9.623	7.08.18	0.9	2.6	2.6	6.1	0.001	0.013	1093
17192	1	1	2	3000	3020	30+00	9.623	9.643	7.08.18	2.9	1.0	3.0	20.4	0.001	0.012	1789
17192	1	1	2	3020	3040	30+20	9.643	9.663	7.08.18	5.4	7.0	8.9	4.4	0.010	0.193	991
17192	1	1	2	3040	3060	30+40	9.663	9.683	7.08.18	5.6	11.7	12.2	3.8	0.016	0.315	1197
17192	1	1	2	3060	3080	30+60	9.683	9.703	7.08.18	5.4	4.3	6.9	3.4	0.006	0.116	898
17192	1	1	2	3080	3100	30+80	9.703	9.723	7.08.18	9.1	10.4	11.7	-0.6	0.014	0.280	1105
17192	1	1	2	3100	3120	31+00	9.723	9.743	7.08.18	14.6	15.9	15.9	-5.8	0.013	0.262	570
17192	1	1	2	3120	3140	31+20	9.743	9.763	7.08.18	5.5	11.3	11.3	11.3	0.010	0.197	1356
17192	1	1	2	3140	3160	31+40	9.763	9.783	7.08.18	7.3	8.7	9.1	4.6	0.008	0.153	1246
17192	1	1	2	3160	3180	31+60	9.783	9.803	7.08.18	6.1	7.7	8.2	7.6	0.007	0.142	1231
17192	1	1	2	3180	3200	31+80	9.803	9.823	7.08.18	4.2	9.8	9.9	6.8	0.011	0.215	1405
17192	1	1	2	3200	3220	32+00	9.823	9.843	7.08.18	5.1	4.5	6.5	4.9	0.005	0.108	1559
17192	1	1	2	3220	3240	32+20	9.843	9.863	7.08.18	3.7	5.6	5.8	8.6	0.005	0.100	1467
17192	1	1	2	3240	3260	32+40	9.863	9.883	7.08.18	2.9	7.0	7.1	7.7	0.006	0.118	1378
17192	1	1	2	3260	3280	32+60	9.883	9.903	7.08.18	5.6	4.7	6.2	12.1	0.005	0.096	1611
17192	1	1	2	3280	3300	32+80	9.903	9.923	7.08.18	2.5	3.8	4.1	2.4	0.003	0.058	1183
17192	1	1	2	3300	3320	33+00	9.923	9.943	7.08.18	8.5	3.6	8.6	3.5	0.010	0.200	1367
17192	1	1	2	3320	3340	33+20	9.943	9.963	7.08.18	9.9	6.7	10.8	0.8	0.014	0.285	1158
17192	1	1	2	3340	3360	33+40	9.963	9.983	7.08.18	12.0	9.2	12.3	-0.3	0.013	0.256	778
17192	1	1	2	3360	3380	33+60	9.983	10.003	7.08.18	9.0	7.1	9.5	-1.3	0.008	0.153	689
17192	1	1	2	3380	3400	33+80	10.003	10.023	7.08.18	5.6	6.8	7.6	4.2	0.005	0.091	1451
17192	1	1	2	3400	3420	34+00	10.023	10.043	7.08.18	3.5	4.5	5.3	3.5	0.004	0.069	1089

LISA 5-4 Teekatte roopa sügavuse mõõtmine maanteel nr 17192 Simuna-Vaiatu

Teelõik 17192_1_1_2900 - 17192_1_1_4200, km 2.900 - 4.200

Protokoll nr: RBS/ERC/002-1/2018

Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ

Mõõtis: Destia Oy

Mõõtmiseks kasutatud seade: Greenwood Profilograph

Mõõtmisamm: 20m

Mõõtmiste alguspunkt: 17192_1_1_2900; km 2.900

Mõõtmiste lõpp-punkt: 17192_1_1_4200; km 4.200

Mõõdetud suund: suund 2

Mõõdetud teelõigu pikkus: 1300 m

Mõõtmised on seotud Riikliku teeregistriga

Mnt nr	STEE	TO	Suund	A_kaugus	L_kaugus	PK	Alg_km	Lõpp_km	Kpv	RBS, mm				Roopa pindala, m2	Roopa maht, m3	Roopa laius, mm
										vasak	parem	max	hari			
17192	1	1	2	3420	3440	34+20	10.043	10.063	7.08.18	3.2	8.6	8.9	8.5	0.006	0.123	1063
17192	1	1	2	3440	3460	34+40	10.063	10.083	7.08.18	3.9	8.7	8.7	19.8	0.006	0.127	1516
17192	1	1	2	3460	3480	34+60	10.083	10.103	7.08.18	7.4	10.5	10.6	28.6	0.010	0.190	1709
17192	1	1	2	3480	3500	34+80	10.103	10.123	7.08.18	6.6	9.9	9.9	9.7	0.008	0.152	943
17192	1	1	2	3500	3520	35+00	10.123	10.143	7.08.18	2.3	6.9	7.2	1.7	0.007	0.142	1120
17192	1	1	2	3520	3540	35+20	10.143	10.163	7.08.18	2.6	4.3	4.8	12.4	0.003	0.056	1541
17192	1	1	2	3540	3560	35+40	10.163	10.183	7.08.18	3.8	3.5	4.8	18.7	0.002	0.035	2032
17192	1	1	2	3560	3580	35+60	10.183	10.203	7.08.18	4.4	5.2	5.9	8.1	0.004	0.083	1903
17192	1	1	2	3580	3600	35+80	10.203	10.223	7.08.18	8.9	6.5	9.1	12.3	0.009	0.173	2098
17192	1	1	2	3600	3620	36+00	10.223	10.243	7.08.18	4.7	6.0	6.4	10.7	0.004	0.088	2082
17192	1	1	2	3620	3640	36+20	10.243	10.263	7.08.18	3.9	4.4	5.0	6.3	0.004	0.071	1471
17192	1	1	2	3640	3660	36+40	10.263	10.283	7.08.18	3.0	5.9	6.0	8.0	0.004	0.079	1828
17192	1	1	2	3660	3680	36+60	10.283	10.303	7.08.18	5.5	6.7	7.2	12.8	0.006	0.112	1757
17192	1	1	2	3680	3700	36+80	10.303	10.323	7.08.18	4.4	9.7	9.8	9.0	0.008	0.162	1716
17192	1	1	2	3700	3720	37+00	10.323	10.343	7.08.18	2.1	14.7	14.7	5.1	0.016	0.325	1494
17192	1	1	2	3720	3740	37+20	10.343	10.363	7.08.18	1.4	16.2	16.2	2.2	0.018	0.355	957
17192	1	1	2	3740	3760	37+40	10.363	10.383	7.08.18	2.8	6.4	6.7	6.6	0.006	0.124	1203
17192	1	1	2	3760	3780	37+60	10.383	10.403	7.08.18	7.5	7.8	8.9	30.8	0.008	0.163	1934
17192	1	1	2	3780	3800	37+80	10.403	10.423	7.08.18	3.7	7.3	7.4	29.1	0.007	0.143	2032
17192	1	1	2	3800	3820	38+00	10.423	10.443	7.08.18	4.0	8.0	8.1	29.8	0.008	0.166	2088
17192	1	1	2	3820	3840	38+20	10.443	10.463	7.08.18	3.7	7.8	7.8	29.2	0.006	0.124	1989
17192	1	1	2	3840	3860	38+40	10.463	10.483	7.08.18	1.8	11.0	11.0	17.5	0.009	0.188	1536
17192	1	1	2	3860	3880	38+60	10.483	10.503	7.08.18	1.9	6.3	6.3	15.7	0.006	0.113	1612
17192	1	1	2	3880	3900	38+80	10.503	10.523	7.08.18	2.8	11.3	11.3	30.4	0.011	0.215	2174
17192	1	1	2	3900	3920	39+00	10.523	10.543	7.08.18	2.7	13.3	13.3	18.2	0.015	0.292	1821
17192	1	1	2	3920	3940	39+20	10.543	10.563	7.08.18	3.9	6.1	7.1	9.9	0.006	0.114	1654

LISA 5-4 Teekatte roopa sügavuse mõõtmine maanteel nr 17192 Simuna-Vaiatu

Teelõik 17192_1_1_2900 - 17192_1_1_4200, km 2.900 - 4.200

Protokoll nr: RBS/ERC/002-1/2018

Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ

Mõõtis: Destia Oy

Mõõtmiseks kasutatud seade: Greenwood Profilograph

Mõõtmisamm: 20m

Mõõtmiste alguspunkt: 17192_1_1_2900; km 2.900

Mõõtmiste lõpp-punkt: 17192_1_1_4200; km 4.200

Mõõdetud suund: suund 2

Mõõdetud teelõigu pikkus: 1300 m

Mõõtmised on seotud Riikliku teeregistriga

Mnt nr	STEE	TO	Suund	A_kaugus	L_kaugus	PK	Alg_km	Lõpp_km	Kpv	RBS, mm				Roopa pindala, m2	Roopa maht, m3	Roopa laius, mm
										vasak	parem	max	hari			
17192	1	1	2	3940	3960	39+40	10.563	10.583	7.08.18	3.1	5.4	5.7	17.6	0.003	0.061	2157
17192	1	1	2	3960	3980	39+60	10.583	10.603	7.08.18	2.8	3.1	3.5	6.1	0.002	0.035	1101
17192	1	1	2	3980	4000	39+80	10.603	10.623	7.08.18	2.9	2.1	3.0	15.4	0.002	0.031	1887
17192	1	1	2	4000	4020	40+00	10.623	10.643	7.08.18	2.2	2.4	2.9	15.2	0.001	0.026	1929
17192	1	1	2	4020	4040	40+20	10.643	10.663	7.08.18	2.3	2.2	2.7	12.9	0.001	0.024	1693
17192	1	1	2	4040	4060	40+40	10.663	10.683	7.08.18	2.7	2.8	3.7	12.6	0.001	0.021	1266
17192	1	1	2	4060	4080	40+60	10.683	10.703	7.08.18	1.8	9.2	9.2	13.2	0.004	0.076	1835
17192	1	1	2	4080	4100	40+80	10.703	10.723	7.08.18	1.7	3.9	4.2	9.4	0.002	0.042	1744
Keskmise kokku:										4.5	7.0	7.7	10.8	0.007	0.132	1487
Keskmise lõikudel ST_I, ST_II, ST_III, ST_IV:										5.1	7.9	8.8	10.3	0.008	0.160	1452

LISA 6. TEEKATTE TASASUSE MÕÕTMISTULEMUSED

LISA 6-1 Teekatte tasetasuse mõõtmine maanteel nr 13109 Narva-Auvere

Teelõik 13109_1_2_7700 - 13109_1_2_9700, km 14.323 - 16.323

Protokoll nr: IRI/ERC/009-1/2018

Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ

Mõõtis: Destia Oy

Mõõtmiseks kasutatud seade: Greenwood Profilograph

Mõõtmisamm: 20m

Mõõtmiste alguspunkt: 13109_1_2_7700; km 14.323

Mõõtmiste lõpp-punkt: 13109_1_2_9700; km 16.323

Mõõdetud suund: suund 1

Mõõdetud teelõigu pikkus: 2000 m

Mõõtmised on seotud Riikliku teeregistriga

Mnt nr	STEE	TO	Suund	A_kaugus	L_kaugus	PK	Alg_km	Lõpp_km	Kpv	Kiirus, km/h	IRI, mm/m		
											vasak	parem	keskmine
13109	1	2	1	7700	7720	18+41	14.323	14.343	7.08.18	84.4	5.67	6.34	6.01
13109	1	2	1	7720	7740	18+21	14.343	14.363	7.08.18	84.0	2.45	2.66	2.56
13109	1	2	1	7740	7760	18+01	14.363	14.383	7.08.18	83.6	2.45	4.98	3.72
13109	1	2	1	7760	7780	17+81	14.383	14.403	7.08.18	83.3	2.62	3.69	3.16
13109	1	2	1	7780	7800	17+61	14.403	14.423	7.08.18	82.9	2.44	3.27	2.86
13109	1	2	1	7800	7820	17+41	14.423	14.443	7.08.18	82.5	2.82	3.72	3.27
13109	1	2	1	7820	7840	17+21	14.443	14.463	7.08.18	82.1	2.44	2.75	2.60
13109	1	2	1	7840	7860	17+01	14.463	14.483	7.08.18	82.2	5.60	6.63	6.12
13109	1	2	1	7860	7880	16+81	14.483	14.503	7.08.18	82.4	3.25	4.04	3.65
13109	1	2	1	7880	7900	16+61	14.503	14.523	7.08.18	82.7	1.28	1.87	1.58
13109	1	2	1	7900	7920	16+41	14.523	14.543	7.08.18	83.5	1.10	1.06	1.08
13109	1	2	1	7920	7940	16+21	14.543	14.563	7.08.18	84.3	0.86	0.68	0.77
13109	1	2	1	7940	7960	16+01	14.563	14.583	7.08.18	84.5	0.97	1.40	1.19
13109	1	2	1	7960	7980	15+81	14.583	14.603	7.08.18	85.1	1.34	1.97	1.66
13109	1	2	1	7980	8000	15+61	14.603	14.623	7.08.18	85.7	1.01	1.15	1.08
13109	1	2	1	8000	8020	15+41	14.623	14.643	7.08.18	86.4	1.23	1.33	1.28
13109	1	2	1	8020	8040	15+21	14.643	14.663	7.08.18	86.6	0.79	0.86	0.83
13109	1	2	1	8040	8060	15+01	14.663	14.683	7.08.18	86.1	1.23	1.21	1.22
13109	1	2	1	8060	8080	14+81	14.683	14.703	7.08.18	85.2	0.85	0.91	0.88
13109	1	2	1	8080	8100	14+61	14.703	14.723	7.08.18	83.7	0.76	0.73	0.75
13109	1	2	1	8100	8120	14+41	14.723	14.743	7.08.18	82.1	1.03	1.66	1.35
13109	1	2	1	8120	8140	14+21	14.743	14.763	7.08.18	79.6	0.90	0.93	0.92
13109	1	2	1	8140	8160	14+01	14.763	14.783	7.08.18	75.6	0.90	0.89	0.90
13109	1	2	1	8160	8180	13+81	14.783	14.803	7.08.18	71.4	1.73	1.36	1.55
13109	1	2	1	8180	8200	13+61	14.803	14.823	7.08.18	67.7	1.05	0.98	1.02
13109	1	2	1	8200	8220	13+41	14.823	14.843	7.08.18	66.4	0.94	1.09	1.02
13109	1	2	1	8220	8240	13+21	14.843	14.863	7.08.18	67.8	0.56	0.89	0.73
13109	1	2	1	8240	8260	13+01	14.863	14.883	7.08.18	70.0	1.14	1.57	1.36
13109	1	2	1	8260	8280	12+81	14.883	14.903	7.08.18	72.1	1.01	1.24	1.13
13109	1	2	1	8280	8300	12+61	14.903	14.923	7.08.18	74.2	2.80	3.13	2.97
13109	1	2	1	8300	8320	12+41	14.923	14.943	7.08.18	76.2	1.08	1.18	1.13
13109	1	2	1	8320	8340	12+21	14.943	14.963	7.08.18	77.9	0.77	0.88	0.83
13109	1	2	1	8340	8360	12+01	14.963	14.983	7.08.18	79.4	0.65	0.79	0.72
13109	1	2	1	8360	8380	11+81	14.983	15.003	7.08.18	80.5	0.73	0.81	0.77
13109	1	2	1	8380	8400	11+61	15.003	15.023	7.08.18	81.6	0.92	0.89	0.91
13109	1	2	1	8400	8420	11+41	15.023	15.043	7.08.18	82.5	0.77	1.50	1.14
13109	1	2	1	8420	8440	11+21	15.043	15.063	7.08.18	83.2	0.95	0.87	0.91
13109	1	2	1	8440	8460	11+01	15.063	15.083	7.08.18	83.8	0.80	0.78	0.79
13109	1	2	1	8460	8480	10+81	15.083	15.103	7.08.18	83.9	1.05	0.97	1.01
13109	1	2	1	8480	8500	10+61	15.103	15.123	7.08.18	83.9	1.59	1.77	1.68
13109	1	2	1	8500	8520	10+41	15.123	15.143	7.08.18	83.6	1.30	1.31	1.31
13109	1	2	1	8520	8540	10+21	15.143	15.163	7.08.18	84.1	0.84	0.79	0.82
13109	1	2	1	8540	8560	10+01	15.163	15.183	7.08.18	84.5	0.90	0.86	0.88
13109	1	2	1	8560	8580	9+81	15.183	15.203	7.08.18	84.3	0.97	0.66	0.82
13109	1	2	1	8580	8600	9+61	15.203	15.223	7.08.18	84.3	2.51	2.38	2.45
13109	1	2	1	8600	8620	9+41	15.223	15.243	7.08.18	84.7	4.26	4.39	4.33
13109	1	2	1	8620	8640	9+21	15.243	15.263	7.08.18	85.2	1.24	1.64	1.44
13109	1	2	1	8640	8660	9+01	15.263	15.283	7.08.18	85.5	1.07	1.92	1.50

LISA 6-1 Teekatte tasasuse mõõtmine maanteel nr 13109 Narva-Auvere

Teelõik 13109_1_2_7700 - 13109_1_2_9700, km 14.323 - 16.323

Protokoll nr: IRI/ERC/009-1/2018

Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ

Mõõtis: Destia Oy

Mõõtmiseks kasutatud seade: Greenwood Profilograph

Mõõtmisamm: 20m

Mõõtmiste alguspunkt: 13109_1_2_7700; km 14.323

Mõõtmiste lõpp-punkt: 13109_1_2_9700; km 16.323

Mõõdetud suund: suund 1

Mõõdetud teelõigu pikkus: 2000 m

Mõõtmised on seotud Riikliku teeregistriga

Mnt nr	STEE	TO	Suund	A_kaugus	L_kaugus	PK	Alg_km	Lõpp_km	Kpv	Kiirus, km/h	IRI, mm/m		
											vasak	parem	keskmine
13109	1	2	1	8660	8680	8+81	15.283	15.303	7.08.18	85.7	1.03	2.07	1.55
13109	1	2	1	8680	8700	8+61	15.303	15.323	7.08.18	86.3	1.33	1.96	1.65
13109	1	2	1	8700	8720	8+41	15.323	15.343	7.08.18	86.7	0.90	2.17	1.54
13109	1	2	1	8720	8740	8+21	15.343	15.363	7.08.18	87.1	0.78	2.22	1.50
13109	1	2	1	8740	8760	8+01	15.363	15.383	7.08.18	87.6	0.87	1.57	1.22
13109	1	2	1	8760	8780	7+81	15.383	15.403	7.08.18	88.3	1.68	1.98	1.83
13109	1	2	1	8780	8800	7+61	15.403	15.423	7.08.18	88.9	1.87	2.19	2.03
13109	1	2	1	8800	8820	7+41	15.423	15.443	7.08.18	89.5	1.65	2.94	2.30
13109	1	2	1	8820	8840	7+21	15.443	15.463	7.08.18	89.9	0.63	0.90	0.77
13109	1	2	1	8840	8860	7+01	15.463	15.483	7.08.18	90.3	1.03	0.98	1.01
13109	1	2	1	8860	8880	6+81	15.483	15.503	7.08.18	90.8	0.84	0.93	0.89
13109	1	2	1	8880	8900	6+61	15.503	15.523	7.08.18	91.3	0.91	1.03	0.97
13109	1	2	1	8900	8920	6+41	15.523	15.543	7.08.18	91.7	1.18	0.99	1.09
13109	1	2	1	8920	8940	6+21	15.543	15.563	7.08.18	92.0	1.21	0.92	1.07
13109	1	2	1	8940	8960	6+01	15.563	15.583	7.08.18	92.0	1.40	1.59	1.50
13109	1	2	1	8960	8980	5+81	15.583	15.603	7.08.18	92.2	1.85	1.72	1.79
13109	1	2	1	8980	9000	5+61	15.603	15.623	7.08.18	92.1	1.22	0.99	1.11
13109	1	2	1	9000	9020	5+41	15.623	15.643	7.08.18	91.9	2.18	1.55	1.87
13109	1	2	1	9020	9040	5+21	15.643	15.663	7.08.18	91.7	1.60	1.48	1.54
13109	1	2	1	9040	9060	5+01	15.663	15.683	7.08.18	91.6	1.53	1.47	1.50
13109	1	2	1	9060	9080	4+81	15.683	15.703	7.08.18	91.7	2.20	1.20	1.70
13109	1	2	1	9080	9100	4+61	15.703	15.723	7.08.18	91.5	1.24	0.70	0.97
13109	1	2	1	9100	9120	4+41	15.723	15.743	7.08.18	91.5	1.17	1.49	1.33
13109	1	2	1	9120	9140	4+21	15.743	15.763	7.08.18	91.6	0.75	0.75	0.75
13109	1	2	1	9140	9160	4+01	15.763	15.783	7.08.18	91.6	0.81	0.79	0.80
13109	1	2	1	9160	9180	3+81	15.783	15.803	7.08.18	91.8	1.15	1.12	1.14
13109	1	2	1	9180	9200	3+61	15.803	15.823	7.08.18	92.0	0.88	1.00	0.94
13109	1	2	1	9200	9220	3+41	15.823	15.843	7.08.18	92.3	0.72	0.76	0.74
13109	1	2	1	9220	9240	3+21	15.843	15.863	7.08.18	92.4	0.78	1.20	0.99
13109	1	2	1	9240	9260	3+01	15.863	15.883	7.08.18	92.3	1.24	2.26	1.75
13109	1	2	1	9260	9280	2+81	15.883	15.903	7.08.18	91.9	0.94	1.06	1.00
13109	1	2	1	9280	9300	2+61	15.903	15.923	7.08.18	91.7	0.59	0.73	0.66
13109	1	2	1	9300	9320	2+41	15.923	15.943	7.08.18	91.3	1.10	1.16	1.13
13109	1	2	1	9320	9340	2+21	15.943	15.963	7.08.18	90.4	0.74	0.92	0.83
13109	1	2	1	9340	9360	2+01	15.963	15.983	7.08.18	89.5	0.78	0.84	0.81
13109	1	2	1	9360	9380	1+81	15.983	16.003	7.08.18	88.8	1.14	1.86	1.50
13109	1	2	1	9380	9400	1+61	16.003	16.023	7.08.18	87.7	0.73	0.98	0.86
13109	1	2	1	9400	9420	1+41	16.023	16.043	7.08.18	86.9	1.01	1.68	1.35
13109	1	2	1	9420	9440	1+21	16.043	16.063	7.08.18	86.5	0.75	1.25	1.00
13109	1	2	1	9440	9460	1+01	16.063	16.083	7.08.18	85.8	0.83	0.80	0.82
13109	1	2	1	9460	9480	0+81	16.083	16.103	7.08.18	85.0	1.62	1.87	1.75
13109	1	2	1	9480	9500	0+61	16.103	16.123	7.08.18	84.5	2.67	2.01	2.34
13109	1	2	1	9500	9520	0+41	16.123	16.143	7.08.18	84.3	3.91	3.18	3.55
13109	1	2	1	9520	9540	0+21	16.143	16.163	7.08.18	84.3	3.41	2.85	3.13
13109	1	2	1	9540	9560	0+01	16.163	16.183	7.08.18	83.9	2.66	2.93	2.80
13109	1	2	1	9560	9580	-0+19	16.183	16.203	7.08.18	83.5	4.45	3.94	4.20
13109	1	2	1	9580	9600	-0+39	16.203	16.223	7.08.18	83.3	4.22	4.59	4.41
13109	1	2	1	9600	9620	-0+59	16.223	16.243	7.08.18	83.5	4.43	3.47	3.95

LISA 6-1 Teekatte tasetõõtmise mõõtmise maanteel nr 13109 Narva-Auvere

Teelõik 13109_1_2_7700 - 13109_1_2_9700, km 14.323 - 16.323

Protokoll nr: IRI/ERC/009-1/2018

Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ

Mõõtis: Destia Oy

Mõõtmiseks kasutatud seade: Greenwood Profilograph

Mõõtmisamm: 20m

Mõõtmise alguspunkt: 13109_1_2_7700; km 14.323

Mõõtmise lõpp-punkt: 13109_1_2_9700; km 16.323

Mõõdetud suund: suund 1

Mõõdetud teelõigu pikkus: 2000 m

Mõõtmised on seotud Riikliku teeregistriga

Mnt nr	STEE	TO	Suund	A_kaugus	L_kaugus	PK	Alg_km	Lõpp_km	Kpv	Kiirus, km/h	IRI, mm/m		
											vasak	parem	keskmine
13109	1	2	1	9620	9640	-0+79	16.243	16.263	7.08.18	83.3	3.60	4.23	3.92
13109	1	2	1	9640	9660	-0+99	16.263	16.283	7.08.18	82.5	4.61	3.82	4.22
13109	1	2	1	9660	9680	-1+19	16.283	16.303	7.08.18	82.1	6.19	5.58	5.89
13109	1	2	1	9680	9700	-1+39	16.303	16.323	7.08.18	81.9	4.71	6.06	5.39

Keskmine: 1.67 1.88 1.78

Keskmine IRI ilma esimese ja viimase 20 m teelõiguta: 1.60 1.79 1.70

Keskmine IRI ilma esimese ja viimase 100 m teelõiguta: 1.42 1.60 1.51

LISA 6-2 Teekatte tasetasuse mõõtmine maanteel nr 13109 Narva-Auvere

Teelõik 13109_1_2_7700 - 13109_1_2_9700, km 14.323 - 16.323

Protokoll nr: IRI/ERC/009-2/2018

Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ

Mõõtis: Destia Oy

Mõõtmiseks kasutatud seade: Greenwood Profilograph

Mõõtmisamm: 20m

Mõõtmiste alguspunkt: 13109_1_2_7700; km 14.323

Mõõtmiste lõpp-punkt: 13109_1_2_9700; km 16.323

Mõõdetud suund: suund 2

Mõõdetud teelõigu pikkus: 2000 m

Mõõtmised on seotud Riikliku teeregistriga

Mnt nr	STEE	TO	Suund	A_kaugus	L_kaugus	PK	Alg_km	Lõpp_km	Kpv	Kiirus, km/h	IRI, mm/m		
											vasak	parem	keskmine
13109	1	2	2	7700	7720	18+41	14.323	14.343	7.08.18	85.4	5.22	5.74	5.48
13109	1	2	2	7720	7740	18+21	14.343	14.363	7.08.18	85.4	2.96	2.87	2.92
13109	1	2	2	7740	7760	18+01	14.363	14.383	7.08.18	85.6	2.52	2.61	2.57
13109	1	2	2	7760	7780	17+81	14.383	14.403	7.08.18	85.6	2.25	3.68	2.97
13109	1	2	2	7780	7800	17+61	14.403	14.423	7.08.18	85.6	3.02	3.28	3.15
13109	1	2	2	7800	7820	17+41	14.423	14.443	7.08.18	85.5	1.87	2.39	2.13
13109	1	2	2	7820	7840	17+21	14.443	14.463	7.08.18	85.5	1.73	2.20	1.97
13109	1	2	2	7840	7860	17+01	14.463	14.483	7.08.18	86.4	3.87	4.02	3.95
13109	1	2	2	7860	7880	16+81	14.483	14.503	7.08.18	87.2	1.70	2.03	1.87
13109	1	2	2	7880	7900	16+61	14.503	14.523	7.08.18	88.1	0.95	1.23	1.09
13109	1	2	2	7900	7920	16+41	14.523	14.543	7.08.18	88.7	0.80	1.20	1.00
13109	1	2	2	7920	7940	16+21	14.543	14.563	7.08.18	89.0	1.22	1.65	1.44
13109	1	2	2	7940	7960	16+01	14.563	14.583	7.08.18	89.0	1.18	1.57	1.38
13109	1	2	2	7960	7980	15+81	14.583	14.603	7.08.18	89.0	1.09	1.31	1.20
13109	1	2	2	7980	8000	15+61	14.603	14.623	7.08.18	89.1	1.28	1.30	1.29
13109	1	2	2	8000	8020	15+41	14.623	14.643	7.08.18	89.3	1.04	1.05	1.05
13109	1	2	2	8020	8040	15+21	14.643	14.663	7.08.18	89.6	0.86	0.78	0.82
13109	1	2	2	8040	8060	15+01	14.663	14.683	7.08.18	89.8	0.87	0.96	0.92
13109	1	2	2	8060	8080	14+81	14.683	14.703	7.08.18	89.6	0.95	0.76	0.86
13109	1	2	2	8080	8100	14+61	14.703	14.723	7.08.18	89.2	0.87	0.80	0.84
13109	1	2	2	8100	8120	14+41	14.723	14.743	7.08.18	88.8	1.04	1.12	1.08
13109	1	2	2	8120	8140	14+21	14.743	14.763	7.08.18	88.5	0.78	1.09	0.94
13109	1	2	2	8140	8160	14+01	14.763	14.783	7.08.18	88.5	0.72	0.78	0.75
13109	1	2	2	8160	8180	13+81	14.783	14.803	7.08.18	88.3	0.64	0.48	0.56
13109	1	2	2	8180	8200	13+61	14.803	14.823	7.08.18	88.2	0.95	1.15	1.05
13109	1	2	2	8200	8220	13+41	14.823	14.843	7.08.18	88.3	1.40	1.51	1.46
13109	1	2	2	8220	8240	13+21	14.843	14.863	7.08.18	88.4	1.14	1.36	1.25
13109	1	2	2	8240	8260	13+01	14.863	14.883	7.08.18	88.5	0.82	1.44	1.13
13109	1	2	2	8260	8280	12+81	14.883	14.903	7.08.18	88.4	1.87	3.13	2.50
13109	1	2	2	8280	8300	12+61	14.903	14.923	7.08.18	88.2	5.94	5.88	5.91
13109	1	2	2	8300	8320	12+41	14.923	14.943	7.08.18	88.1	1.13	0.80	0.97
13109	1	2	2	8320	8340	12+21	14.943	14.963	7.08.18	88.5	0.66	0.55	0.61
13109	1	2	2	8340	8360	12+01	14.963	14.983	7.08.18	88.8	0.97	1.33	1.15
13109	1	2	2	8360	8380	11+81	14.983	15.003	7.08.18	88.8	1.16	1.26	1.21
13109	1	2	2	8380	8400	11+61	15.003	15.023	7.08.18	88.6	1.91	2.62	2.27
13109	1	2	2	8400	8420	11+41	15.023	15.043	7.08.18	88.3	1.24	1.34	1.29
13109	1	2	2	8420	8440	11+21	15.043	15.063	7.08.18	87.9	0.85	1.35	1.10
13109	1	2	2	8440	8460	11+01	15.063	15.083	7.08.18	87.5	0.67	0.80	0.74
13109	1	2	2	8460	8480	10+81	15.083	15.103	7.08.18	86.8	1.96	1.84	1.90
13109	1	2	2	8480	8500	10+61	15.103	15.123	7.08.18	86.4	2.27	1.92	2.10
13109	1	2	2	8500	8520	10+41	15.123	15.143	7.08.18	86.3	1.01	0.93	0.97
13109	1	2	2	8520	8540	10+21	15.143	15.163	7.08.18	86.6	0.81	0.92	0.87
13109	1	2	2	8540	8560	10+01	15.163	15.183	7.08.18	86.6	1.07	1.07	1.07
13109	1	2	2	8560	8580	9+81	15.183	15.203	7.08.18	86.7	1.39	0.96	1.18
13109	1	2	2	8580	8600	9+61	15.203	15.223	7.08.18	86.5	5.46	4.44	4.95
13109	1	2	2	8600	8620	9+41	15.223	15.243	7.08.18	85.9	1.65	1.54	1.60
13109	1	2	2	8620	8640	9+21	15.243	15.263	7.08.18	85.1	1.19	3.03	2.11
13109	1	2	2	8640	8660	9+01	15.263	15.283	7.08.18	84.3	2.12	4.21	3.17

LISA 6-2 Teekatte tasasuse mõõtmine maanteel nr 13109 Narva-Auvere

Teelõik 13109_1_2_7700 - 13109_1_2_9700, km 14.323 - 16.323

Protokoll nr: IRI/ERC/009-2/2018

Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ

Mõõtis: Destia Oy

Mõõtmiseks kasutatud seade: Greenwood Profilograph

Mõõtmisamm: 20m

Mõõtmiste alguspunkt: 13109_1_2_7700; km 14.323

Mõõtmiste lõpp-punkt: 13109_1_2_9700; km 16.323

Mõõdetud suund: suund 2

Mõõdetud teelõigu pikkus: 2000 m

Mõõtmised on seotud Riikliku teeregistriga

Mnt nr	STEE	TO	Suund	A_kaugus	L_kaugus	PK	Alg_km	Lõpp_km	Kpv	Kiirus, km/h	IRI, mm/m		
											vasak	parem	keskmine
13109	1	2	2	8660	8680	8+81	15.283	15.303	7.08.18	84.3	0.76	1.09	0.93
13109	1	2	2	8680	8700	8+61	15.303	15.323	7.08.18	84.2	0.83	1.54	1.19
13109	1	2	2	8700	8720	8+41	15.323	15.343	7.08.18	84.0	0.75	1.57	1.16
13109	1	2	2	8720	8740	8+21	15.343	15.363	7.08.18	84.0	0.84	1.19	1.02
13109	1	2	2	8740	8760	8+01	15.363	15.383	7.08.18	84.0	0.64	0.58	0.61
13109	1	2	2	8760	8780	7+81	15.383	15.403	7.08.18	83.6	1.50	1.43	1.47
13109	1	2	2	8780	8800	7+61	15.403	15.423	7.08.18	83.4	0.59	1.19	0.89
13109	1	2	2	8800	8820	7+41	15.423	15.443	7.08.18	83.7	1.36	1.30	1.33
13109	1	2	2	8820	8840	7+21	15.443	15.463	7.08.18	84.1	0.75	0.99	0.87
13109	1	2	2	8840	8860	7+01	15.463	15.483	7.08.18	84.3	0.76	1.05	0.91
13109	1	2	2	8860	8880	6+81	15.483	15.503	7.08.18	84.6	0.71	0.73	0.72
13109	1	2	2	8880	8900	6+61	15.503	15.523	7.08.18	84.6	0.88	0.85	0.87
13109	1	2	2	8900	8920	6+41	15.523	15.543	7.08.18	84.5	0.92	0.89	0.91
13109	1	2	2	8920	8940	6+21	15.543	15.563	7.08.18	84.5	0.69	0.87	0.78
13109	1	2	2	8940	8960	6+01	15.563	15.583	7.08.18	84.7	1.14	0.90	1.02
13109	1	2	2	8960	8980	5+81	15.583	15.603	7.08.18	84.8	1.20	1.05	1.13
13109	1	2	2	8980	9000	5+61	15.603	15.623	7.08.18	85.1	1.12	0.76	0.94
13109	1	2	2	9000	9020	5+41	15.623	15.643	7.08.18	85.2	1.18	2.00	1.59
13109	1	2	2	9020	9040	5+21	15.643	15.663	7.08.18	85.2	1.97	2.93	2.45
13109	1	2	2	9040	9060	5+01	15.663	15.683	7.08.18	85.0	1.08	0.74	0.91
13109	1	2	2	9060	9080	4+81	15.683	15.703	7.08.18	85.0	1.60	1.77	1.69
13109	1	2	2	9080	9100	4+61	15.703	15.723	7.08.18	84.9	0.79	1.17	0.98
13109	1	2	2	9100	9120	4+41	15.723	15.743	7.08.18	84.8	0.84	1.59	1.22
13109	1	2	2	9120	9140	4+21	15.743	15.763	7.08.18	84.9	0.90	1.30	1.10
13109	1	2	2	9140	9160	4+01	15.763	15.783	7.08.18	85.0	0.64	0.91	0.78
13109	1	2	2	9160	9180	3+81	15.783	15.803	7.08.18	85.0	1.67	1.58	1.63
13109	1	2	2	9180	9200	3+61	15.803	15.823	7.08.18	84.8	0.88	0.84	0.86
13109	1	2	2	9200	9220	3+41	15.823	15.843	7.08.18	84.9	0.61	0.75	0.68
13109	1	2	2	9220	9240	3+21	15.843	15.863	7.08.18	84.9	0.68	0.90	0.79
13109	1	2	2	9240	9260	3+01	15.863	15.883	7.08.18	84.7	0.63	1.31	0.97
13109	1	2	2	9260	9280	2+81	15.883	15.903	7.08.18	84.5	0.87	1.35	1.11
13109	1	2	2	9280	9300	2+61	15.903	15.923	7.08.18	83.8	1.00	1.68	1.34
13109	1	2	2	9300	9320	2+41	15.923	15.943	7.08.18	83.2	1.00	0.76	0.88
13109	1	2	2	9320	9340	2+21	15.943	15.963	7.08.18	82.9	0.79	0.58	0.69
13109	1	2	2	9340	9360	2+01	15.963	15.983	7.08.18	82.4	0.53	0.86	0.70
13109	1	2	2	9360	9380	1+81	15.983	16.003	7.08.18	81.7	0.78	0.89	0.84
13109	1	2	2	9380	9400	1+61	16.003	16.023	7.08.18	81.0	0.86	1.04	0.95
13109	1	2	2	9400	9420	1+41	16.023	16.043	7.08.18	80.1	1.14	1.03	1.09
13109	1	2	2	9420	9440	1+21	16.043	16.063	7.08.18	79.1	0.77	1.29	1.03
13109	1	2	2	9440	9460	1+01	16.063	16.083	7.08.18	78.0	1.53	2.73	2.13
13109	1	2	2	9460	9480	0+81	16.083	16.103	7.08.18	76.8	0.75	1.07	0.91
13109	1	2	2	9480	9500	0+61	16.103	16.123	7.08.18	75.4	3.87	2.28	3.08
13109	1	2	2	9500	9520	0+41	16.123	16.143	7.08.18	74.1	4.07	3.54	3.81
13109	1	2	2	9520	9540	0+21	16.143	16.163	7.08.18	73.0	4.71	4.11	4.41
13109	1	2	2	9540	9560	0+01	16.163	16.183	7.08.18	72.2	3.48	4.10	3.79
13109	1	2	2	9560	9580	-0+19	16.183	16.203	7.08.18	71.7	5.11	4.44	4.78
13109	1	2	2	9580	9600	-0+39	16.203	16.223	7.08.18	71.1	2.94	3.49	3.22
13109	1	2	2	9600	9620	-0+59	16.223	16.243	7.08.18	70.3	3.37	4.52	3.95

LISA 6-2 Teekatte tasetasumise mõõtmine maanteel nr 13109 Narva-Auvere

Teelõik 13109_1_2_7700 - 13109_1_2_9700, km 14.323 - 16.323

Protokoll nr: IRI/ERC/009-2/2018

Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ

Mõõtis: Destia Oy

Mõõtmiseks kasutatud seade: Greenwood Profilograph

Mõõtmisamm: 20m

Mõõtmiste alguspunkt: 13109_1_2_7700; km 14.323

Mõõtmiste lõpp-punkt: 13109_1_2_9700; km 16.323

Mõõdetud suund: suund 2

Mõõdetud teelõigu pikkus: 2000 m

Mõõtmised on seotud Riikliku teeregistriga

Mnt nr	STEE	TO	Suund	A_kaugus	L_kaugus	PK	Alg_km	Lõpp_km	Kpv	Kiirus, km/h	IRI, mm/m		
											vasak	parem	keskmine
13109	1	2	2	9620	9640	-0+79	16.243	16.263	7.08.18	70.0	4.19	4.19	4.19
13109	1	2	2	9640	9660	-0+99	16.263	16.283	7.08.18	70.3	4.29	3.84	4.07
13109	1	2	2	9660	9680	-1+19	16.283	16.303	7.08.18	70.0	8.19	7.24	7.72
13109	1	2	2	9680	9700	-1+39	16.303	16.323	7.08.18	70.3	4.48	4.20	4.34

Keskmine: 1.67 1.85 1.76

Keskmine IRI ilma esimese ja viimase 20 m teelõiguta: 1.60 1.79 1.70

Keskmine IRI ilma esimese ja viimase 100 m teelõiguta: 1.40 1.59 1.50

LISA 6-3 Teekatte tasetõõtmise mõõtmise maanteel nr 17192 Simuna-Vaiatu

Teelõik 17192_1_1_2900 - 17192_1_1_4200, km 2.900 - 4.200

Protokoll nr: IRI/ERC/010-1/2018

Tõõ teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ

Mõõtis: Destia Oy

Mõõtmiseks kasutatud seade: Greenwood Profilograph

Mõõtmisamm: 20m

Mõõtmise alguspunkt: 17192_1_1_2900; km 2.900

Mõõtmise lõpp-punkt: 17192_1_1_4200; km 4.200

Mõõdetud suund: suund 1

Mõõdetud teelõigu pikkus: 1300 m

Mõõtmised on seotud Riikliku teeregistriga

Mnt nr	STEE	TO	Suund	A_kaugus	L_kaugus	PK	Alg_km	Lõpp_km	Kpv	Kiirus, km/h	IRI, mm/m		
											vasak	parem	keskmise
17192	1	1	1	2900	2920	29+00	2.900	2.920	7.08.18	64.7	3.10	4.41	3.76
17192	1	1	1	2920	2940	29+20	2.920	2.940	7.08.18	64.9	3.27	5.32	4.30
17192	1	1	1	2940	2960	29+40	9.563	9.583	7.08.18	65.1	3.79	4.61	4.20
17192	1	1	1	2960	2980	29+60	9.583	9.603	7.08.18	64.6	3.17	3.76	3.47
17192	1	1	1	2980	3000	29+80	9.603	9.623	7.08.18	64.3	4.63	6.47	5.55
17192	1	1	1	3000	3020	30+00	9.623	9.643	7.08.18	63.6	2.09	3.27	2.68
17192	1	1	1	3020	3040	30+20	9.643	9.663	7.08.18	64.1	5.68	5.80	5.74
17192	1	1	1	3040	3060	30+40	9.663	9.683	7.08.18	65.2	2.04	2.92	2.48
17192	1	1	1	3060	3080	30+60	9.683	9.703	7.08.18	66.1	1.86	2.45	2.16
17192	1	1	1	3080	3100	30+80	9.703	9.723	7.08.18	66.7	2.38	3.01	2.70
17192	1	1	1	3100	3120	31+00	9.723	9.743	7.08.18	66.8	2.07	2.78	2.43
17192	1	1	1	3120	3140	31+20	9.743	9.763	7.08.18	67.6	2.88	3.16	3.02
17192	1	1	1	3140	3160	31+40	9.763	9.783	7.08.18	68.6	3.27	2.93	3.10
17192	1	1	1	3160	3180	31+60	9.783	9.803	7.08.18	69.5	3.05	2.16	2.61
17192	1	1	1	3180	3200	31+80	9.803	9.823	7.08.18	70.4	4.65	2.05	3.35
17192	1	1	1	3200	3220	32+00	9.823	9.843	7.08.18	71.3	4.33	2.82	3.58
17192	1	1	1	3220	3240	32+20	9.843	9.863	7.08.18	71.1	2.02	2.68	2.35
17192	1	1	1	3240	3260	32+40	9.863	9.883	7.08.18	70.9	1.77	2.46	2.12
17192	1	1	1	3260	3280	32+60	9.883	9.903	7.08.18	69.8	4.13	4.03	4.08
17192	1	1	1	3280	3300	32+80	9.903	9.923	7.08.18	68.3	2.41	2.96	2.69
17192	1	1	1	3300	3320	33+00	9.923	9.943	7.08.18	67.9	2.56	3.26	2.91
17192	1	1	1	3320	3340	33+20	9.943	9.963	7.08.18	67.5	3.34	2.56	2.95
17192	1	1	1	3340	3360	33+40	9.963	9.983	7.08.18	67.3	2.89	2.63	2.76
17192	1	1	1	3360	3380	33+60	9.983	10.003	7.08.18	67.8	2.92	3.49	3.21
17192	1	1	1	3380	3400	33+80	10.003	10.023	7.08.18	68.6	2.73	3.68	3.21
17192	1	1	1	3400	3420	34+00	10.023	10.043	7.08.18	68.7	3.15	4.45	3.80
17192	1	1	1	3420	3440	34+20	10.043	10.063	7.08.18	69.1	3.02	3.87	3.45
17192	1	1	1	3440	3460	34+40	10.063	10.083	7.08.18	69.7	2.69	2.96	2.83
17192	1	1	1	3460	3480	34+60	10.083	10.103	7.08.18	70.8	2.44	3.39	2.92
17192	1	1	1	3480	3500	34+80	10.103	10.123	7.08.18	71.5	3.67	2.51	3.09
17192	1	1	1	3500	3520	35+00	10.123	10.143	7.08.18	71.8	3.88	5.01	4.45
17192	1	1	1	3520	3540	35+20	10.143	10.163	7.08.18	71.9	3.67	4.02	3.85
17192	1	1	1	3540	3560	35+40	10.163	10.183	7.08.18	71.8	3.29	3.36	3.33
17192	1	1	1	3560	3580	35+60	10.183	10.203	7.08.18	71.6	2.64	2.98	2.81
17192	1	1	1	3580	3600	35+80	10.203	10.223	7.08.18	71.7	2.03	3.26	2.65
17192	1	1	1	3600	3620	36+00	10.223	10.243	7.08.18	71.3	3.13	3.78	3.46
17192	1	1	1	3620	3640	36+20	10.243	10.263	7.08.18	70.1	3.12	3.51	3.32
17192	1	1	1	3640	3660	36+40	10.263	10.283	7.08.18	68.7	3.53	3.39	3.46
17192	1	1	1	3660	3680	36+60	10.283	10.303	7.08.18	67.6	3.36	4.79	4.08
17192	1	1	1	3680	3700	36+80	10.303	10.323	7.08.18	66.2	4.19	6.58	5.39
17192	1	1	1	3700	3720	37+00	10.323	10.343	7.08.18	65.0	3.28	4.66	3.97
17192	1	1	1	3720	3740	37+20	10.343	10.363	7.08.18	63.7	3.67	4.07	3.87
17192	1	1	1	3740	3760	37+40	10.363	10.383	7.08.18	62.7	2.36	2.90	2.63
17192	1	1	1	3760	3780	37+60	10.383	10.403	7.08.18	62.7	3.84	5.16	4.50
17192	1	1	1	3780	3800	37+80	10.403	10.423	7.08.18	63.3	1.90	3.22	2.56
17192	1	1	1	3800	3820	38+00	10.423	10.443	7.08.18	64.6	2.12	3.64	2.88
17192	1	1	1	3820	3840	38+20	10.443	10.463	7.08.18	65.9	2.06	2.51	2.29
17192	1	1	1	3840	3860	38+40	10.463	10.483	7.08.18	67.8	2.68	3.74	3.21

LISA 6-3 Teekatte tasasuse mõõtmine maanteel nr 17192 Simuna-Vaiatu

Teelõik 17192_1_1_2900 - 17192_1_1_4200, km 2.900 - 4.200

Protokoll nr: IRI/ERC/010-1/2018

Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ

Mõõtis: Destia Oy

Mõõtmiseks kasutatud seade: Greenwood Profilograph

Mõõtmisamm: 20m

Mõõtmiste alguspunkt: 17192_1_1_2900; km 2.900

Mõõtmiste lõpp-punkt: 17192_1_1_4200; km 4.200

Mõõdetud suund: suund 1

Mõõdetud teelõigu pikkus: 1300 m

Mõõtmised on seotud Riikliku teeregistriga

Mnt nr	STEE	TO	Suund	A_kaugus	L_kaugus	PK	Alg_km	Lõpp_km	Kpv	Kiirus, km/h	IRI, mm/m		
											vasak	parem	keskmine
17192	1	1	1	3860	3880	38+60	10.483	10.503	7.08.18	69.5	3.19	5.84	4.52
17192	1	1	1	3880	3900	38+80	10.503	10.523	7.08.18	69.3	2.35	3.04	2.70
17192	1	1	1	3900	3920	39+00	10.523	10.543	7.08.18	68.4	2.86	4.37	3.62
17192	1	1	1	3920	3940	39+20	10.543	10.563	7.08.18	68.7	5.25	7.54	6.40
17192	1	1	1	3940	3960	39+40	10.563	10.583	7.08.18	69.8	2.04	3.15	2.60
17192	1	1	1	3960	3980	39+60	10.583	10.603	7.08.18	69.4	1.40	2.07	1.74
17192	1	1	1	3980	4000	39+80	10.603	10.623	7.08.18	69.1	1.84	2.55	2.20
17192	1	1	1	4000	4020	40+00	10.623	10.643	7.08.18	69.1	3.41	3.46	3.44
17192	1	1	1	4020	4040	40+20	10.643	10.663	7.08.18	68.3	2.64	3.43	3.04
17192	1	1	1	4040	4060	40+40	10.663	10.683	7.08.18	67.8	2.75	4.02	3.39
17192	1	1	1	4060	4080	40+60	10.683	10.703	7.08.18	67.3	1.96	2.98	2.47
17192	1	1	1	4080	4100	40+80	10.703	10.723	7.08.18	66.6	2.19	1.88	2.04
											2.98	3.63	3.30
Keskmine IRI ilma esimese ja viimase 20 m teelõiguta:											2.99	3.65	3.32
Keskmine IRI ilma esimese ja viimase 100 m teelõiguta:											2.95	3.55	3.25

LISA 6-4 Teekatte tasasuse mõõtmine maanteel nr 17192 Simuna-Vaiatu

Teelõik 17192_1_1_2900 - 17192_1_1_4200, km 2.900 - 4.200

Protokoll nr: IRI/ERC/010-2/2018

Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ

Mõõtis: Destia Oy

Mõõtmiseks kasutatud seade: Greenwood Profilograph

Mõõtmisamm: 20m

Mõõtmiste alguspunkt: 17192_1_1_2900; km 2.900

Mõõtmiste lõpp-punkt: 17192_1_1_4200; km 4.200

Mõõdetud suund: suund 2

Mõõdetud teelõigu pikkus: 1300 m

Mõõtmised on seotud Riikliku teeregistriga

Mnt nr	STEE	TO	Suund	A_kaugus	L_kaugus	PK	Alg_km	Lõpp_km	Kpv	Kiirus, km/h	IRI, mm/m		
											vasak	parem	keskmine
17192	1	1	2	2900	2920	29+00	2.900	2.920	7.08.18	58.2	2.93	3.38	3.16
17192	1	1	2	2920	2940	29+20	2.920	2.940	7.08.18	58.5	3.52	3.48	3.50
17192	1	1	2	2940	2960	29+40	9.563	9.583	7.08.18	59.0	3.93	3.18	3.56
17192	1	1	2	2960	2980	29+60	9.583	9.603	7.08.18	60.2	3.15	3.94	3.55
17192	1	1	2	2980	3000	29+80	9.603	9.623	7.08.18	61.5	4.50	2.64	3.57
17192	1	1	2	3000	3020	30+00	9.623	9.643	7.08.18	62.6	3.30	3.72	3.51
17192	1	1	2	3020	3040	30+20	9.643	9.663	7.08.18	63.1	4.96	6.75	5.86
17192	1	1	2	3040	3060	30+40	9.663	9.683	7.08.18	64.1	2.76	2.03	2.40
17192	1	1	2	3060	3080	30+60	9.683	9.703	7.08.18	64.8	2.69	2.63	2.66
17192	1	1	2	3080	3100	30+80	9.703	9.723	7.08.18	65.7	2.65	2.02	2.34
17192	1	1	2	3100	3120	31+00	9.723	9.743	7.08.18	66.3	2.28	2.14	2.21
17192	1	1	2	3120	3140	31+20	9.743	9.763	7.08.18	66.6	2.09	1.82	1.96
17192	1	1	2	3140	3160	31+40	9.763	9.783	7.08.18	66.9	3.68	2.40	3.04
17192	1	1	2	3160	3180	31+60	9.783	9.803	7.08.18	66.8	1.71	2.86	2.29
17192	1	1	2	3180	3200	31+80	9.803	9.823	7.08.18	66.6	2.94	1.96	2.45
17192	1	1	2	3200	3220	32+00	9.823	9.843	7.08.18	66.4	6.25	4.99	5.62
17192	1	1	2	3220	3240	32+20	9.843	9.863	7.08.18	66.3	1.85	2.64	2.25
17192	1	1	2	3240	3260	32+40	9.863	9.883	7.08.18	66.2	3.31	2.52	2.92
17192	1	1	2	3260	3280	32+60	9.883	9.903	7.08.18	66.1	2.98	2.57	2.78
17192	1	1	2	3280	3300	32+80	9.903	9.923	7.08.18	65.5	2.30	1.97	2.14
17192	1	1	2	3300	3320	33+00	9.923	9.943	7.08.18	65.0	2.49	3.01	2.75
17192	1	1	2	3320	3340	33+20	9.943	9.963	7.08.18	64.8	4.32	3.43	3.88
17192	1	1	2	3340	3360	33+40	9.963	9.983	7.08.18	64.3	3.03	4.46	3.75
17192	1	1	2	3360	3380	33+60	9.983	10.003	7.08.18	64.5	2.64	3.90	3.27
17192	1	1	2	3380	3400	33+80	10.003	10.023	7.08.18	64.4	2.18	2.52	2.35
17192	1	1	2	3400	3420	34+00	10.023	10.043	7.08.18	63.7	3.24	2.89	3.07
17192	1	1	2	3420	3440	34+20	10.043	10.063	7.08.18	62.9	3.24	2.22	2.73
17192	1	1	2	3440	3460	34+40	10.063	10.083	7.08.18	62.1	2.46	1.86	2.16
17192	1	1	2	3460	3480	34+60	10.083	10.103	7.08.18	61.8	2.99	2.25	2.62
17192	1	1	2	3480	3500	34+80	10.103	10.123	7.08.18	61.2	2.95	2.44	2.70
17192	1	1	2	3500	3520	35+00	10.123	10.143	7.08.18	60.6	4.79	3.51	4.15
17192	1	1	2	3520	3540	35+20	10.143	10.163	7.08.18	60.3	3.98	3.35	3.67
17192	1	1	2	3540	3560	35+40	10.163	10.183	7.08.18	60.5	3.10	3.27	3.19
17192	1	1	2	3560	3580	35+60	10.183	10.203	7.08.18	60.5	2.70	3.22	2.96
17192	1	1	2	3580	3600	35+80	10.203	10.223	7.08.18	60.3	3.28	2.05	2.67
17192	1	1	2	3600	3620	36+00	10.223	10.243	7.08.18	60.4	3.16	3.19	3.18
17192	1	1	2	3620	3640	36+20	10.243	10.263	7.08.18	60.3	3.58	2.32	2.95
17192	1	1	2	3640	3660	36+40	10.263	10.283	7.08.18	59.6	2.50	2.53	2.52
17192	1	1	2	3660	3680	36+60	10.283	10.303	7.08.18	59.0	3.16	2.60	2.88
17192	1	1	2	3680	3700	36+80	10.303	10.323	7.08.18	58.0	3.88	2.84	3.36
17192	1	1	2	3700	3720	37+00	10.323	10.343	7.08.18	57.6	3.69	4.38	4.04
17192	1	1	2	3720	3740	37+20	10.343	10.363	7.08.18	57.6	3.52	4.06	3.79
17192	1	1	2	3740	3760	37+40	10.363	10.383	7.08.18	57.1	4.07	4.63	4.35
17192	1	1	2	3760	3780	37+60	10.383	10.403	7.08.18	57.1	3.64	3.58	3.61
17192	1	1	2	3780	3800	37+80	10.403	10.423	7.08.18	57.0	1.52	3.48	2.50
17192	1	1	2	3800	3820	38+00	10.423	10.443	7.08.18	57.1	1.27	3.21	2.24
17192	1	1	2	3820	3840	38+20	10.443	10.463	7.08.18	57.4	1.70	2.73	2.22
17192	1	1	2	3840	3860	38+40	10.463	10.483	7.08.18	59.0	3.00	4.17	3.59

LISA 6-4 Teekatte tasasuse mõõtmine maanteel nr 17192 Simuna-Vaiatu

Teelõik 17192_1_1_2900 - 17192_1_1_4200, km 2.900 - 4.200

Protokoll nr: IRI/ERC/010-2/2018

Töö teostaja: ERC Konsultatsiooni OÜ

Mõõtis: Destia Oy

Mõõtmiseks kasutatud seade: Greenwood Profilograph

Mõõtmisamm: 20m

Mõõtmiste alguspunkt: 17192_1_1_2900; km 2.900

Mõõtmiste lõpp-punkt: 17192_1_1_4200; km 4.200

Mõõdetud suund: suund 2

Mõõdetud teelõigu pikkus: 1300 m

Mõõtmised on seotud Riikliku teeregistriga

Mnt nr	STEE	TO	Suund	A_kaugus	L_kaugus	PK	Alg_km	Lõpp_km	Kpv	Kiirus, km/h	IRI, mm/m		
											vasak	parem	keskmine
17192	1	1	2	3860	3880	38+60	10.483	10.503	7.08.18	60.9	2.35	3.41	2.88
17192	1	1	2	3880	3900	38+80	10.503	10.523	7.08.18	61.5	2.38	3.42	2.90
17192	1	1	2	3900	3920	39+00	10.523	10.543	7.08.18	62.2	3.59	5.00	4.30
17192	1	1	2	3920	3940	39+20	10.543	10.563	7.08.18	62.4	4.49	6.11	5.30
17192	1	1	2	3940	3960	39+40	10.563	10.583	7.08.18	62.3	1.70	3.59	2.65
17192	1	1	2	3960	3980	39+60	10.583	10.603	7.08.18	62.7	1.68	2.16	1.92
17192	1	1	2	3980	4000	39+80	10.603	10.623	7.08.18	62.6	2.18	2.44	2.31
17192	1	1	2	4000	4020	40+00	10.623	10.643	7.08.18	62.1	3.46	2.73	3.10
17192	1	1	2	4020	4040	40+20	10.643	10.663	7.08.18	62.0	2.15	2.10	2.13
17192	1	1	2	4040	4060	40+40	10.663	10.683	7.08.18	61.6	2.90	3.70	3.30
17192	1	1	2	4060	4080	40+60	10.683	10.703	7.08.18	61.4	1.84	2.46	2.15
17192	1	1	2	4080	4100	40+80	10.703	10.723	7.08.18	62.1	2.45	3.12	2.79
											3.02	3.13	3.08
Keskmine IRI ilma esimese ja viimase 20 m teelõiguta:											3.03	3.13	3.08
Keskmine IRI ilma esimese ja viimase 100 m teelõiguta:											3.00	3.15	3.07

LISA 7. PENETRATSIOONIKATSETE TULEMUSED



2891

LÖÖKPENETRATSIOONKATSED

T17192 Simuna – Vaiatu katselõik
km 3,0 – 3,92

Puurmeister

T.Zimovets

Juhataja

K.Grünberg

Tallinn, 2018

SISUKORD

TEKST

1. Uuringute iseloomustus

JOONISED

1. Löökpenetratsiooni katsed. *Joonis 1.1....1.15*

1. UURINGUTE ISELOOMUSTUS

Asukoht ja ehitise iseloomustus

Uuritav ala asub Väike-Maarja vallas, riigitee T17192 Simuna – Vaiatu km 3,0 – 3,92 lõigul. Töö eesmärgiks on Simuna-Vaiatu massstabiliseeritud katselõigul löökpenetratsioonkatsete tegemine hindamaks stabiliseeritud pinnaste tugevusomadusi.

Tellijä

Uuringud tellis ERC Konsultatsiooni OÜ, esindaja Sven Sillamäe.

Tööde mahud

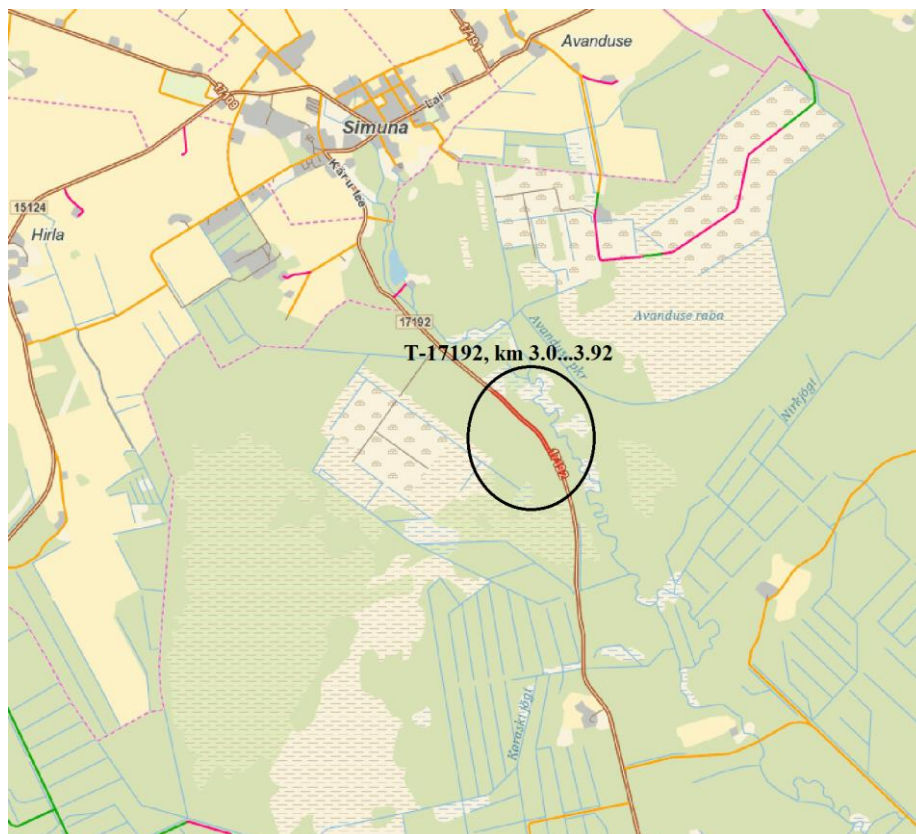
Välitööd tehti 24.09.2018. a. Töö teostasid Tõnu Zimovets ja Uku Ostrat. Välitööde käigus teostati pinnaste mehhaaniliste omaduste selgitamiseks 15 lööpenetratsioonkatset (LP) sügavusega 4,2 – 7,4 m. Pealmised teekatte kihid läbiti tigupuuriga kuni 0,3 m sügavuseni vältimaks penetratsioonivarraste vigastamist. Löökpeneratsioonid tehti puuragregaadil GM 65 GTT monteeritud HfA seadmega, mis vastab Rootsi standardile ENV 1997-3: 1995 (Eestis kehtiva EVS-EN-ISO 22476-2:2005 järgi on seade tüüp DPSH-A). Katsete käigus määrati löökide arv, mis kulus sondi süvitamiseks iga 20 cm kohta. Löökpenerreerimise dünaamiline eritakistus qd on arvutatud vastavalt standardile EVS-EN-ISO 22476-2:2005. Löökpeneratsiooniseadme tehnilised näitajad on järgmised:

Agregaat	GM 65 GTT
Vasara kaal	63,5 kg
Langetuskõrgus	500 ± 30 mm
Koonuse S	16 cm ²
Varda kaal	6 kg

Uuringupunktide asukohad määras objektil hr S. Sillamäe. Katsete tulemused on illustreeritud löökpenetratsiooni graafikutel *joonistel 1.1 - 1.15*.

Löökpeneratsioonikatsed teostati järgmistes asukohades:

LP	Pikett	Sõidusuund
1	31,25	Parem
2	31,50	Parem
3	31,75	Parem
4	32,25	Parem
5	32,50	Parem
6	32,75	Parem
7	33,25	Vasak
8	34,00	Vasak
9	34,50	Vasak
10	36,00	Parem
11	36,75	Parem
12	37,25	Vasak
13	37,60	Parem
14	38,00	Vasak
15	39,00	Vasak



Joonis 1. Uuritud lõigu asukoht

Ülevaade varasematest töödest

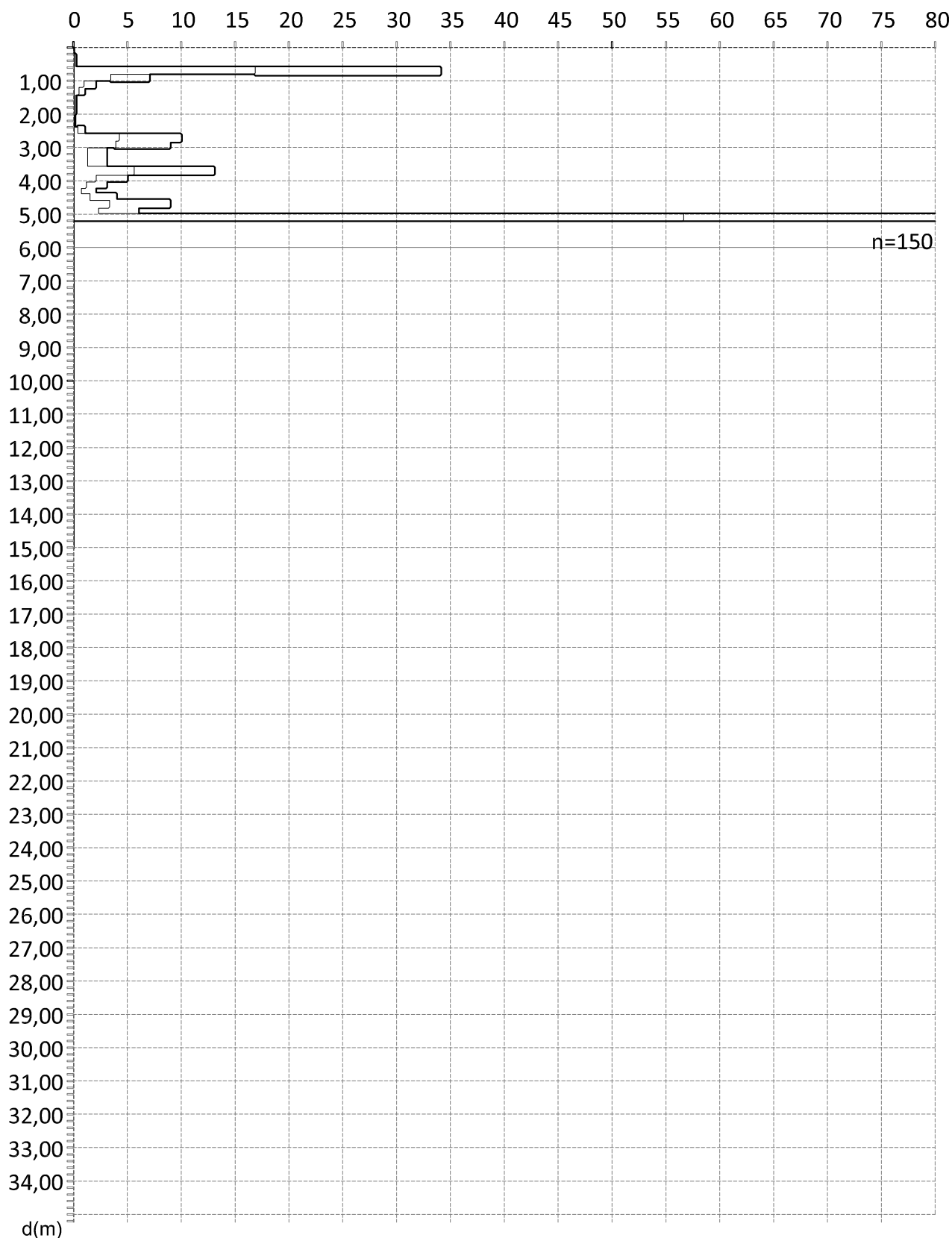
Simuna – Vaiatu katselõigu massstabiliseeritud pinnase kvaliteedikontrolliks teostati ettevõtte Ramboll poolt perioodidel 28-29. november 2013 ja 30. juuni – 1. juuli 2014 (ca 3 kuud ja 10 kuud pärast massstabiliseerimist) XRF analüüsid ja penetromeetertestid. Penetromeeterkatsete tulemused näitasid, et massstabiliseeritud pinnase nihketugevus oli kõikides lõikudes üle sihtarvuks määratud 50kPa (Ramboll 2015 – „OSAMAT. Simuna – Vaiatu quality control“). Kasutati tiivikkatsetega kohandatud penetratsiooniseadet, mille tulemused ei ole üks-üheselt võrreldavad käesolevate uuringute käigus teostatud katsete tulemustega

2014. septembris võeti ettevõtte Teede Tehnokeskus poolt lõigul PK 33+00 – PK37+00 kokku 10 monoliitproovi stabiliseeritud turbast, mille omadusi teimiti laborikatsetega. Lisaks võeti 20 proovi veesisalduse määramiseks. Uuringud näitasid, et pinnase veesisaldus varieerus suurtes piirides 68-278% vahel. Stabiliseeritud turba survetugevus oli laborikatsete kohaselt 0,0 – 0,40 kN (Teede Tehnokeskus AS 2015 – „Final Report for Study Technical monitoring and scientific analysis of data from OSAMAT project pilot sections“).

Käesolevate uuringute löökpenetratsioonkatsete tulemused on *joonistel 1.1-1.15*, kus on toodud löökide arv 20cm süvitamiseks ning pinnase dünaamiline eritakistus q_d .

LP1 - 31,25 parem

— N_{20}
— $q_d(\text{MPa})$



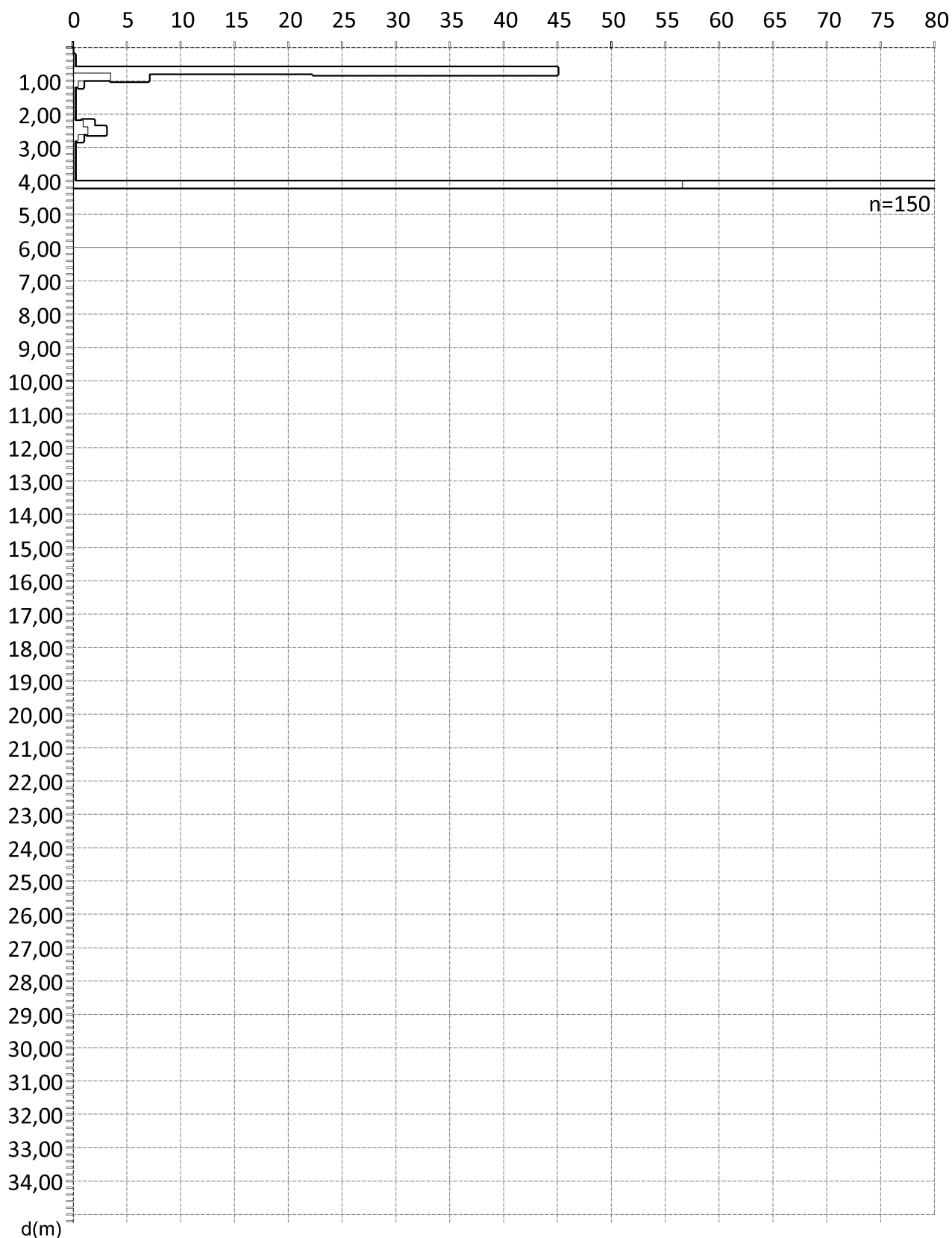
$n=150$

$d(\text{m})$

PINNASEVESI			Löökpenetreerimine	STAAD.	JOON.	LEHT
SÜGAVUS	ABS.	KUUPÄEV			1	1
			T-17192 Simuna-Vaiatu km 3,0 – 3,92	OÜ GEOTEHNIKA  2891 INSENERIBÜROO		
Autor	M. Mõtus					
Puurm.	Zimovets	09.18				

LP2 - 31,50 parem

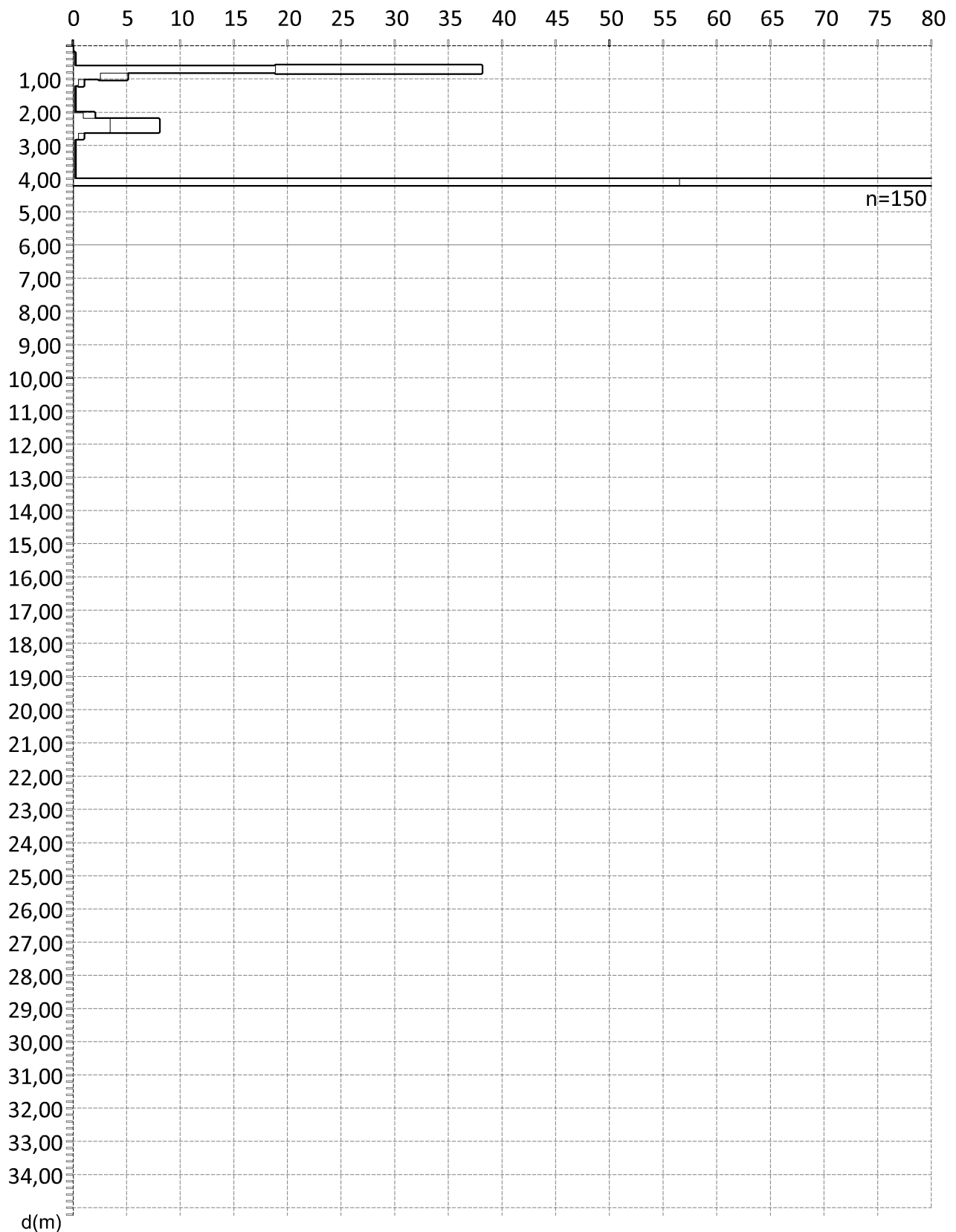
— N_{20}
— $q_d(\text{MPa})$



PINNASEVESI			Löökpenetreerimine	STAAD.	JOON.	LEHT
SÜGAVUS	ABS.	KUUPÄEV			1	2
			T-17192 Simuna-Vaiatu km 3,0 – 3,92	OÜ GEOTEHNIKA  2891 INSENERIBÜROO		
Autor	M. Mõtus					
Puurm.	Zimovets	09.18				

LP3 - 31,75 parem

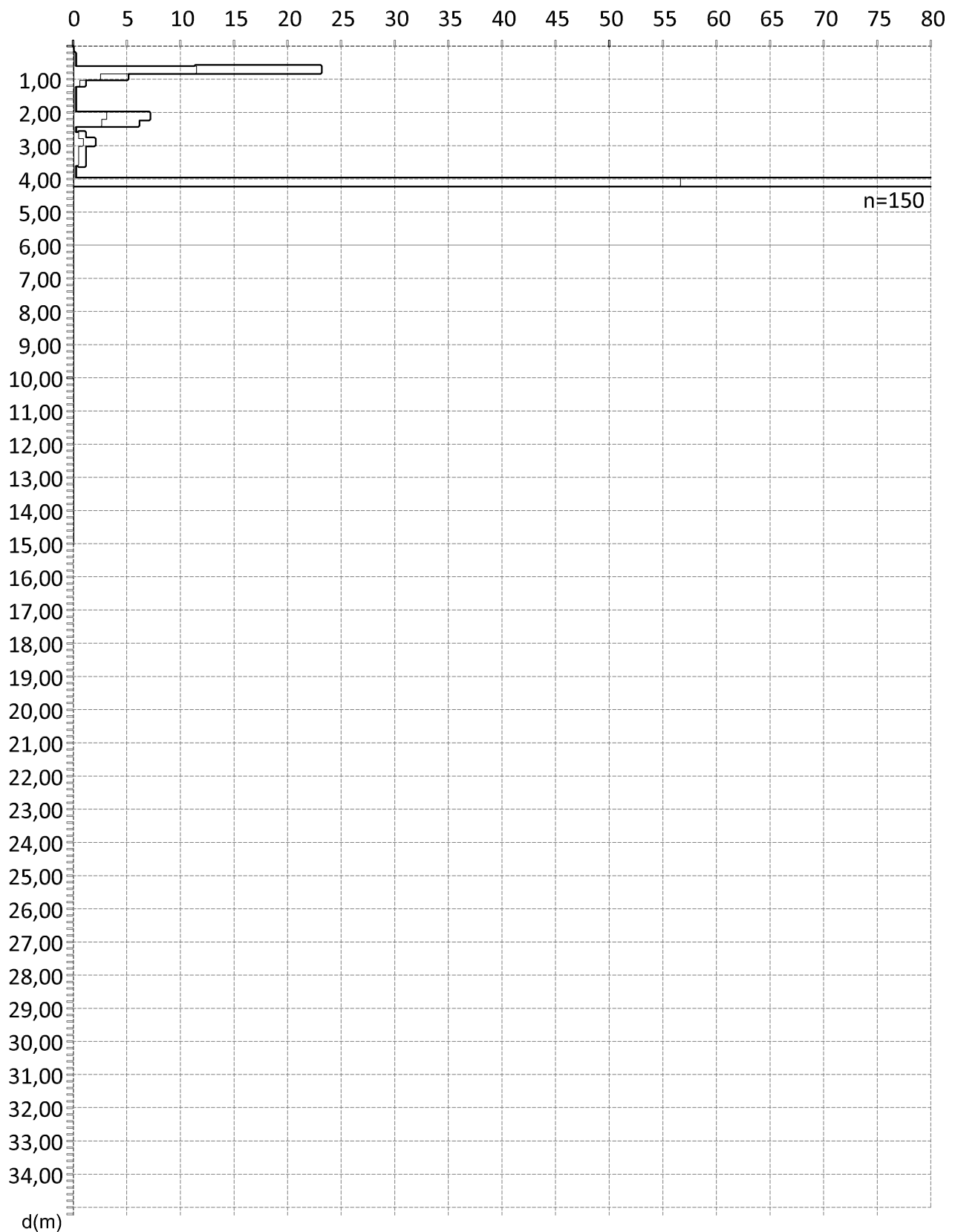
— N_{20}
— $q_d(\text{MPa})$



PINNASEVESI			Löökpenetreerimine	STAAD.	JOON.	LEHT
SÜGAVUS	ABS.	KUUPÄEV			1	3
			T-17192 Simuna-Vaiatu km 3,0 - 3,92	OÜ GEOTEHNIKA		
Autor	M. Mõtus			 2891		
Puurm.	Zimovets	09.18				

LP4 - 32,25 parem

— N_{20}
— $q_d(\text{MPa})$



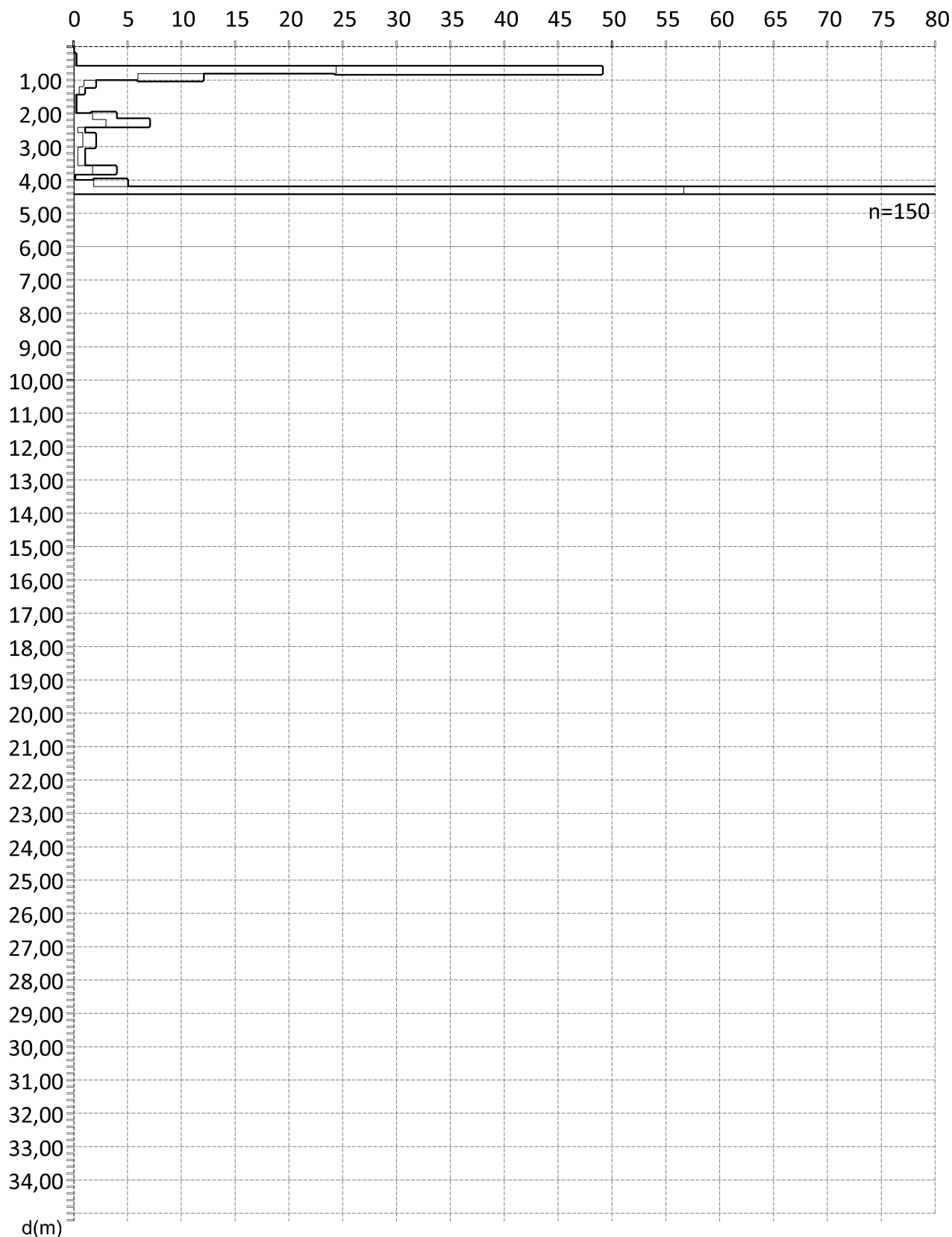
n=150

d(m)

PINNASEVESI			Löökpenetreerimine	STAAD.	JOON.	LEHT
SÜGAVUS	ABS.	KUUPÄEV			1	4
			T-17192 Simuna-Vaiatu km 3,0 – 3,92	OÜ GEOTEHNIKA GIB INSENERIBÜROO 2891		
Autor	M. Mõtus					
Puurm.	Zimovets	09.18				

LP5 - 32,50 parem

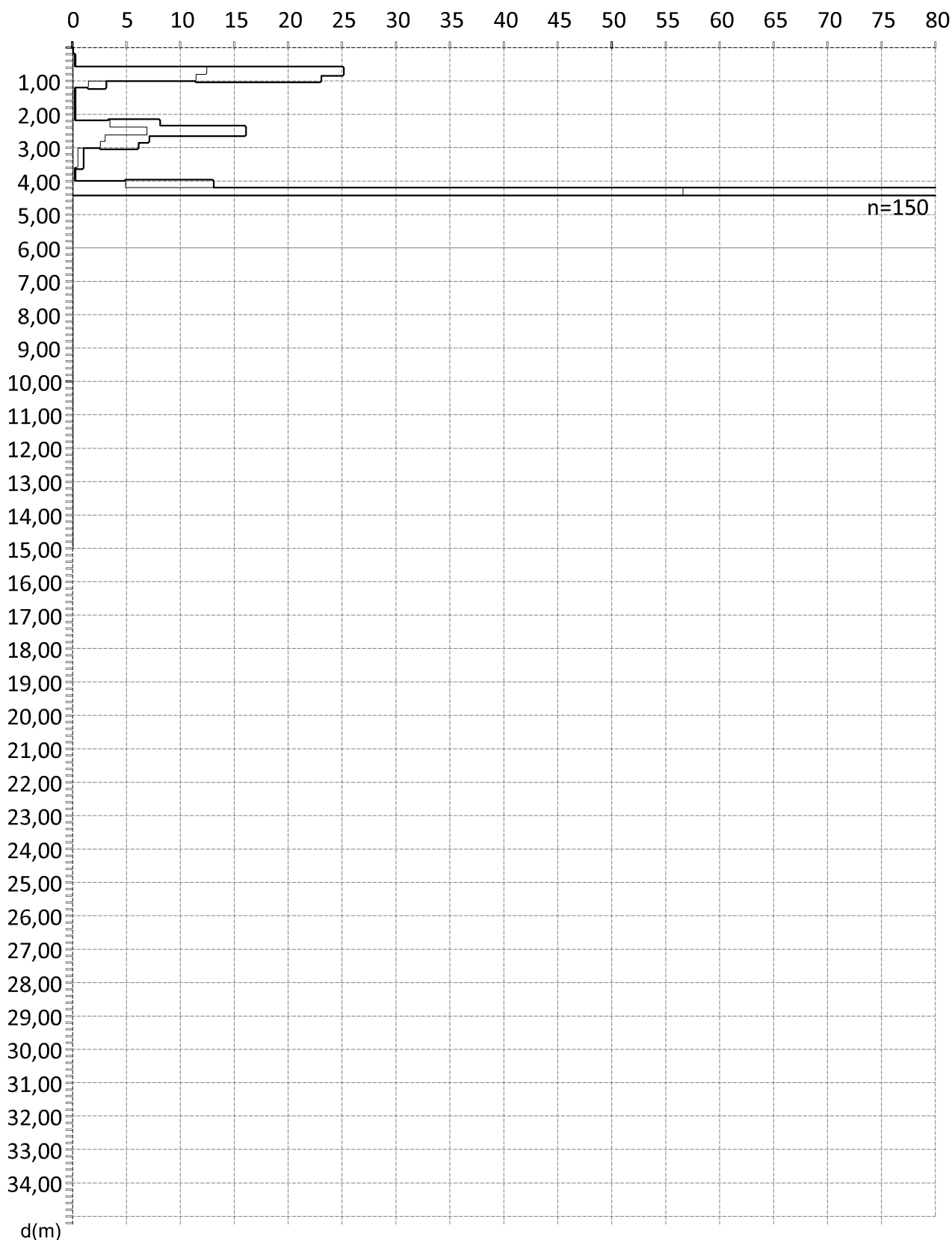
— N_{20}
— $q_d(\text{MPa})$



PINNASEVESI			Löökpenetreerimine	STAAD.	JOON.	LEHT
SÜGAVUS	ABS.	KUUPÄEV			1	5
			T-17192 Simuna-Vaiatu km 3,0 - 3,92	OÜ GEOTEHNIKA		
Autor	M. Mõtus			 2891		
Puurm.	Zimovets	09.18				

LP6 - 32,75 parem

— N_{20}
— $q_d(\text{MPa})$



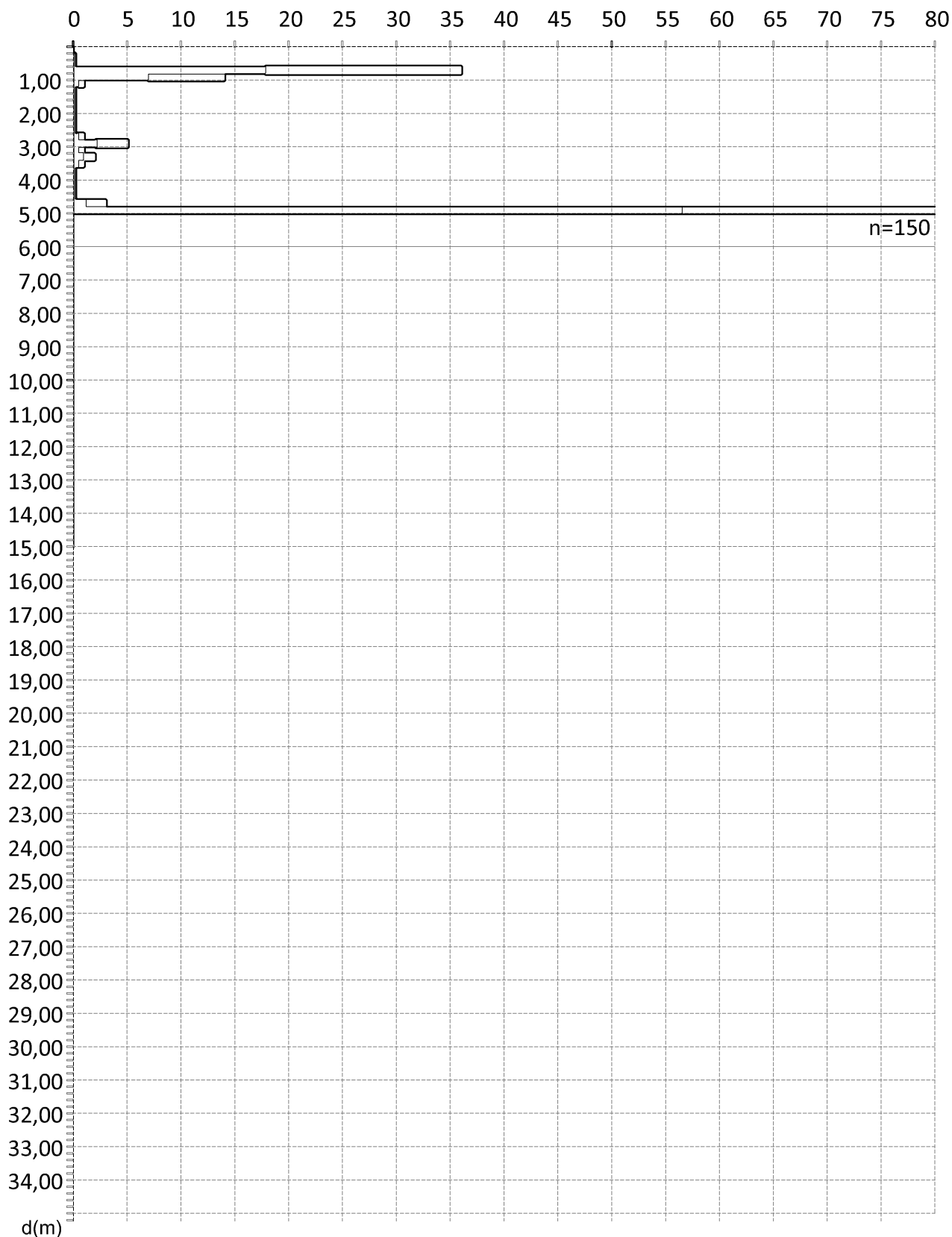
$n=150$

$d(\text{m})$

PINNASEVESI			Löökpenetreerimine	STAAD.	JOON.	LEHT
SÜGAVUS	ABS.	KUUPÄEV			1	6
			T-17192 Simuna-Vaiatu km 3,0 - 3,92	OÜ GEOTEHNIKA GIB INSENERIBÜROO 2891		
Autor	M. Mõtus					
Puurm.	Zimovets	09.18				

LP7 - 33,25 vasak

— N_{20}
— $q_d(\text{MPa})$



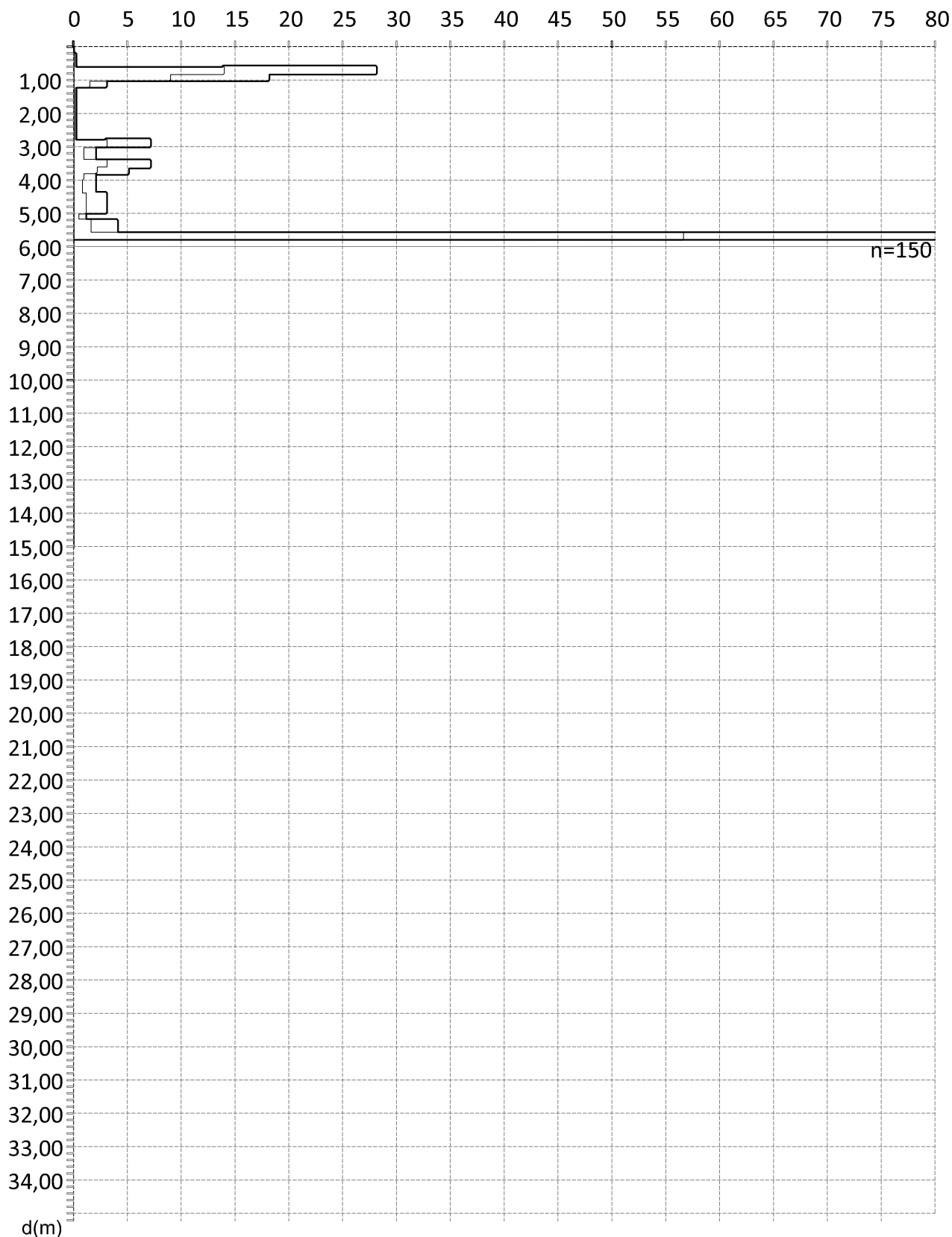
n=150

d(m)

PINNASEVESI			Löökpenetreerimine	STAAD.	JOON.	LEHT
SÜGAVUS	ABS.	KUUPÄEV			1	7
			T-17192 Simuna-Vaiatu km 3,0 - 3,92	OÜ GEOTEHNIKA GIB 2891 INSENERIBÜROO		
Autor	M. Mõtus					
Puurm.	Zimovets	09.18				

LP8 - 34,00 vasak

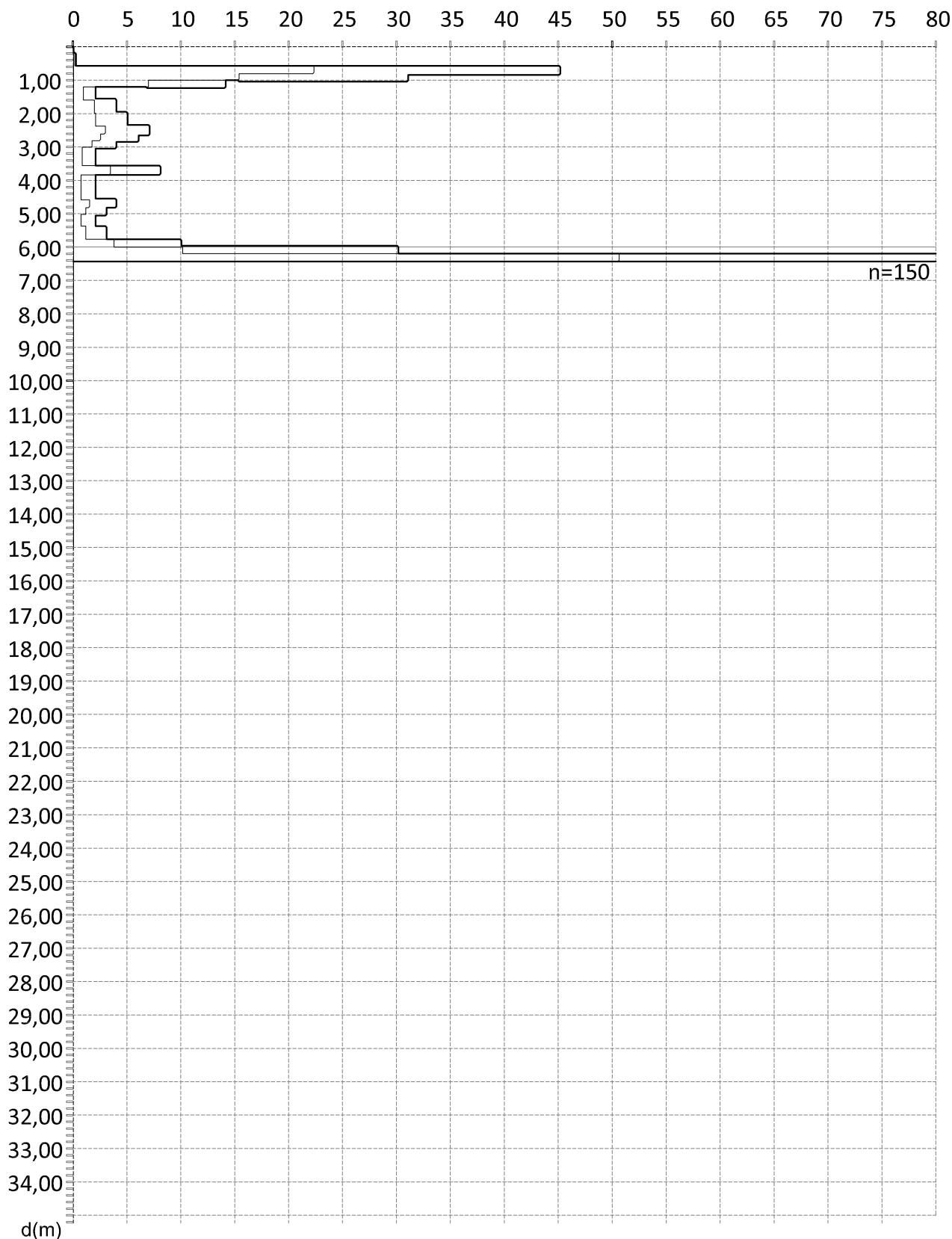
— N_{20}
— $q_d(\text{MPa})$



PINNASEVESI			Löökpenetreerimine	STAAD.	JOON.	LEHT
SÜGAVUS	ABS.	KUUPÄEV			1	8
			T-17192 Simuna-Vaiatu km 3,0 – 3,92	OÜ GEOTEHNIKA GIB INSENERIBÜROO 2891		
Autor	M. Mõtus					
Puurm.	Zimovets	09.18				

LP9 - 34,50 vasak

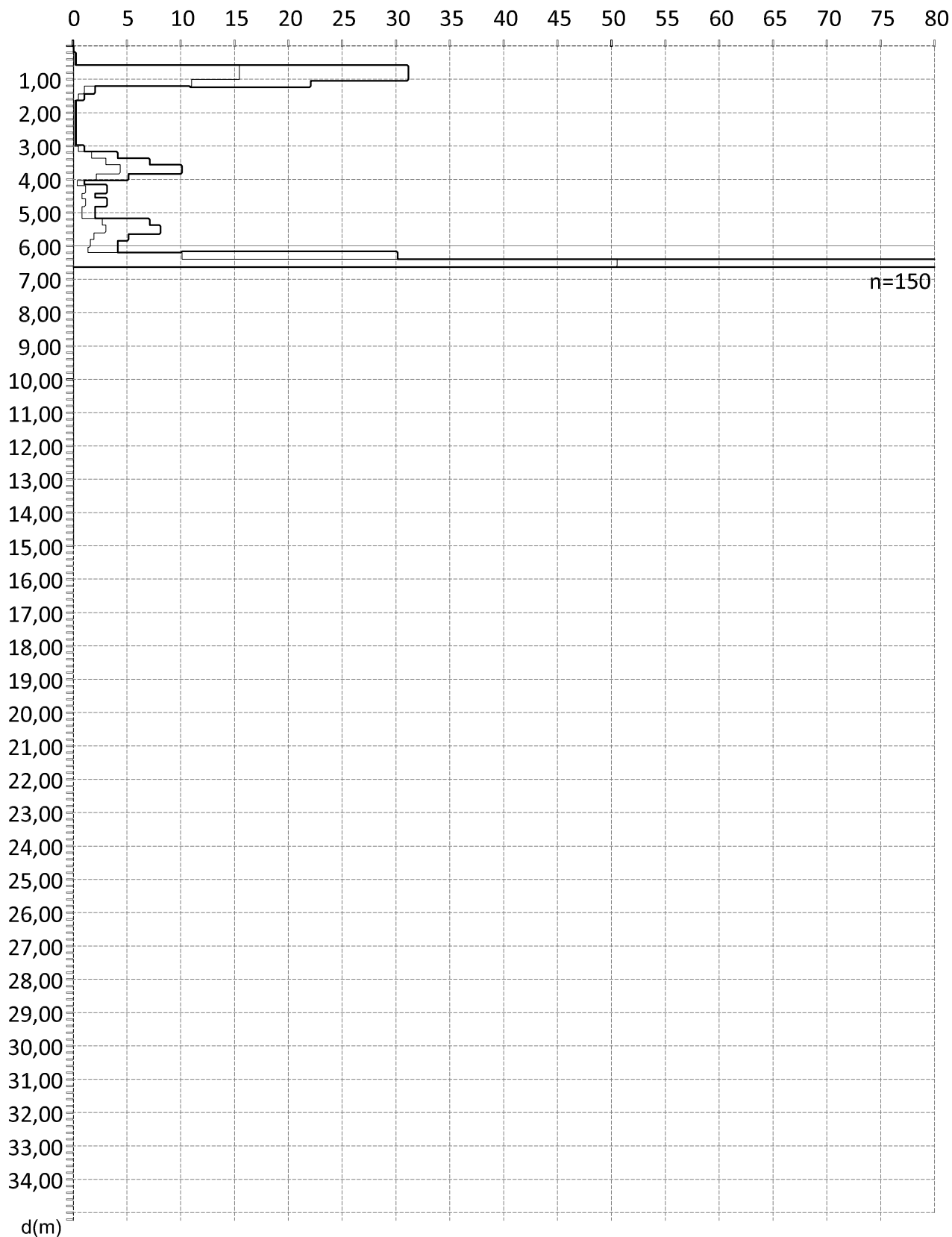
— N_{20}
— $q_d(\text{MPa})$



PINNASEVESI			Löökpenetreerimine	STAAD.	JOON.	LEHT
SÜGAVUS	ABS.	KUUPÄEV			1	9
			T-17192 Simuna-Vaiatu km 3,0 - 3,92	OÜ GEOTEHNIKA		
Autor	M. Mõtus			 2891		
Puurm.	Zimovets	09.18				

LP10 - 36,00 parem

— N_{20}
— $q_d(\text{MPa})$

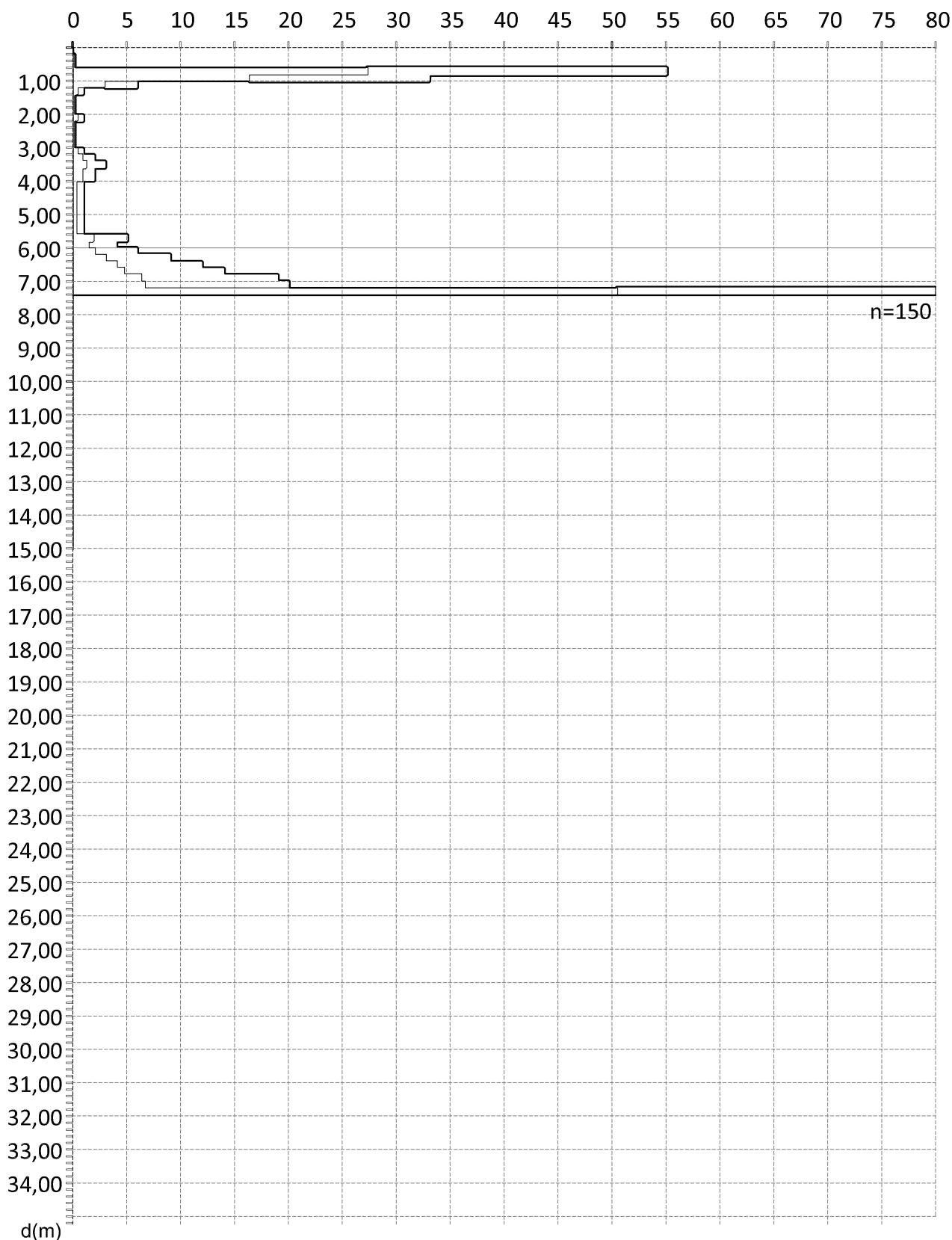


n=150

PINNASEVESI			Löökpenetreerimine	STAAD.	JOON.	LEHT
SÜGAVUS	ABS.	KUUPÄEV			1	10
			T-17192 Simuna-Vaiatu km 3,0 - 3,92	OÜ GEOTEHNIKA		
Autor	M. Mõtus			 2891		
Puurm.	Zimovets	09.18				

LP11 - 36,75 parem

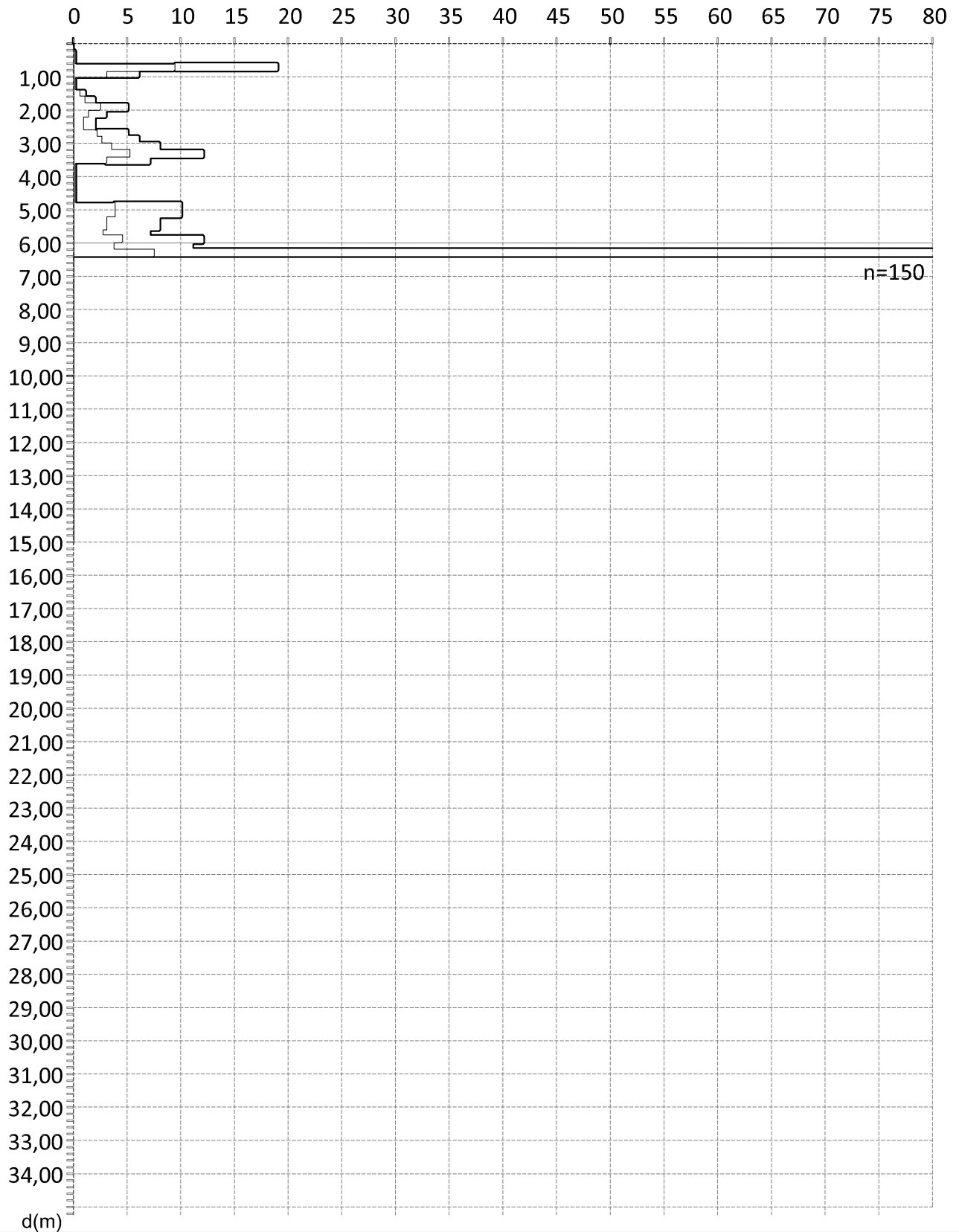
— N_{20}
— $q_d(\text{MPa})$



PINNASEVESI			Löökpenetreerimine	STAAD.	JOON.	LEHT
SÜGAVUS	ABS.	KUUPÄEV			1	11
			T-17192 Simuna-Vaiatu km 3,0 - 3,92	OÜ GEOTEHNIKA		
Autor	M. Mõtus			 2891		
Puurm.	Zimovets	09.18				

LP12 - 37,25 vasak

— N_{20}
— $q_d(\text{MPa})$

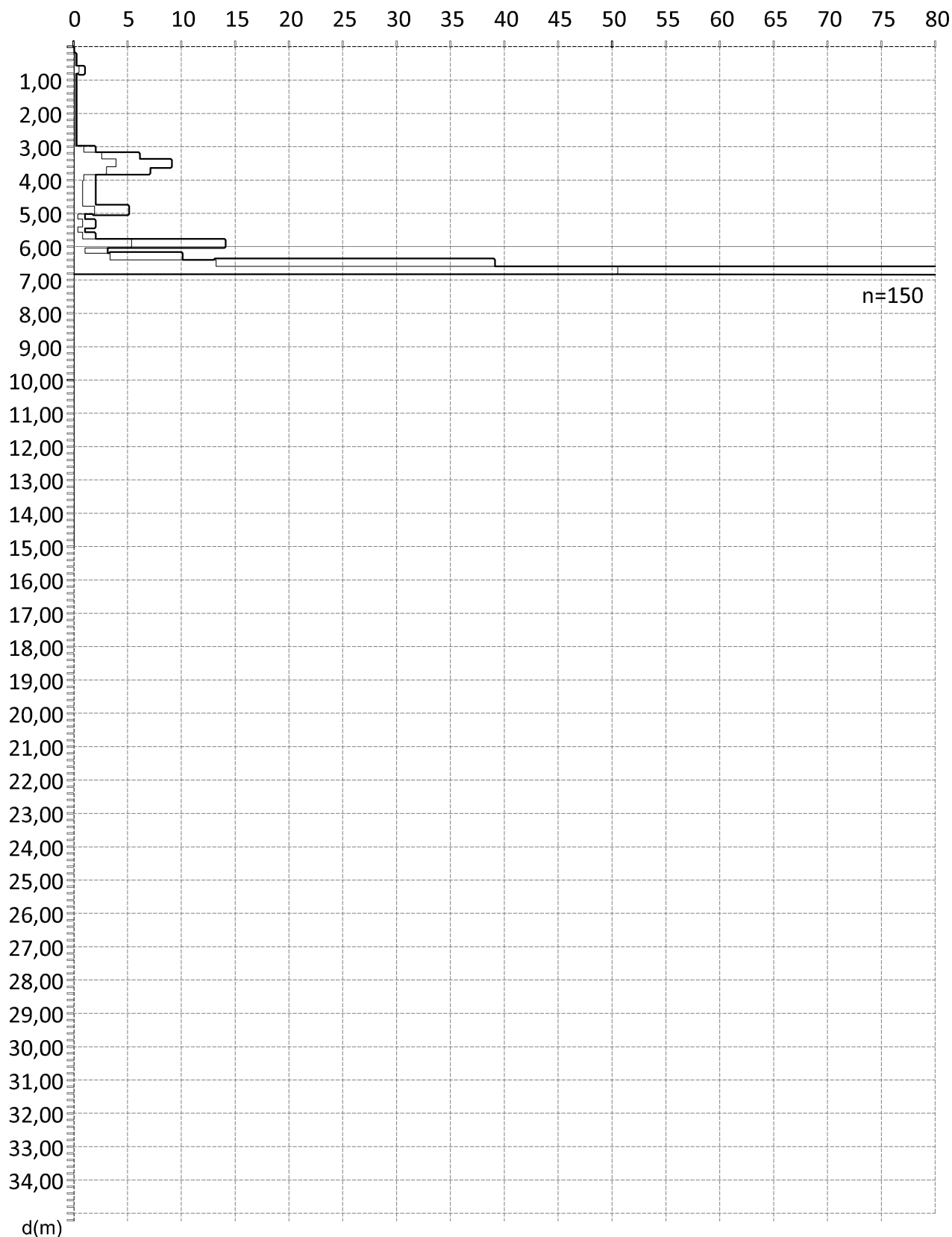


n=150

PINNASEVESI			Löökpenetreerimine	STAAD.	JOON.	LEHT
SÜGAVUS	ABS.	KUUPÄEV			1	12
			T-17192 Simuna-Vaiatu km 3,0 – 3,92	OÜ GEOTEHNIKA		
Autor	M. Mõtus			 2891		
Puurm.	Zimovets	09.18				

LP13 - 37,60 parem

— N_{20}
— $q_d(\text{MPa})$

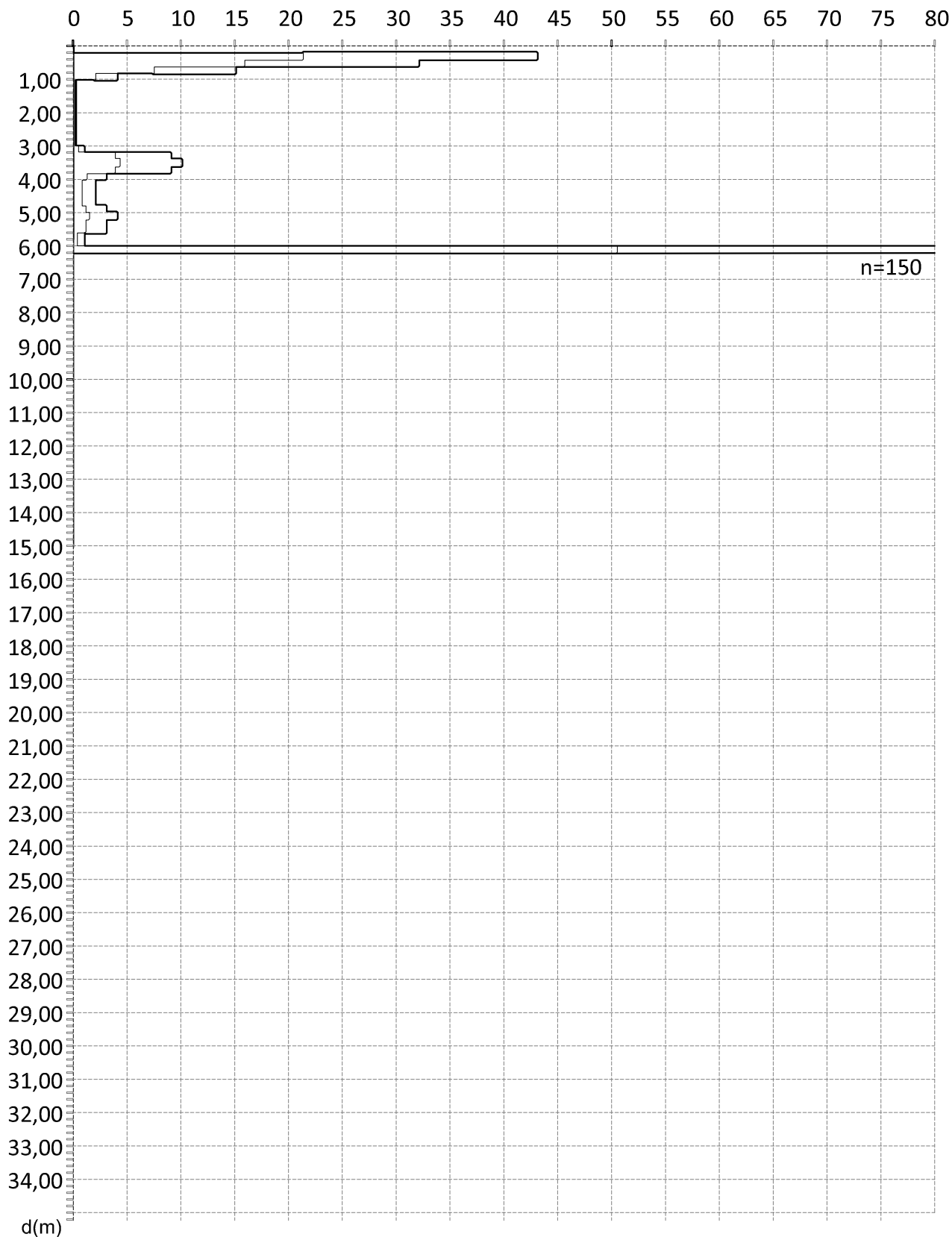


d(m)

PINNASEVESI			Löökpenetreerimine	STAAD.	JOON.	LEHT
SÜGAVUS	ABS.	KUUPÄEV			1	13
			T-17192 Simuna-Vaiatu km 3,0 - 3,92	OÜ GEOTEHNIKA GIB INSENERIBÜROO 2891		
Autor	M. Mõtus					
Puurm.	Zimovets	09.18				

LP14 - 38,00 vasak

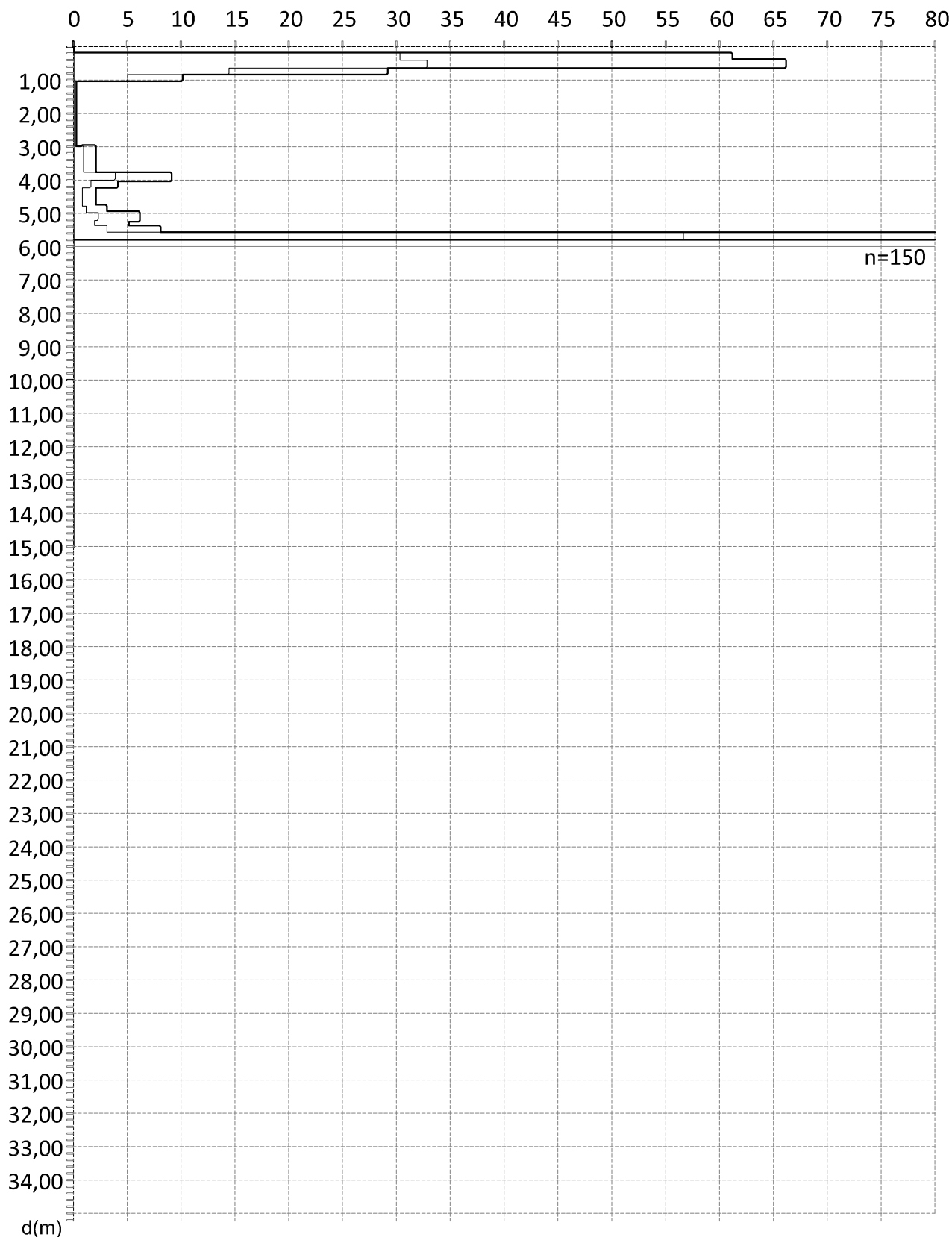
— N_{20}
— $q_d(\text{MPa})$



PINNASEVESI			Löökpenetreerimine	STAAD.	JOON.	LEHT
SÜGAVUS	ABS.	KUUPÄEV			1	14
			T-17192 Simuna-Vaiatu km 3,0 - 3,92	OÜ GEOTEHNIKA  2891		
Autor	M. Mõtus					
Puurm.	Zimovets	09.18				

LP15 - 39,00 vasak

— N_{20}
— $q_d(\text{MPa})$



PINNASEVESI			Löökpenetreerimine	STAAD.	JOON.	LEHT
SÜGAVUS	ABS.	KUUPÄEV			1	15
			T-17192 Simuna-Vaiatu km 3,0 - 3,92	OÜ GEOTEHNIKA GIB INSENERIBÜROO		
Autor	M. Mõtus					
Puurm.	Zimovets	09.18			2891	

**T17192 Simuna – Vaiatu katselõik
km 3,0 – 3,92**

Löökpenetratsioonikatsete analüüs

Töö teostaja

Mattias Olep
Geolep OÜ
Mob. +372 55679822
e-mail: geolep@geolep.ee

Tallinn 2018

Sisukord

1	Sissejuhatus.....	3
1.1	Lähteandmed.....	3
1.2	Katselõigu konstruktiivsed sekstsioonid	4
1.3	Teostatud löökpenetratsioonikatsed	4
2	Löökpeneratsioon andmete analüüs.....	5
2.1	Varasemad uuringud.....	5
2.2	Löökpeneratsioonikatsete tulemuste analüüs	6
3	Järeldused	7

1 Sissejuhatus

Käesoleva töö eesmärgiks on analüüsida löökpenetratsioonikatsete tulemusi, mida tehti 2018 aastal Simuna Vaiatu katselõigul. Võrrelda omavahel 4 erineva konstruktsiooni ja ka varasemate geoloogiliste uuringute või katsete tulemusi. Varem pole antud lõigul löökpenetratsioonikatseid tehtud. Katselõigu ülemised 20 cm on jäik ja palju uuritud kihtstabiliseeritud või kompleksstabiliseeritud alus, mida löökpenetratsioonikatsetega ei uuritud. Uuringute eesmärgiks oli määrata alumiste kihtide tugevusomadused. Koostatud on katselõigu 4 erineva konstruktsiooni geoloogiline profiil koos löökpenetratsiooni graafikutega. Neljast katselõigu sektsioonist kahel keskmisel on mulde pealmiste kihtide all massstabiliseeritud turvas ja kahel äärmisel looduslik turvas. Massstabiliseerimine teostati aastal 2013-2014.

1.1 Lähteandmed

Käesolavas raportis käsitletud tee konstruktsioonid, konstruktiivsed ja geoloogilised andmed põhinevad järgmistel lähteandmetel:

- 1) Ehitusgeoloogilise uurimistöö aruanne REIB GE 1301 (2011)
- 2) Geotehnilised uuringud Mnt nr 2 Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa
Kose - Võõbu katselõik km 67,067-67,256 GIB 2015
- 3) Paide vald, Järvamaa Ramboll 2015 – „OSAMAT. Simuna – Vaiatu quality control“ (2015)
- 4) Final a Report for Study „Technical monitoring and scientific analysis of data from OSAMAT project pilot sections“ Teede Tehnokeskus (2015)
- 5) Löökpeneratsioonkatsed, T17192 Simuna – Vaiatu katselõik km 3,0 – 3,92 GIB 2891 (2018)

1.2 Katselõigu konstruktiivsed sektsioonid

Katselõigu konstruktsioonid põhinevad eelnevas lõigus kirjeldatud raportitel ja lähetandmetel ning on järgmised :

Konstruktsiooni tüüp	PK	Konstruktiivsed kihid
I	30+20 – 32+61	Pindamine Kihtstabiliseeritud alus (BL 8 tuhaga) -20 cm Olev kruusliiv u 50 cm Tihenenud turvas
II	32+61- 35+10	Pindamine Kihtstabiliseeritud alus (BL 8 tuhaga) -20 cm Olev kruusliiv u 90 cm Massstabiliseeritud turvas
III	35+10- 37+61	Pindamine Komplekssabiliseeritud alus (KS 32) -20 cm Olev kruusliiv u 90 cm Massstabiliseeritud turvas (MS-COSA)32+6120
IV	37+61- +39+20	Pindamine Komplekssabiliseeritud alus (KS 32) -20 cm Olev kruusliiv u 50 cm Tihenenud turvas

Tabel 1: Konstruktsioonide tüübid

Eelnevast tabelist on näha, et sügavamates kihtides jagunevad konstruktsioonid kahte erinevasse tüüpi : I ja IV tihenenud turba peal ja II ja III massstabiliseeritud turba peal. Massstabiliseerimiseks on kasutatud põlevkivi tuhka ja tsementi.

1.3 Teostatud löökpenetratsioonikatsed

Simuna Vaitu katselõigul teostati 2018 aasta septembris pinnaste mehhaaniliste omaduste selgitamiseks 15 löökpenetratsioonikatset (LP) sügavusega 4,2 – 7,4 m. Pealmised teekatte kihid läbiti tigupuuriga kuni 0,3 m sügavuseni vältimaks penetratsioonivarraste vigastamist. Löökpeneratsioonid tehti puuragregaadil GM 65 GTT monteeritud HfA seadmega, mis vastab Rootsi standardile ENV 1997-3: 1995 (Eestis kehtiva EVS-EN-ISO 22476-2:2005 järgi on seade tüüp DPSH-A). Katsete käigus määrati löökide arv, mis kulus sondi süvitamiseks iga 20 cm kohta. Löökpenerreerimise dünaamiline eritakistus qd on arvutatud vastavalt standardile EVS-EN-ISO 22476-2:2005.

2 Löökpenetratsiooni andmete analüüs

2.1 Varasemad uuringud

Varasemelt on massstabiliseeritud kihti uuritud Rambolli 2013-14 poolt (ca 3 kuud ja 10 kuud pärast massstabiliseerimist) XRF analüüside ja penetromeetertestidega. Penetromeeterkatsete tulemused näitasid, et massstabiliseeritud pinnase nihketugevus oli kõikides lõikudes üle sihtarvuks määratud 50kPa (Ramboll 2015 – „OSAMAT. Simuna – Vaiatu quality control“). Kasutati tiivikkatsetega kohandatud penetratsiooniseadet, mille tulemused ei ole üks-üheselt võrreldavad käesolevate uuringute käigus teostatud katsete tulemustega .



Figure 1. The locations of the quality soundings X-Ray fluorescence (XRF) analysis.

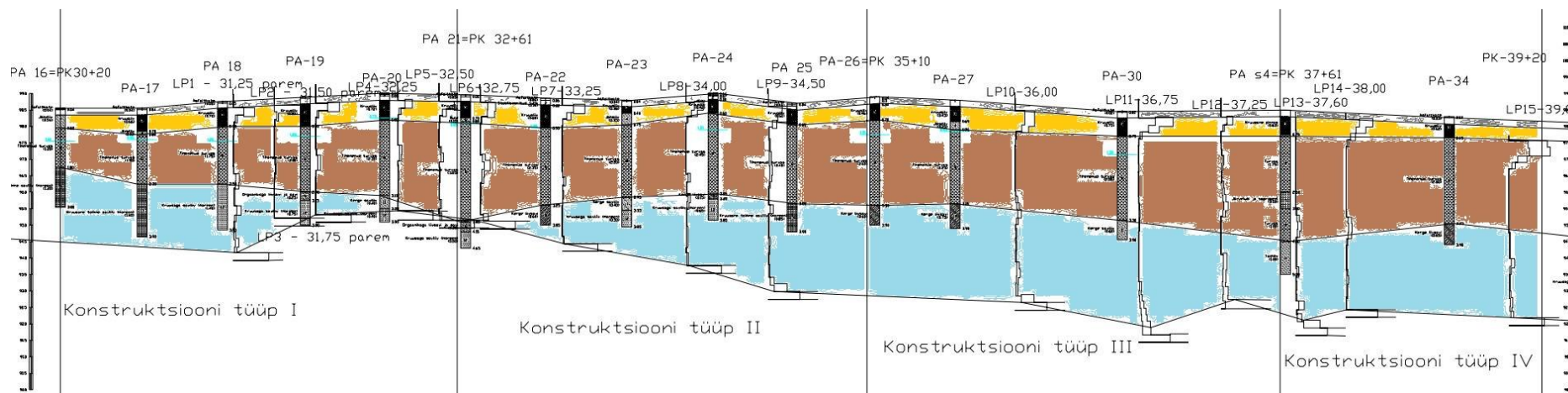
Joonis 1 Rambolli teostatud uuringute skeem.

2014. septembris võeti ettevõtte Teede Tehnokeskus poolt lõigul PK 33+00 – PK37+00 kokku 10 monoliitproovi stabiliseeritud turbast, mille omadusi teimiti laborikatsetega. Lisaks võeti 20 proovi veesisalduse määramiseks. Uuringud näitasid, et pinnase veesisaldus varieerus suurtes piirides 68-278% vahel. Stabiliseeritud turba survetugevus oli laborikatsete kohaselt 0,0 – 0,40 kN

Seega on need kaks massstabiliseeritud kihi uuringut andnud vastupidise tulemuse. Vahetult peale stabiliseerimist on nihketugevus olnud hea ja monoliitproovide tugevus on olnud nulli lähedale. Samas on uuritud eri parameetreid , kuid olematu survetuevusega materjalil ei saa ka olla head nihketugevust.

2.2 Löökpentratsioonikatsete tulemuste analüüs

Löökpentratsioonikatsed vajavad kihtide nimetuste määramiseks ka silinder või tigupuurimismeetodil saadud geoloogilisi puurauke. Antud uuringute käigus neid ei tehtud ja oli vaja leida varasematest töödest vajalikud puuraugud. Selliseks tööks ostustus 2011 aastal REIBi poolt teostatud (enne katselõigu ehitust) tee rekonstruktsiooniprojekti geoloogiline uuring. Lähemal uurimisel selgus et ka Teede Tehnokeskuse 2015 aasta raport on seda kasutanud, kuigi pole läheandmes seda märkinud. Paraku on antud töös eksitav geoloogiline profiil, mida on kopeeritud ka paljudesse antud töö esitlustesse (Figure 18 Geological longitudinal profile STA 32+00..37+50, PA 16- PA 27). Antud profiil lõppeb PK 37+50, aga katselõik lõppeb PK 39+20. Profiili keskosas alates PA 20 (PK 32+25) on kirjutatud „massstabiliseeritud turvas“, samas kui stabiliseeritud turba lõik hakkab PK 32+61. Järgnevalt on kokku pandud 2018 aasta löökpentratsiooni graafik ja 2011 aasta puuraugud koos maapinna kõrguste ning konstruktsiooni tüüpide piiridega. 2011 aasta geoloogilisi tulpi on kohandatud uue ülemise 20cm stabiliseeritud kihi lisamisega. Kollasega on märgitud valdavalt kruusliiva kiht, pruuniga turba kiht ja alumine kiht koosneb liivsavist, saviliivast ja tolmlüivast.



Joonis 1 : Geoloogiline profiil koos löökpentratsiooni graafikutega

Täpsemaid väärtusi näeb GIBi vastavast raportist, kuid profiililt selgub, et erinevate konstruktsioonide lõikes turba eritakistus qd ei muutu ning on nullilähedane.

Praktikas tähendas see, et puuragregaadi metallvarras vajus ilma löökideta läbi turba ja ka läbi turba aluse veega küllastunud liivsavi kihi. Konstruktioonid II ja III olid stabiliseeritud turbakihiga ja I ja IV olid looduslikul tihenenud turbal ja tugevuse erinevust löökpentratsiooni katstel ei esinenud.

See tähendab, et antud mõõtmistulemused sobivad kokku Tehnokeskuse 2014 aasta monoliitproovide survetugevuse proovide tulemustega.

Varasemates uuringutes Kose Vööbu katselõigul näitasid masstabiliseermise erinevate retseptide võrdlused, et tuha lisamine kivinemisprotsessi ei paranda ja tugevuserinevused sõltusid tsemendi määrast. Samas parandab turbas ka mineraalne täide tugevusomadusi ja sellena saab ka tuhka käsitleda. Põlevkivituha kivinemisprotsess sõltub ka temperatuurist ning aktiivne on see üle +15C (seiskub alla +5C), mida sügaval mulde all on raske saavutada.

3 Järeldused

Löökpenetratsioonikatste tulemustest selgus, et masstabiliseeritud turba omadused ei ole paranenud võrreldes loodusliku turba omadustega. Seda kinnitavad nii löökpentratsiooni tulemused kui ka Tehnokeskuse tehtud survetugevuse katsete tulemused.

Kuna 3 erineva uuringu tulemustest 2 sobivad omavahel (Tehnokeskus ja GIB) oleks vajalik selgitada, miks Rambolli uuringud andsid nii erineva tulemuse. Lisaks peaks kasutatud masstabiliseerimise retsepte ja tugevusomadusi võrdlema teiste analoogsete katselõikude tulemustega nagu seda on näiteks Kose Vööbu katselõik.

LISA 8. NARVA-MUSTAJÕE JA SIMUNA-VAIATU OBJEKTIDE ÜLDVAATED

LISA 8-1 Narva-Mustajõe objekti pildid (üldvaated) ca 100 m sammuga



13109_1_14374



13109_1_14475



13109_1_14573



13109_1_14681



13109_1_14774



13109_1_14884



13109_1_14977



13109_1_15085



13109_1_15177



13109_1_15286

LISA 8-1 Narva-Mustajõe objekti pildid (üldvaated) ca 100 m sammuga



13109_1_15379



13109_1_15486



13109_1_15580



13109_1_15688



13109_1_15779



13109_1_15887



13109_1_15980



13109_1_16089

LISA 8-1 Narva-Mustajõe objekti pildid (üldvaated) ca 100 m sammuga



13109_2_14506



13109_2_14613



13109_2_14707



13109_2_14816



13109_2_14908



13109_2_15016



13109_2_15109



13109_2_15230



13109_2_15308



13109_2_15417

LISA 8-1 Narva-Mustajõe objekti pildid (üldvaated) ca 100 m sammuga



13109_2_15510



13109_2_15618



13109_2_15709



13109_2_15816



13109_2_15909



13109_2_16018



13109_2_16122



13109_2_16212

LISA 8-2 Simuna-Vaiatu objekti pildid (üldvaated) ca 100 m sammuga



17192_1_2958



17192_1_3065



17192_1_3170



17192_1_3260



17192_1_3364



17192_1_3467



17192_1_3559



17192_1_3672



17192_1_3768



17192_1_3866

LISA 8-2 Simuna-Vaiatu objekti pildid (üldvaated) ca 100 m sammuga



17192_2_3054



17192_2_3150



17192_2_3260



17192_2_3365



17192_2_3454



17192_2_3559



17192_2_3666



17192_2_3767



17192_2_3860



17192_2_3973

LISA 9. EESTI ENERGIA BLOKK 8 TUHA 2018. A LABORATOORSED KATSETULEMUSED (KIK ARUANNE)

MTR EG10670486-0001

Töö nr 16-11-1304

**PÕLEVKIVI LENDTUHA TAASKASUTAMINE HÜDRAULILISE
SIDEAINENA PEHMETE PINNASTE TUGEVADAMISEL**

RH VIITENUMBER 179362

**IV KÖIDE: ETTEPANEKUD KEEVKIHI PÕLEVKIVILENDTUHA
STANDARDISEERIMISEKS**

27. veebruar 2018

Autorid

Arina Koroljova (EE)

Peeter Talviste

Juhataja

Peeter Talviste

Tallinn, 2018

AUTORIÕIGUS © OÜ IPT PROJEKTIJUHTIMINE

Kõik õigused kaitstud. Töö ja selle ülesehitus on kaitstud Eesti Vabariigi autoriõigusseaduse kohaselt. Seda dokumenti või selle osa ei tohi kopeerida ega paljundada mis tahes viisil ilma OÜ IPT Projektijuhtimine antud kirjaliku loata.

SISUKORD

1 ÜLDOSA	4
1.1 Töö tellija	4
1.2 Uuringu taust ja eesmärgid.....	4
1.3 Uuringu ülesehitus	4
1.4 Kasutatud kirjandus	5
2 CFB (KPT) TUHA STANDARDISEERIMISE VAJADUS.....	7
3 EUROOPA JA EESTI STANDARDITE NÕUETE ÜLEVAADE.....	9
4 CFB (KPT) TUHA LABORIUURING.....	13
5 CFB (KPT) KATSETULEMUSTE ANALÜÜS	15
5.1 Survetugevuse katsed.....	16
5.2 Tardumise algus.....	16
5.3 Peensus.....	16
5.4 Mahupüsivus	17
5.5 Sulfaatidesisaldus	17
5.6 Hüdrauliline aktiivsus, CaO_{vaba} sisaldus, eripind, tihedus ja kloriidide sisaldus	17
5.7 Järeldused.....	19
6 KOKKUVÕTTED JA ETTEPANEKUD KPT TUHA STANDARDISEERIMISEKS.....	20

1 ÜLDOSA

1.1 Töö tellija

Käesoleva uuringu tellis Enefit Energiatootmine AS. Projekti koordinaatoriks on Arina Koroljova (EE).

Kuna uuring viiakse läbi paralleelselt Rail Baltic arendusega, siis kuuluvad uuringuid suunavasse meeskonda ka Priit Ilves (Reaalprojekt OÜ), Anti Moppel (MKM), Raido Kivikangur (TJA), Indrek Orav (RBE OÜ), Epp Zirk (RBE OÜ).

Uuringut toetas Keskkonnainvesteeringute Keskus.

1.2 Uuringu taust ja eesmärgid

Soomes ja Rootsis on levinud praktika kasutada erinevaid tuhkasid pinnase tugevdamisel mass-stabiliseerimise tehnoloogiaga. Mass-stabiliseerimise tehnoloogia ei ole Eestis veel samas mahus rakendust leidnud, kuid Simuna-Vaiatu teelõigul on läbi viidud pilootprojekt (OSAMAT LIFE+ 09/ENV/EE/227) mass-stabiliseerimise võimaluste selgitamiseks teedehituses. Mass-stabiliseerimist kaalutakse ka Rail Balticu trassil, kuna sügavatel turbaaladel võib see olla üks võimalikest ökonoomsetest tehnoloogilistest lahendustest trassi rajamiseks.

Uuringu üldeesmärgiks on põlevkivi CFB tuha (*Circulating Fluidized Bed* - keevkihi katel) katsetamine sideainena erinevate omadustega pinnaste tugevdamisel, saadud andmete põhjal tuha taaskasutussüsteemi väljatöötamine ning tuha riigistandardi loomiseks ettepanekute tegemine tagades tuha taaskasutamissüsteemi kasutuselevõtmise läbi uue tehnoloogilise lahenduse. Põlevkivituha taaskasutussüsteemi väljatöötamine ja kasutuselevõtmine baseerub Rail Balticu trassilt võetud pinnaseproovide ja tuha segude katsetamisel, analüüsi tegemisel, millega selgitatakse tuhasegude käitumist sõltuvalt pinnase tüübist ja omadustest ühe aasta jooksul laboratoorsetes tingimustes. Muu hulgas teostatakse vajalikud keskkonnauuringud.

1.3 Uuringu ülesehitus

Uuring põhineb laborikatsetel. Välitööde käigus koguti Rail Baltica trassilt turbaproovid, põlevkivi CFB tuha proovid võeti Eesti Energia AS tootmisprotsessi käigus ja toimetati katseid läbiviinud laboritesse. Laborikatsete käigus määrati turba ja tuha omadused, töötati välja sobivad tuhk-tsement retseptid turba mass-stabiliseerimise uurimiseks, valmistati vastavalt väljatöötatud retseptidele katsekehad ning määrati nende geotehnilised ja leostusomadused.

Vastavalt ptk.1.1 loetletud töögrupi 29.11.2016.a. koosoleku protokollile tehti stabiliseerimiskatsed vaid turbaga, nõrkade savide mass-stabiliseerimise kohta on esitatud ülevaade olemasolevate uuringute põhjal.

Uuringu tulemused on esitatud neljas köites:

I köide – Turba stabiliseerimiskatsed, savipinnaste stabiliseerimine ja põlevkivi CFB tuha omadused.

- analüüsitakse tuhade toimet hüdraulilise sideainena erineva kvaliteediga turbas, uuritakse sõltuvust turba kvaliteedist - põlevkivituha toimet sideainena ja antakse soovitusel põlevkivituhkade kasutamiseks erinevate omadustega turbas;
- analüüsitakse tuhade toimet hüdraulilise sideainena nõrkades savipinnastes, tuginedes varasematele uuringutele;
- ettevalmistavad katsed CFB tuha standardiseerimiseks/sertifitseerimiseks

II köide – Turba stabiliseerimise keskkonnauuringud

- teostatakse keskkonnauuringute tulemuste analüüs: tulemused võrreldakse Euroopa ja Eesti vastavate õigusaktide piirväärtustega, tehakse järeldused põlevkivituhkade keskkonnamõjust sookeskkonnale.

III köide – CFB tuha taaskasutamine

- teostatakse CFB tuha taaskasutamise analüüs: tuha transporti käsitlev osa on koostatud 90% ulatuses Eesti Energia poolt. Analüüsitakse CFB taaskasutamise võimalusi pehmete pinnaste stabiliseerimiseks Rail Baltic trassil, kirjeldatakse tuha vastu võtmist ja kasutamist ehitusobjektidel ning antakse juhised tuha kasutamiseks.

IV köide (käesolev aruanne) – CFB tuha standardiseerimine

- teostatakse standardiseerimisvõimaluste analüüs: analüüs on koostatud 90% ulatuses Eesti Energia poolt.

1.4 Kasutatud kirjandus

[1] **Tsimas Stamatis et al.**, *Statistical analysis as a key for the selection of suitable fractions of lignite fly ashes towards their further exploitation*, Proceedings of the EUROCOALASH 2012 Conference, Thessaloniki Greece, September 25-27, 2012.

[2] Polska Norma, PN-G-11011, Materiały do podszadzki zestalanej i doszczelniania zrobów, Polski Komitet Normalizacyjny.

[3] EVS 925:2017 „Ehituslik Põletatud Põlevkivi. Spetsifikatsioon, toimivus ja vastavus“, Eesti Vabariigi Standardikeskus, www.evs.ee.

[4] Narva Elektriijaamade keevkihtkatelde tuha ja tuhktsemendisegude vastavus Portland-põlevkivitsemendi standarditele ja keskkonnaohutuse uuring, Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut, Tallinn 2014.

[5] AS Narva Elektriijaamad Eesti Elektriijaama kaheksandast plokist portlandtsemendi tootmiseks vajaliku koostise ja omadustega põletatud põlevkivi saamise võimaluste uurimine, TTÜ, 2005.

[6] Lembi-Merike Raado, Rein Kuusik, Tiina Hain, Mai Uibu, Peeter Somelar, *Oil shale ash based stone formation – hydration, hardening dynamics and phase transformations*, Oil Shale, 2014, Vol. 31, No. 1, pp. 91–101.

[7] Lembi-Merike Raado, Tiina Hain, Eneli Liisma, Rein Kuusik, *Composition and properties of oil shale ash concrete*, Oil Shale, 2014, Vol. 31, No. 2, pp. 147–160.

[8] Raado, L.M, Nurm, V., *Properties of fluidized bed burnt oil shale ashes*, Proceedings of European Symposium on Service Life and Serviceability of Concrete Structures ESCS-2006, Finland, pp.200-205.

[9] Põlevkivi keevkihi katla tuha ja DeSOx tuha baasil valmistatava uue CEM II tsemendi retseptuuri väljatöötamine, TTÜ Ehitusmaterjalide õppetool Ehitusmaterjalide Teadus- ja Katselaboratoorium. Tallinn, 2016.

2 CFB (KPT) TUHA STANDARDISEERIMISE VAJADUS

Materjali standardiseerimine on selle materjali soovitud kvaliteedi nõuete fikseerimine standardis. Standardis kehtestatakse minimaalsed nõuded ning energiatootmises tekkivate tuhade standardiseerimine on eriti oluline, kuna võimaldab tuha kvaliteedi fikseerimise kaudu muuta tuha staatuse jäätmetest toodeteks ja nii lihtsustada tuha taaskasutust.

Eesti Energia Narva elektrijaamades tekib põlevkivist energia tootmisel keevkihi põletamisplokkides nn keevkihi lendtuhk (edasi aruande esimese kolmes köites kasutatud inglise keelse lühendina CFB või selles aruandes eesti keelse lühendina KPT). Hetkel ei ole KPT-d ühegi kasutamiski viisi jaoks standardiseeritud. Samas tõendavad hulgalised uuringud selle sobivust erinevates valdkondades: tsemendi ja betooni tootmises, põllumajanduses, plastmasside tootmises ning teedehituses. Mitmete aastate jooksul kogutud eksperimentaalsed ja unikaalsed teadusandmed on aluseks KPT standardiseerimises ning tuha kvaliteedi kontrollarvude standardis fikseerimisel.

Rail Baltic raudtee rajamisel saab ühe võimalusena KPT-d sideainena kasutada tsemendi asendajana. Raudtee ehitamisel kasutatakse kindla kvaliteediga standardiseeritud materjale. Seega, selleks et KPT-d Rail Baltic trassi rajamisel kasutada, peavad teaduslike uurimistulemuste alusel kehtestatud kvaliteedinõuded olema standardis fikseeritud.

Euroopas ja Eestis (ja ka mujal maailmas) eksisteerib pikaajaline energiatootmisel tekkivate tuhade standardiseerimise ja sertifitseerimise kogemus. Euroopas näiteks reguleerivad tuha kasutamist järgmised standardid:

1. Seeria - EN 450 „Betonis kasutatav lendtuhk“.
2. Seeria - EN 13282 „Hüdrauliline teesideaine“.
3. Seeria - EN 14227 „Hüdrauliliselt seotud segud“.
4. Seeria - EN 13055 „Kergtäitematerjalid“.
5. Seeria - EN 197-1 „Tsement. Harilike tsementide koostis, spetsifikatsioonid ja vastavuskriteeriumid“.

Lisaks rakendatakse kohalikke standardeid tuha kasutamiseks valdkondades mida ülaloetletud standardis ei kata. Iga riik otsustab ise - millise kvaliteediga materjal (tuhk) sobib kasutamiseks konkreetselt antud riigi tingimustes vajalikes rakendustes (valdkond, kohalikud toorained, kasutuse asukoht, ilmastik, tehnoloogiad jne.). Näiteks, Kreekas on väljatöötatud pruunsööe tuha kvaliteedinäitajad kasutamiseks teede ehitamisel ja betooni retseptides (Hellenic Fly

Ashes, FEK 551, Part B, National Technical Specifications [1]); Poolas kehtivad kohalikud nõudmised tuha kvaliteedile kaevanduste täitmisel (Mining- Materials for backfilling and caulking or caving – requirements and test, PN-G-11011, Polish Committee for Standardization [2]); Eestis kasutatakse tuhka tsemendi ja betooni toomises, kasutatavale tuhale on kehtestatud kvaliteedinõuded Eesti Vabariigi standardiga EVS 927:2017 [3] jne.

Tuha standardiseerimine, olgu siis riigi tasemel või rahvusvahelises mastaabis, annab tarnijale võimaluse tuhka kindlal eesmärgil tootena turustada. Standardis esitatud kvaliteedinõuded ja spetsifikatsioon (näiteks vaba kaltsiumi, kloori sisaldus, survetugevus ja teised) informeerib võimalikke ostjaid materjali kvaliteedist.

Rahvusvaheline ja riigi kohalik standard sisaldab sisuliselt sama informatsiooni - materjali tehnilised parameetrid. Ometi on nende kasutamiskiirkond erinev. Materjal, mille kvaliteet vastab Euroopa standarditele, on kasutatav kogu Euroopa Liidus. Materjal, mille kvaliteet vastab ainult kohalikule standardile, ongi vaid kohalikult kasutatav. Et seda, kohalikule standardile vastavat materjali kasutada kogu Euroopas, tuleks ta eelnevalt Euroopas standardiseerida. Kasutusvaldkonda normatiivdokumentides viidatakse kõigepealt Euroopa standarditele ning näiteks Itaalia normatiivdokumentides ei prügi Eesti standardile viiteid olla. Seega, kuigi tuha standardiseerimine riigi tasemel on ülioluline (sellega omandab tuhk toote staatuse), oleks eelistatum siiski saavutada standardiseerimine/sertifitseerimine Euroopa tasandil.

Kuna Rail Baltic raudtee ehitamisel vaadeldakse KPT-d peamiselt kui teede ehitamisel kasutatavat materjali, siis kontrolliti järgneval analüüsil KPT sobivust Euroopa ja Eesti standarditele, mis käsitlevad teedehitust.

Teede ehitamiseks tuhkade kvaliteet määratakse kahe Euroopa standardite seeriatega:

- EN 13282 „Hüdrauliline teesideaine“
- EN 142277 „Hüdrauliliselt seotud segud“.

Eestis esitatakse tuhkadele nõudeid standardis:

- EVS 925:2015 „Materjal teede aluste stabiliseerimiseks. Koostis, spetsifikatsioonid ja vastavuskriteeriumid“.

KPT standardiseerimisel on kaks teed: kas kontrollitakse vastavust olemasolevatele standarditele (Euroopa, Eesti) või luuakse uus Eesti standard. Eesti standard on hea alus ka selleks, et vajadusel hiljem algatada tuha standardiseerimine ka Euroopa.

Alljärgnevalt esitatakse tuha vastavuse analüüs olemasolevatele standardite nõuetele ning hinnatakse teoreetilist sobivust/mitte sobivust nende standardite nõuetele.

3 EUROOPA JA EESTI STANDARDITE NÕUETE ÜLEVAADE

EVS-EN 13282 – 1: 2013 Hüdrauliline teesideaine. Osa1. Kiirkivistuv hüdrauliline teesideaine. Koostis, spetsifikatsioonid ja vastavuskriteeriumid.

Standard määratleb tehases valmistatavad kiirestikivinevad hüdraulilised teesideained, mis tarnitakse kasutusvalmilt nii kande-, kandvate alus- ja kattekihtide materjalide töötlemiseks, samuti kasutamiseks teede, raudteede, lennuväljade ja teiste taristuliikide mullatöödel.

Vastavalt standardile võib põletatud põlevkivi hüdraulilise sideaine põhikoostisosana olla *Tabelis 1* loetletud tingimustel ja juhtudel.

Kiirestikivinev hüdrauliline teesideaine on hüdrauliline sideaine, mis vastab *Tabelid 2, 3 ja 4*) toodud nõuetele 7- ja 28-päevasel kivistumisel saavutatud tugevuse, tuha peensuse, tuhale vee lisamisel tekkiva tardumise alguse, mahupüsivuse, sulfaatide sisalduse ja koostise osas..

EVS-EN 13282-2:2015 Hüdrauliline teesideaine. Osa 2: Normaalselt kivistuv hüdrauliline teesideaine. Koostis, spetsifikatsioonid ja vastavuskriteeriumid.

Standard määratleb ja spetsifitseerib normaalselt kivistuvad hüdraulilised teesideained, mis valmistatakse tehases ja tarnitakse kasutusvalmilt nii aluste ülemiste ja alumiste kihtide ning kattekihtide materjalide töötlemiseks kui ka kasutamiseks teede, raudteede, lennuväljade ja teiste taristuliikide mullatöödel.

Vastavalt standardile võib põletatud põlevkivi hüdraulilise sideaine põhikoostisosana olla *Tabelis 1* loetletud tingimustel ja juhtudel.

Normaalselt kivistuv hüdrauliline teesideaine on hüdrauliline sideaine, mis vastab *Tabelites 2, 3 ja 4* toodud nõuetele 56-päevasel kivistumisel saavutatud tugevuse, tuha peensuse, tuhale vee lisamisel tekkiva tardumise alguse, mahupüsivuse, sulfaatide sisalduse ja koostise osas.

EVS-EN 14227-4:2013 Hüdrauliliselt seotud segud. Spetsifikatsioonid. Osa 4: Lendtuhk hüdrauliliselt seotud segude jaoks.

Standard määratleb ränilised ja karbonaatsed lendtuhad, mida kasutatakse hüdrauliliselt seotud segudes teedel, lennuväljadel ja muudel liiklusaladel.

Seda Euroopa standardit rakendatakse lendtuhkadele, mis saadakse tolmse kivi- või pruunsööe põletamisel soojuselektrijaamades (vt. *Tabel 4*).

Karbonaatse tuha kvaliteet peab vastama standardi nõuetele osakeste suuruse, mahupüsivuse, reaktiivse kaltsiumoksiidi, veesisalduse ning lendtuha hüdraulilise aktiivsuse osas (vt. Tabelid 2, 3 ja 4).

EVS 925:2015 Materjal teede aluste stabiliseerimiseks. Koostis, spetsifikatsioonid ja vastavuskriteeriumid.

Standard käsitleb tööstuslikult valmistatavaid materjale (stabilisaator-sideaine TAS), mida kasutatakse teekatendi aluse üla- ja alakihtide ehitamiseks, samuti pinnase stabiliseerimiseks ja tugevdamiseks.

Vatsavalt standardile võib põletatud põlevkivi hüdraulilise sideaine põhikoostisosana olla Tabelis 1 loetletud tingimustel ja juhtudel.

Standard liigitab materjalid 2-, 7- ja 28-päevase survetugevuse põhjal ning määrab kindlaks materjalide mehaanilised, füüsikalised ja keemilised omadused: peensus, tardumise algus, mahupüsivus, sulfaatidesisaldus (vt. Tabelid 2, 3 ja 4).

Tabel 1. Erinevate standardite nõudmised tee ehitus materjali koostisosadele.

Põhilised koostisosad			
Standard EVS-EN 13282-1:2013	Standard EVS 925:2015	Standard EVS-EN 13282-2:2015	Standard EVS - EN 14227-4:2013
portlandsemendi klinker (K)	portlandsemendi klinker (K)	portlandsemendi klinker (K)	räniline lendtuhk (V)
granuleeritud kõrgahjuräbu (S)	granuleeritud kõrgahjuräbu (S)	granuleeritud kõrgahjuräbu (S)	kaltsiumiline lendtuhk (W)
putsolaansed materjalid: looduslikud putsolaanid (P) ja looduslikud kaltsineeritud putsolaanid (Q)	lendtuhk: räniline lendtuhk (V) ja kaltsiumiline lendtuhk (W)	putsolaansed materjalid: looduslikud putsolaanid (P) ja looduslikud kaltsineeritud putsolaanid (Q)	
lendtuhk: räniline lendtuhk (V) ja kaltsiumiline lendtuhk (W)	lubjakivi (L, LL)	lendtuhk: räniline lendtuhk (V) ja kaltsiumiline lendtuhk (W)	
põletatud põlevkivi (T)	ehituslubjad vastavalt standardile EVS-EN 459-1;	põletatud põlevkivi (T)	
lubjakivi (L, LL)	põletatud põlevkivi tolmpõletuse kateldest (PT);	lubjakivi (L, LL)	
	põletatud põlevkivi keevkihi kateldest (PK)		
	lendtolm (LT)		
	õlitööstuse tuhad (ÕT)		

Tabel 2. Erinevate standardite nõudmised tee ehitus materjalile mehaaniliste omaduste osas.

Mehaanilised omadused						
	Standard EVS-EN 13282-1:2013		Standard EVS 925:2015		Standard EVS-EN 13282-1:2015	
	Tugevusklass	Piirväärtus	Tugevusklass	Piirväärtus	Tugevusklass	Piirväärtus
Survetugevus, 2 p, Mpa			12,5	—		
			22,5	≥ 8,0		
			32,5	≥ 10,0		
Survetugevus, 7 p, Mpa	E 2	≥ 5,0				
	E 3	≥ 10,0	12,5	—		
	E 4	≥ 16,0	22,5	≥ 15,0		
	E 4-RS	≥ 16,0	32,5	≥ 24,0		
Survetugevus, 28p, Mpa	E 2	≥ 12,5...≤32,5				
	E 3	≥ 22,5...≤42,5	12,5	≥ 12,5...≤32,5		
	E 4	≥ 32,5...≤52,5	22,5	≥ 22,5...≤42,5		
	E 4-RS	≥ 32,5...	32,5	≥ 32,5...≤52,5		
Survetugevus, 56p, Mpa					N1	≥ 2,5...≤22,5
					N2	≥ 12,5...≤32,5
					N3	≥ 22,5...≤42,5
					N4	≥ 32,5...≤52,5

Määratakse vajadusel

Tabel 3. Erinevate standardite nõudmised tee ehitus materjalile füüsikaliste omaduste osas.

Füüsikalised nõuded				
	Standard EVS-EN 13282-1:2013	Standard EVS 925:2015	Standard EVS-EN 13282-2:2015	Standard EVS - EN 14227-4:2013
Peensus	Piirväärtused, kõik tugevusklassid			
Peensus, jääk sõelal 90 µm, %	≤15	≤15	≤15	
Läbind sõela ava 315 µm, %				≥ 95
Läbind sõela ava 90 µm, %				≥ 70
Tardumise algus, min	Tugevusklass	Piirväärtus	Piirväärtused, kõik tugevusklassid	
	E 2	≥90	≥150	≥120
	E 3			
	E 4			
	E 4-RS	≤90		—
Mahupüsivus, mm	Piirväärtused, kõik tugevusklassid			
	≤10	≤10	≤30	≤10

Tabel 4. Erinevate standardite nõudmised tee ehitus materjalile keemiliste omaduste osas.

Keemilised nõuded				
	Standard EVS-EN 13282-1:2013	Standard EVS 925:2015	Standard EVS-EN 13282-2:2015	Standard EVS - EN 14227-4:2013
Sulfaatidesisaldus, %	Tugevusklass	Piirväärtus	Piirväärtused, kõik tugevusklassid	
	E 2	kuni 11,5	kuni 7	kuni 11,5
	E 3			
	E 4			
	E 4-RS	kuni 9		—
Reaktiivne kaltsiumoksiid, %	Piirväärtused, kõik tugevusklassid			
	—	—	—	≥5

Ülevaatest selgub, et põletatud põlevkivi (põlevkivituhk) on lubatud põhikoostisainena kasutada teedehituses kahe Euroopa (EVS-EN 13282-1; EVS-EN 13282-2) ja ühe Eesti (EVS 925) standardi kohaselt. Materjali kvaliteedi põhikriteeriumiteks on 2...56 päevane survetugevus, peensus, tardumise algus, mahupüsivus ja sulfaatide sisaldus.

Euroopa standardit EVS-EN 14227-4 rakendatakse lendtuhkadele, mis saadakse tolmsse kivi- või pruunsöe põletamisel soojuselektrijaamades. Põletatud põlevkivi toodetakse põlevkivist, seega, standardit ei saa rakendada põlevkilendtuhkadele, kuid standardi nõuded karbonaatsetele lendtuhkadele (põlevkivituhk on ka karbonaatne) saab kasutada näidisena uue riigistandardi loomisel.

4 CFB (KPT) TUHA LABORIUURING

KPT tuhk tekib põlevkivi põletamisel keevkihi katlas 900 °C juures. KPT tuhk tekib keevkihi katla gaasikäikude erinevates kohtades. Antud töös uuriti KPT lendtuhka, mis püütakse väljuvate gaaside puhastamisel elektrifiltri esimeses väljas.

KPT tuha katsetamisprogramm koostati arvestades kahte vajaliku ülesande täitmise vajadusi:

1. KPT tuha kvaliteedi määramine ja olemasolevatele standarditele vastavuse kontrollimine.
2. Uue riikliku standardi loomine.

Kui tuha kvaliteet vastab olemasolevatele standarditele, saadakse järgmisena sertifikaat sertifitseerimisasutusest ning toode on valmis kasutamiseks.

Juhul, kui tuha kvaliteet ei vasta olemasolevatele standarditele, kuid pinnase stabiliseerimisel annab rahuldavaid tulemusi (teede ehitamise kriteeriumite järgi), luuakse uus Eesti Vabariigi tuhastandard, kus kinnitatakse katsetamisel saadud kvaliteeti.

4.1 Põlevkivi CFB tuha proovid

Põlevkivi CFB (keevkihi katla) tuha proovid võeti 21.12.2016, 22.01.2017 ja veebruari keskel elektrijaama rutiinse töö käigus.

Veebruari keskel võetud proovi lipikul puudus märged proovi võtmise kuupäeva kohta. Jaanuaris (22.01.2017) võetud proovil lipikul oli märged "CFB tuhk 8. plokk" ja veebruaris võetud proovil märged "CFB tuhk elektrifiltri I väli".

Proovid toimetati Tallinna Tehnikaülikooli laborisse vastavalt 22.12.2016, 02.02.2017 ja 17.02.2017.

4.2 Põlevkivi CFB tuha omadused

Peenus määrati EVS-EN 196-6 kohaselt eripinnana eelnevalt määratud tuha tiheduse kaudu. Vaba kaltsiumoksiidi sisaldus määrati EVS-EN 451-1 ja kloriidi- ning sulfaadisisaldus EVS-EN 196-2 kohaselt.

Mahupüsivus määrati EVS-EN 459-2 kohaselt ($\text{SO}_3 > 4 \%$) ning normaalkonsistents ja tardumisajad EVS-EN 196-3 kohaselt. Vastavad katsetulemused on esitatud *Tabelis 5*. Märkimisväärne on, et 22.12.2017 laborisse viidud proovi tardumisaja algus oli olulise ajalise hilinemisega võrreldes veebruaris laborisse viidud proovidega (840 minutit ja 45–50 minutit), samuti fikseeriti tardumise lõpp hilinemisega (1440 minutit ja 260–320 minutit).

Oluline on ära märkida, et turbaproovide stabiliseerimisel kasutati just 22.12.2017 laborisse viidud CFB tuhka.

Tabel 5. Põlevkivi CFB tuha tihedus, eripind, vaba CaO, kloriidide ja SO_3 sisaldused ning mahupüsivus, normaalkonsistents ja tardumisajad.

Proov laborisse	Tihedus, g/cm^3	Eripind, m^2/kg	CaO _{vaba} , %	Kloriidid, %	SO_3 , %	Taigna normaalkonsistents, %	Tardumisaeg, min algus lõpp	Mahupüsivus ($\text{SO}_3 > 4\%$)
22.12.2016	2,73	225	9,67	0,36	5,82	64,0	~14 tundi ~24 tundi	rahuldab nõude
2.02.2017	2,74	221	10,66	0,29	5,68	64,0	50 320	rahuldab nõude
17.02.2017	2,75	223	9,90	0,28	5,91	64,0	45 260	rahuldab nõude

Survetugevus määrati EVS-EN 196-1 kohaselt vesi/sideaineteguriga 0,50, kasutades mördi valmistamiseks tsemendi asemel tuhka. Mördist valmistatud 3 katsekeha-prismat, mõõtmatega 40x40x160 mm, kivistati temperatuuril (20 ± 2) °C 48 h vormides ja edasi kuni katsetamiseni 28 ja 56 päeva vanuselt suhtelisel niiskusel $>95 \%$. Survetugevus määrati poolitatud katsekehadel. Vastavad katsetulemused on esitatud *Tabelis 6*. Ka mörtide survetugevus on 22.12.2017 laborisse viidud CFB tuhal kõige väiksem.

Tabel 6. CFB tuha mörtide survetugevus 28- ja 56-päevaselt.

Proov laborisse	Katsekeha valmistamine	28 päeva survetugevus, N/mm^2	56 päeva survetugevus, N/mm^2
22.12.2016	16.01.2017	2,5	3,4
2.02.2017	8.02.2017	3,0	4,0
17.02.2017	21.03.2017	3,6	3,8

Aktiivsus arvutati EE 10579981 ST 5 lisa A kohaselt põhikoostisega $R_{\text{põhi}}$ (80 % CEM I 42,5N + 20 % tuhka) ja kontrollkoostisega R_{kontroll} (CEM I 42,5N) valmistatud kivinenud mördist katsekehade survetugevuste suhtena. Katsekehad valmistati, kivistati ja katsetati EVS-EN 196-1 kohaselt. Vastavad katsetulemused on esitatud *Tabelis 7*.

Tabel 7. Mörtide aktiivsus. $R_{\text{põhi}}$ koostis: 80% CEM I 42,5N + 20% tuhka. R_{kontroll} koostis: CEM I 42,5N. Aktiivsus $A = R_{\text{põhi}}/R_{\text{kontroll}}$.

Proov laborisse	Katsekeha valmistamine	Proovide katsetamine	$R_{\text{põhi}}$ survetugevus, N/mm^2	R_{kontroll} survetugevus, N/mm^2	Aktiivsus, %
22.12.2016	10.01.2017	7.02.2017	53,2	60,8	87,5
2.02.2017	8.02.2017	8.03.2017	55,0	61,7	89,1
17.02.2017	21.03.2017	18.04.2017	54,1	61,7	87,7

5 CFB (KPT) KATSETULEMUSTE ANALÜÜS

Katseprogrammi raames uuriti KPT tuha vastavust olemasolevatele standarditele survetugevuse, peensuse, tardumise alguse, mahupüsivuse ja sulfaatide sisalduse osas. Katsete üksiktulemused on esitatud *peatükis 4*.

Alljärgneval katsetulemuste analüüsil orienteeruti standardile EVS-EN 13282-2:2015, sest eeldatavasti standardite EVS-EN 13282-1 ja EVS 925 nõuded survetugevuse osas on KPT tuha jaoks liiga kõrged. Sellise järelduse saab teha KPT tuha varasematele uuringutele [4, 5, 6, 7, 8] tuginedes. Samuti, nõuab standard EVS-EN 13282-1 vähemalt 20%-list portlandtsemendi klinkrit lisandit hüdraulilise sideaine koostises. Sellise komposiit-sideaine omaduste uuringud ei olnud antud töö eesmärk. Seega, katsetulemuste analüüsimisel ei vaadelda standardi EVS-EN 13282-1 nõudeid.

Lisaks peatükis 4 kirjeldatud katsetele määrati laboris ka KPT tuha hüdrauliline aktiivsus. Karbonaatsete tuhade hüdraulilist aktiivsust kontrollitakse standardi EVS-EN 14227-4:2013 kohaselt. Lisaks kasutati analüüsil Narva elektrijaamade tuha kvaliteedikardi väljastamisel regulaarselt mõõdetavad omadusi: tuha CaO_{vaba} sisaldus, eripind, tihedus ja kloriidide sisaldus.

KPT tuha proovid võeti detsembris 2016, jaanuaris ja veebruaris 2017 ning toimetati katselaborisse. Iga proovivõtmise käigus võeti üks proov, kokku kolmproovi. Katsed on läbiviidud akrediteeritud Tallinna Tehnika Ülikooli Ehitusmaterjalide teadus-ja katselaboratooriumis. Täielik katseprogramm ja katsete tulemused on analüüsi tarbeks koondatud ühte tabelisse - *Tabelisse 8*.

Tabel 8. KPT katsetavad parameetrid ja katsetulemused.

KPT parameetrid		Meetod	Tulemus 1	Tulemus 2	Tulemus 3	Keskmine
1	Survetugevus, 28 päeva vanuses, MPa	EN 196-1	2,5	3	3,6	3,03
2	Survetugevus, 56 päeva vanuses, MPa	EN 196-1	3,4	4	3,8	3,73
3	Tardumise algus, min	EN 196-3	14h	50	45	48,0
4	Peensus, jääk sõelal 90 μm , %	EN 196-6	2,8	3,1	3,0	2,97
5	Mahupüsivus, $\text{SO}_3 > 4\%$	EN 196-3, EN 452-9	rahuldab nõue	rahuldab nõue	rahuldab nõue	rahuldab nõue
6	Sulfaatidesisaldus, %	EN 196-2	5,82	5,68	5,91	5,80
7	Pasta normaalkonsistents, %	EN 196-3	64	64	64	64,0
8	CaO vaba, %	EN 451-1	9,67	10,66	9,9	10,08
9	Eripind, m^2/kg	EN 196-6	225	221	223	223,0
10	Tihedus, g/cm^3	EN 196-6	2,73	2,74	2,75	2,74
11	Kloriidid, %	EN 196-2	0,36	0,29	0,28	0,31
12	Aktiivsus 28 p (etalon ja lisandiga), %	EE 10579981 ST 5	87,5	89,1	87,5	88,03

Tulemus 1 – detsembris 2016 laborisse toimetatud KPT katsetulemused; Tulemus 2 – jaanuaris 2017 laborisse toimetatud KPT katsetulemused; Tulemus 3- veebruaris 2017 laborisse toimetatud KPT katsetulemused.

5.1 Survetugevuse katsed

Uuringu raames katsetati KPT tuha mõrdi survetugevus peale 28 ja 56 päeva pikkust tardumist, mis oli vastavalt 3,03 MPa ja 3,73 MPa kolme määrange keskmisena.

Standardi EVS 925 minimaalne survetugevuse nõue 28 päeva tardunud segule on 12 MPa. Standardi EVS-EN 13282-2 minimaalne survetugevuse nõue 56 päeva tardunud segule on 2,5 MPa.

Selgub, et KPT tuha 56 päeva tardunud segu survetugevus vastab standardi EVS-EN 13282-2 nõudele ning KPT tuha 28 päeva tardunud segu survetugevus ei vasta standardi EVS 925 nõudele (*Tabel 9*).

5.2 Tardumise algus

Tardumise alguse osas käituvad erineval ajal võetud tuhaproovid erinevalt. Detsembris võetud proovi segu tardumise alguse ajaks on 14 tundi ja see on oluliselt pikem kui jaanuaris ja veebruaris võetud proovide segudel – vastavalt 50 ja 45 minutit. Töös määratud näitajad ei too esile erinevuse põhjust.

Varasematel uuringutel on KPT tuha segu tardumise alguseks määratud 110 minutit [9] ja 90 minutit [6].

Nii varasemate uuringute [6, 9] kui ka käesoleva uuringu käigus läbi viidud katsed näitasid, et tardumise alguse osas ei vatsa tulemused standardites EVS-EN 13282-2 ja EVS 925 kehtestatud nõuetele (*Tabel 9*).

5.3 Peensus

Nõue materjali peensuse osas on standardites EVS-EN 13282-2 ja EVS 925 kehtestatud maksimaalse jäägina sõelal ava suurusega 90 µm, mis ei tohi ületada 15% analüüsitava materjali massist. KPT tuha puhul on jäägiks sõelal suurusega 90 µm keskmiselt 2,95%. Peensuse nõuete osas vastab KPT tuhk standarditele EVS-EN 13282-2 ja EVS 925 (*Tabel 9*).

Standard EN 14227-4 kehtestab karbonaatsetele tuhkadele peensusnõude sõela avaga 90 µm läbiva materjali osakaaluna ja see peab olema $\geq 70\%$ analüüsitava materjali massist. Arvestades, et jäägiks sõelal avaga 90 µm määrati 2,95%, siis sama sõela läbiva materjali osakaal on suurem kui 90% ning ka standardi EN 14227-4 nõuded materjali peensusele on KPT tuhal täidetud.

5.4 Mahupüsivus

Mahupüsivuse analüüsil juhinduti standardi EVS-EN 13282-2 nõuetest. Standardi EVS-EN 13282-2 kohaselt määratakse mahupüsivus materjalile, kus SO_3 sisaldus $>4\%$, ehituslubja standardi EVS-EN 459-2 kohaselt nn. kookide pragunemise jälgimisega, arvnäitajaid ei määrata. TSK tuha mahupüsivus rahuldab standardiga EVS-EN 459-2 kirjeldatud nõuded.

Vastavalt varasematele uuringutele [4, 7, 9], kõigub mahupüsivus 1...3 mm piirides. Nende uuringute kohaselt rahuldab TSK tuhk mahupüsivusnõude ka standardi EVS-EN 13282-2 järgi (Tabel 9).

Vastavalt standardile EN 14227-4 ei tohi karbonaatsete tihkade mahupüsivust ületada 10 mm.

5.5 Sulfaatidesisaldus

Standardi EVS-EN 13282-1:2015 kohaselt on sideainena kasutatava põletatud põlevkivituha lubatud sulfaatide sisalduse ülempiiriks 11,5% (massi- või kaaluprotsendina). Seejuures kehtib see tingimus kui suurem osa sulfaatidest pärineb põletatud põlevkivist. Standardi EVS 925:2015 vastav nõue sulfaatide sisalduse ülempiiri osas on kuni 7% (massi- või kaaluprotsendina).

Käesoleva uuringu katseliselt määratud KPT tuha sulfaatide keskmine sisaldus on 5,8%, mis rahuldab standardite EVS-EN 13282-2 ja EVS 925 nõuded mõlemal juhul (Tabel 6).

Tabel 9. KPT tuha katsetulemused ja vastavus standardite nõuetele.

Parameeter	Standard EVS 925:2015		Standard EVS-EN 13282-2:2015		Katsetulemus
	Tugevusklass	Piirväärtus	Tugevusklass	Piirväärtus	
Survetugevus, 28p, MPa	12,5	$\geq 12,5 \dots \leq 32,5$			3,03
Survetugevus, 56p, MPa			N1	$\geq 2,5 \dots \leq 22,5$	3,73
Tardumise algus, min		≥ 150		≥ 120	48,00
Peensus, jääk sõelal 90 μm , %		≤ 15		≤ 15	2,97
Mahupüsivus, $\text{SO}_3 > 4\%$		≤ 10		≤ 30	rahuldab nõue
Sulfaatidesisaldus, %		kuni 7		kuni 11,5	5,80

5.6 Hüdrauliline aktiivsus, CaO_{vaba} sisaldus, eripind, tihedus ja kloriidide sisaldus

Narva elektriijaamade KPT tuha kvaliteedikaaardi andmetele ja KPT tuha hüdraulilise aktiivsuse määrangete tulemused on koondatud Tabelisse 10.

Tabel 10. KPT tuha katse tulemused kvaliteedikaardilt

Parameeter	Katsetulemus
Pasta normaalkonsistents, %	64,00
CaO _{vaba} , %	10,17
Eripind, m ² /kg	223,00
Tihedus, g/cm ³	2,74
Kloriidid, %	0,33
Aktiivsus 28 p (etalon ja lisandiga), %	88,30

Normaalkonsistentsi saavutamiseks vajab KPT tuhk võrreldes tolmpõletusest tulenevate tuhkadega suuremat veehulka. Tolmpõletustuha veetarve normaalkonsistentsi saavutamiseks on 26...27% (massi- või kaaluosana kuiva tuha massist või kaalust), samal ajal KPT tuha pasta normaalkonsistents saavutatakse 70% juures [7, 9]. Käeoleva uuringu tulemused kinnitavad varasemaid tulemusi – pasta normaalkonsistents saavutati 64% juures.

CaO_{vaba} sisaldus mõõdetakse proovide võtmisel Eesti elektrijaama laboris. Kvaliteedikaartidele märgitud regulaarsed kontrollkatsed näitavad CaO_{vaba} sisalduse väärtuseid vahemikus 8...11%. Antud töö raames määrati keskmiseks laborisse toimetatud proovide CaO_{vaba} sisalduseks 10,17%.

KPT tuha eripind on käesoleva uuringu kohaselt keskmiselt 223 m²/kg. Vastavalt erinevatele uuringutele ja Eesti elektrijaama mõõtmistele jääb eripinna väärtus tavaliselt vahemikku 200...225 m²/kg.

KPT tuha erikaal (tuhaosakeste tiheduse suhe tihedusse) on keskmiselt 2,74, see suurus on saadud arvestades laboris määratud tuhaosakeste tihedust 2,74 g/cm³. Eestis tavapäraselt purdmaterjaline paiknevate looduslike pinnaste erikaal on 2,65...2,8 ja PKT tuhk ei erine selle näitaja poolest tavalisest pinnasest.

Kloriidide sisaldus KPT tuhas on 0,33%. Tolmpõletuse lendtuhkade keskmiseks kloriidide sisalduseks on 0,46% (Narva elektrijaamade labori regulaarsed mõõtmised). Kloriide on KPT tuhas seega vähem, kui tolmpõletuse tuhka keskmiselt.

KPT tuha hüdrauliline aktiivsus arvutati standardi EE 10579981 ST 5 lisa A kohaselt põhikoostisega R_{põhi} (80 % CEM I 42,5N + 20 % tuhka) ja kontrollkoostisega R_{kontr} (CEM I 42,5N) valmistatud kivilinenud mördist katsekehade survetugevuste suhtena. Katsekehad valmistati, kivistati ja katsetati EVS-EN 196-1 kohaselt.

Materjali aktiivsus määratakse standardi EN 14227-4 kohaselt karbonaatsetele tuhkaadele vaid vajadusel. Nimetatud standard ei esita sellele näitajale ka mingisuguseid piiranguid. Katsetulemuste interpreteerimiseks võib kasutada aga ka standardit EVS 927:2015. Vastavalt sellele standardile peab „betooni PP“ (tolmpõletuse filtrituha) aktiivsus olema ≥85% etaloni survetugevusest. „Betooni PP“ aktiivsuse keskmiseks näitajaks on 94% (etaloni survetugevusest). KPT tuha aktiivsuse näitaja on pisut vähem – 88% (etaloni survetugevusest), kuid standardi piirides.

5.7 Järeldused

Kokkuvõtteks võib välja tuua, et KPT tuha omadused ei vasta olemasolevale Eesti standardi EVS 925 nõuetele vaid survetugevuse ja tardumise alguse osas. Samuti ei vasta KPT tuhk tardumise alguse osas Euroopa standardi EVS-EN 13282-2 nõuetele.

Kõigi ülejäänud analüüsitud kvaliteedikriteeriumite osas vastab KPT tuhk standardite EVS 925 ja EVS-EN 13282-2 nõuetele.

6 KOKKUVÕTTED JA ETTEPANEKUD KPT TUHA STANDARDISEERIMISEKS

Rail Baltic raudtee trassi ehitamisel võib ühe võimalusena kaaluda Narva elektrijaamades tekkivate põlevkivituhkade kasutamist. Eeldusteks on tuhkade tootena legaliseerimine. Käesoleva töö raames kontrolliti laboris keevkihis põletamisel tekkiva lendtuha (KPT) tehnilist sobivust Rail Baltic raudtee trassile jäävate soomassiivide turba stabiliseerimiseks ning määrati KPT tuha enda omadused neid omadusi kehtivates standardites toodud nõuetega võrreldes. Alljärgnevalt on esitatud ettepanekud sammude osas, mis on vajalikud KPT tuha tootena legaliseerimiseks.

Tänu erinevate uuringutele läbiviimisele ja potentsiaalsete klientidega suhtlemisele on käesolevaks ajaks (aastaks 2017) jõutud faasi, kus KPT tuha järele on tekkinud nõudlus kindlal otstarbel – teedehituses sideainena kasutamise näol. Varasemate uuringute (sh pilootuuring OSAMAT) ja käesoleva uuringu tulemused näitavad KPT tuha sobivust kasutamisel sideainena teede ehituses – tuhka sideainena kasutades tehtud konstruktsioonid vastavad teedehituse tehnilistele nõuetele. Tuha kasutamine ei avalda mõju keskkonnale ega inimestele. Et tuhka saaks tootena kasutada peab tuhk ise aga vastama konkreetsetele tehnilistele nõuetele. Selleks tuhk standardiseeritakse või kontrollitakse tuha kvaliteedi vastavust olemasolevale standardile ning seejärel teostatakse regulaarselt järelevalve tuha kvaliteedi üle vältimatu sertifitseerimisasutuse poolt.

Jäätmeseaduse kohaselt (JäätS § 2¹) lakkab jääde olema jäätmete staatuses kui:

- 1) asja kasutatakse tavapäraselt kindlal otstarbel;
- 2) asjale on olemas kindel turg või selle järele on nõudmine;
- 3) asi vastab konkreetseks otstarbeks ettenähtud tehnilistele nõuetele, õigusnormidele ja tootestandarditele;
- 4) asja kasutamine ei avalda negatiivset mõju keskkonnale ega inimese tervisele.

Antud töö raames kontrolliti KPT tuha vastavust olemasolevatele Euroopa standardile EVS-EN 13282-2:2015 ja Eesti standardile EVS 925:2015. Vastavalt katsetulemustele ei vasta KPT tuhk standardi EVS 925 nõuetele survetugevuse ja tardumise alguse aja osas. Samuti ei vastanud KPT tuhk Euroopa standardi EVS-EN 13282-2 nõuetele tardumise alguse aja osas. Nii ei ole, hoolimata asjaolust, et kõigi ülejäänud kontrollimist vajavate ja kontrollitud näitajate osas olid mõlema ülal loetletud standardi nõuded täidetud, võimalik KPT tuhka sertifitseerida ning kasutada tootena vastavalt olemasolevatele standarditele.

Uue standardi loomine algab tõendamisest, et konkreetse kvaliteediga materjal on tehniliselt sobiv konkreetse kasutusala kasutamiseks ning ei avalda mõju keskkonnale ega inimese tervisele. Selleks, et tõendada KPT tuha sobivust teede ehitamisel on tehtud erinevad sihipärased uuringud (sh ka pilootuuringud). KPT tuha tehniline sobivus ja ohutus uuriti reelasel tingimustes Narva-Mustajõe ja Simuna-Vaiatu teede lõikude ehitamisel OSAMAT pilootprojekti raames. Samuti on läbiviidud hulgalised uuringud laboritingimustes (Soome, Rootsi sadamate sh reostunud settete ja pinnaste stabiliseerimine, leostuskatsete läbiviimine).

Uue standardi loomist arutati Eesti Vabariigi Standardikeskuse (EVS), Eesti Ehitusmaterjalide Tootjate Liidu ja TTÜ Sertifitseerimisasutuse esindajatega. Arutelude käigus jõuti ühisele arvamusele, et mõistlik on taotleda olemasoleva tuha standardi EVS 927 uue versiooni loomist. Põhjuseks saab välja tuua järgmised aspektid:

- EVS 927:2017 „Ehituslik Põletatud Põlevkivi. Spetsifikatsioon, toimivus ja vastavus“ rakendub põletatud põlevkivile (põlevkivituha kaubanduslik nimetus), mis saadakse põlevkivi termilisel töötlemisel ja saadud peendispersse mineraalosa separeerimise teel.
- Oma tekkimise järgi kuulub KPT tuhk EVS 927 standardi alla. Samuti kuulub uus toode (KPT tuha teesideaine) ehituslike materjalide hulka.
- KPT tuha omaduste erinevused olemasoleva standardiga määratud on väikesed ja käsitlevad vaid kahte kvaliteedikriteeriumit – survetugevus ja tardumise alguse aeg. Nii on KPT tuha teesideainena standardiseerimisel soovitatav lähenemine EVS 927 standardi käsitusala, üksikute tehniliste parameetrite ja järelevalve tingimuste täiendamine (ametlikult standardi uue versiooni taotlemine).

Tuginedes käesoleva töö raames ning eelnevalt läbiviidud uuringute tulemustele, samuti pädevate asutuste inimeste arvamusele, pakutakse standardi EVS 927 uue versiooni taotlemist ning uue osa sisseviimist, mis käsitleb tuha kvaliteeti teesideainena teede aluste ülemiste ja alumiste kihtide ning kattekihtide materjalide töötlemiseks kui ka kasutamiseks teede, raudteede, lennuväljade ja teiste taristuliikide mullatöödel. KPT tuha võib „Teesideaine PP“-st selles käsitusalas eristada.

Et Eesti standard oleks ka Euroopa siseselt üheselt mõistetav, siis tuleks Euroopa standardites EVS-EN 13282-2 ja EVS-EN 14227-4 määratletud kuid standardis EVS 927 puuduvad kvaliteedi nõuded sisse viia ka standardisse EVS 927. Sisuliselt vaatlevad nii Euroopa kui kohalikud standardid sama materjali (antud juhul KPT tuhk) parameetreid, mis kinnitavad materjali kasutatavust tehnilisest aspektist lähtudes. Seega on otstarbekas EVS 927 standardi täiendamisel arvestada kõigi standardis EVS-EN 13282-2 kirjeldatud nõuetega. Konkreetset viiks EVS 927 uus versioon reguleerida järgmised KPT tuha omadused (*Tabel 11*):

Tabel 11. EVS 927 täiendused teesideaine tehniliste parameetrite osas.

Parameeter	Meetod	Piirväärtus	Katsesagedus
Survetugevus, 56p, MPa	EN 196-1	$\geq 2,5 \dots \leq 22,5$	1 kord kuus
Tardumise algus, min	EN 196-3	≥ 30	1 kord kuus
Peensus, jääk sõelal 90 μm , %	EN 196-6	≤ 15	2 korda aastas
Mahupüsivus, $\text{SO}_3 > 4\%$	EN 196-3, EN 452-9	≤ 30	2 korda aastas
Sulfaatidesisaldus, %	EN 196-2	kuni 11,5	2 korda aastas

Survetugevusele (56 päeva), peensusele, mahupüsivusele ja sulfaatide sisaldusele kehtiksid standardis EVS 927 samad piirväärtused, kui standardis EVS-EN 13282-2. Tardumise alguse ajale kehtestatakse erinevad, KPT tuha omapära arvestavad nõuded. Läbiviidud katsed KPT tuhaga näitasid, et tardumine algab kiiremini võrreldes Euroopa standardi nõuetega, pakutakse alandada seda väärtust kuni 30 minutini. Loomulikult tuleb siinjuures kehtestada KPT tuha kasutusjuhendis sellest nõudest tulenevad erinõuded segude valmistamisel ehitusplatsil.

Tootmises tuleb tavapäraselt tihedamini kontrollida survetugevuse ja tardumise alguse kontrollarve, sest need väärtused on ehitustegevuste planeerimise põhiliseks sisendiks. Kontrollkatsete sagedus võiks survetugevuse ja tardumise alguse aja osas olla - 1 kord kuus.

Peensuse näitaja KPT tuha puhul jääb piirväärtusest kaugemale. KPT tuha jääk sõelal (90 μm , %) on katsete põhjal 2,97%. Piirväärtuseks on $<15\%$ ja on vähetõenäoline, et tootmise käigus nimetatud piirnorm varieeruks kuni 5 korda ja rohkem. Seega kontrollkatsete sageduseks võiks olla - 2 korda aastas.

KPT tuha uuringute tulemused [4, 7, 9] näitavad KPT tuha väikest paisumist: 1 kuni 3 mm. Mahupüsivuse piirväärtuse ($<10\text{mm}$) ületamine on vähetõenäoline. Seega, kontrollkatsete sageduseks võiks olla - 2 korda aastas.

Sulfaatide sisaldus on uuringute kohaselt keskmiselt 5,75%, mis on poole vähem kui, maksimaalne piirväärtus (11,5%). Seda arvestades, võiks ka sulfaatide sisaldust määrata sagedusega - 2 korda aastas.