

Kloriidide katsetamine

2021



Kloriidide katsetamine	
Tellija	Transpordiamet
Tellija esindaja ja kontaktandmed	Marek Kask marek.kask@mnt.ee Teelise 4 10916 Tallinn Tel: 55555951
Lepingu nr	Töövõtuleping nr 1-12/20/2873-1
Uuringu nr	2021-3
Aruande kuupäev	19. aprill 2021
Aruande nr	ERC/ 11 /2021
Märksõnad	Talihoole, libedustõrje, kloriidid, mõju võrdlus, haardetegur
Keywords	Winter maintenance, snow and ice control, de-icing chlorides, comparison of influence, friction coefficient
Töös osalesid	Tiit Kaal <i>Konsultant, ERC Konsultatsiooni OÜ</i> Toomas Tootsi <i>Konsultant</i> Andrus Aavik <i>Konsultant, ERC Konsultatsiooni OÜ</i> Luule Kaal <i>Konsultant, ERC Konsultatsiooni OÜ</i>
ERC Konsultatsiooni OÜ Väike-Ameerika 15-9 10129 Tallinn, Eesti e-post: info@ercc.ee tel: +372526984 www.ercc.ee	

Töö on koostatud Transpordiameti teehoiu arendamise osakonna tellimusel

© Transpordiamet, 2021

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

SISUKORD

Sissejuhatus	4
1. Lühiülevaade libedusetõrjest.....	5
1.1. Libedusetõrje eesmärk	5
1.2. Libedusetõrje reagendid.....	6
1.3. Kloriidide kulunormid libedusetõrjel.....	10
1.4. Libedusetõrje Eesti riigimaanteedel	11
2. Kloriidide kasutus Eestis 2018-2020	13
3. Laboratoosete katsetuste tulemused.....	15
4. Kloriidide katsetamine	17
4.1. Katselõigud	17
4.2. Katsete teostamise põhimõtte	18
4.3. Kasutatud mõõteseadmed	19
4.4. Liiklussagedus	19
4.5. Katsete käigus kogutud andmed	20
5. Kloriidide katsetuste tulemused.....	21
5.1. Üldist.....	21
5.2. Haardeteguri erinevus protsentuaalselt: enne soolamist vs kõik mõõtmised	22
5.3. Haardeteguri erinevus protsentuaalselt: enne soolamist, kõigi mõõtmiste keskmine ja viimane mõõtmine	24
5.4. Haardeteguri erinevus protsentuaalselt: enne soolamist ja kõigi mõõtmiste keskmine suhtes temperatuuriga.....	25
5.5. Haardetegurite erinevus võrreldes enne soolamist (ES), viimane mõõtmine ja kõigi mõõtmiste keskmine	26
5.6. Egiptuse soola võrdlus Valgevene ja Saksamaa sooladega	29
5.7. AS Teede Tehnokeskuse teostatud katsetused.....	31
6. Lõppjäreldused	34
7. Kasutatud kirjandus	36
Lisa 1. Töö tehniline kirjeldus	37
Lisa 2. Kloriidide laboratoorsete katsetuste Tulemused	39
Lisa 3. ELTRIP-seadme kalibreerimistunnistus	42
Lisa 4. Katselõikude skeemid.....	43
Lisa 5. Katsete tulemused.....	44

Lisa 5-1. Katse Klor_1.....	45
Lisa 5-2. Katse Klor_2.....	48
Lisa 5-3. Katse Klor_3.....	51
Lisa 5-4. Katse Klor_4.....	54
Lisa 5-5. Katse Klor_5.....	57
Lisa 5-6. Katse Klor_6.....	60
Lisa 5-7. Katse Klor_5 EGP	63
Lisa 5-8. Katse Klor_6 EGP	65
Lisa 5-9. AS Teede Tehnokeskuse mõõtmiste tulemused	67

SISSEJUHATUS

Maanteeameti hooldevaldkonna tegevusprogrammis on aastateks 2019-2021 püstitatud eesmärgiks välja selgitada riigiteede korrashoiu ülesehituse võimalused tulevikus, sealhulgas hangete korraldamise ja korrashoiu eest tasustamise põhimõtted, seisundinõuete rakendamise põhimõtete täpsustamine, järelevalve tegemise võimalikud viisid, teehoolde IT-rakenduste võimalikud arendused, liiklejatele sõiduoludest teavitamine jne. Ühe tegevusena on kavas selgitada, millisest riigist tarnitud kloriidide kasutamine oleks hinna ja kvaliteedi suhtes kõige optimaalsem.

Käesolevas uuringus on võrdlemisel Saksamaalt ja Valgevenest tarnitud kloriidid. Katsetuste käigus lisandus veel Egiptusest pärit kloriid. Katsetused teostati katselõikudel perioodil 15. jaanuar kuni 11. märts 2021 aastal. Lisaks teostas AS Teede Tehnokeskus paralleelselt haardeteguri mõõtmisi erinevate seadmetega kahel katsepäeval, 2. ja 16. veebruaril.

Uuringu raames viidi läbi kloriidide katsetused ca 2 km pikkusel teelõigul, kus ca 1 km pikkusel teelõigul teostati libedusetõrjet Valgevenest pärit kloriidiga ning teisel ca 1 km pikkusel teelõigul Saksamaalt tarnitud kloriidiga. Puistamise järgselt mõõdeti haardetegurit Eltrip-seadmega ja optilise haardeteguri mõõtjaga. Katsetusi (mõõtmisi) filmiti katsete tegemise ajal ning katselõikudele oli paigaldatu kaamera teekatte seisukorra muutumisest fotode tegemiseks. Lisaks registreeriti katsetuste ajal liiklusloenduritega teelõikudel liikunud sõidukid.

Uuringu raames teostati ka nii Valgevene, Saksa kui ka Egiptuse soolade laboratoorsed uuringud – määrati niiskusesisaldus, NaCl sisaldus, ferrotsüaniidi aniooni sisaldus, vees lahustumatute ainete sisaldus ning sõelkõver.

Katsete tulemuste põhjal on tehtud kokkuvõtlikud järeldused kahe erineva soola, Valgevene ja Saksamaa päritolu, toimivuse kohta.

Uuringu käigus püüti välja selgitada, milliseid kloriide ja millistes kogustes Eesti hooldeettevõtted kasutavad talihooldeks riigiteedel.

Kokkuvõtteks on esitatud soovitusel Transpordiametile erinevate kloriidide kasutamise ja nende mõju ning toimivuse kohta libedusetõrje tegemisel.

Samuti saab uuringu tulemustest teha järeldusi Eltrip- ja RCM-seadmete haardeteguri mõõtmisviiside erinevuste ja iseaärasuste kohta.

1. LÜHIÜLEVAADE LIBEDUSETÕRJEST

1.1. Libedusetõrje eesmärk

Teede soolamisel on eesmärgiks tagada teekatte piisavad haardelised omadused ka talvistes tingimustes, et liiklemine oleks ohutu ja turvaline. Suurema liiklussagedusega teedel võib juba väike libedus tekitada tõsiste tagajärgedega liiklusõnnetusi ja muid juhtumeid. Suure liiklussageduse puhul ei ole liivatamine alternatiiv, kuna tiheda liikluse tõttu ei püsi liiv teel, liiklus lihvib lumise teekatte libedaks ja lume/jää sisse tekivad roopad.

Selleistes tingimustes on kõige mõistlikum kasutada teekatte enda haardelisi omadusi, ehk siis takistada kloriididega jää ja/või lumekihi tekkimist teekattele. Soolasid kasutatakse eelkõige siis, kui temperatuur on $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ või kõrgem. Madalamatel temperatuuridel on oht, et sulanud vesi jäätub uuesti ja teekate muutub veelgi libedamaks.

Libedusetõrje eesmärgiks on sõidutee katte haardeteguri suurendamine. Libedusetõrje jaguneb:

- teekatte ennetav soolamine soolalahusega, niisutatud või kuiva soolaga. Ennetav soolamine teostatakse 1–6 tundi enne võimaliku libeduse teket;
- jäite või lume tõttu libedaks muutunud teepinnale soolalahuse või soola puistamine;
- teepinna haardeteguri suurendamine puistematerjalide puistamisega teele;
- lume- või jääkattega teepinna haardeteguri suurendamine mehhaaniliste vahendite kasutamisega teel (võrk-, jää-, tappterad).

Sooladena võib kasutada naatriumkloriidi (NaCl), magneesiumkloriidi (MgCl_2) ja kaltsiumkloriidi (CaCl_2). Tänapäeval kasutatakse Eestis libedusetõrjeks praktiliselt 100 % ulatuses NaCl .

20–25 % soolalahus (NaCl) on kõige sobivam õhukese jää või härmatise korral ja ennetavaks libedusetõrjeks. Lahust ei või kasutada paksu koristamata lumekihi ja kinnisõidetud lume puhul, samuti jäite puhul, millest kate ei paista läbi. Soolalahuse kasutamise peamisteks eelisteks on operatiivsus ja soola vähene kulu ühekordsel soolamisel. Paakauto lubatud liikumiskiirus soolamisel ei tohi ületada 70 km/h. Kui katte temperatuur on alla $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, kasutatakse lahuse asemel niisutatud soola. Soola lendumise vältimiseks õhukeeriste mõjul ei tohi puisturi liikumiskiirus ületada niisutatud soola puistamisel 40 km/h ja kuiva soola puistamisel 30 km/h. Soolalahuse kogus soola niisutamiseks peab olema vähemalt 80 l/m^3 soola kohta. NaCl efektiivsus väheneb oluliselt õhutemperatuuril alla $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$.

1.2. Libedustõrje reagentid

Libedustõrje reagentidena on maailmas kasutusel terve rida erinevaid keemilisi aineid, mille kohta on rohkem infot esitatud tabelis 1.1.

Tabel 1.1. Libedustõrje reagentid [1, 2]

Materjali tüüp		Kasutusvorm	Tempera- tuuri piir, °C	Märkused
Kloriidid	NaCl	Helvessool, soolalahus	-10	Kõige üldkasutatavam libedustõrjesool. Omab vähest keemilist mõju betoonile, aga võib kahjustada taimestikku. Põhjustab metallide korrosiooni.
	CaCl ₂	Soolalahus, harvem helvessool	-32	Madalad kontsentratsioonid omavad vähest keemilist mõju betoonile ja taimestikule, aga põhjustab metallide korrosiooni. Võib olla ohtlik inimtervisele ja jätab libeda jäägi, mida on raske puhastada. Suured kontsentratsioonid kahjustavad betooni, moodustades kaltsiumoksiidkloriide.
	MgCl ₂	Soolalahus, harvem helvessool	-15	Võrreldes naatrium-ja kaltsiumkloriidiga saastab kloriideidega keskkonda umbes 40 % vähem. Põhjustab metallide korrosiooni. Mõju-uuringud betoonile näitavad vastakaid tulemusi.
	KCl	Helvessool	-4	Levinud taimeväetis. Ei mõju nahale ärritavalt ja on taimestikule vähem kahjulik. Libedustõrjeks ebaefektiivne, kui just ei kasutata koos teiste ainetega (näiteks segatuna naatrium- või magneesiumkloriidiga).
Orgaanika	Kaaliumatsetaat	Lahus	-32	Biolagunev libedustõrjevahend, kasutatakse peamiselt lennuväljadel.
	Naatriumatsetaat	Tahke	-18	Kergelt korrosiooni põhjustav. Mõju betoonile alles uuritakse.
	Kaaliumformiaat - KFo	50 % lahus	-50	Hea libedustõrje reagent, aga hügroskoopsuse tõttu seda puhtal kujul helvestena ei kasutata. Kasutatakse kloriiditundlikel aladel. Korrodeeruv mõju metallile ja betoonile väiksem kui kloriididel.
	Naatriumformiaat - NaFo	23 % lahus, helvessool	-14	Kulu võrreldes tavalise NaCl-ga 10-20 % suurem. Kasutatakse kloriiditundlikel aladel. Korrodeeruv mõju metallile ja betoonile väiksem kui kloriididel.
	Kaltsium- magneesium- atsetaat - CMA	Tavaliselt lahus, harva tahke	-4	Valmistatud lubjakivist ja äädikhapest. Biolagunev, ei oma mõju taimestikule ja loomastikule. Vähendab oluliselt jää tekkevõimalusi, kui kasutatakse enne sademeid. Kõrge hind piirab praktilist kasutamist. Ei ole efektiivne väga madalatel temperatuuridel.

Libedustõrjeks sobivaid reagente on palju, kuid nad on üldiselt kallid, sageli kloriididest väiksema mõjuga ja nende pikaajaline keskkonnamõju on uurimata. Põhiliselt kasutatakse meil libedustõrjeks kahte tüüpi soola: naatriumkloriid (NaCl) ja kaltsiumkloriid (CaCl_2). Põhjavee- ja taimestikukaitsealadel, kus kloriidide kasutamine on vastunäidustatud, kasutatakse Soomes ka formiaate (Fo), mis on sipelghappe (HCOOH) soolad – kaaliumformiaat (KCOOK), naatriumformiaat (HCOONa) [2].

CaCl_2 ja NaCl omaduste võrdlus [2]:

- CaCl_2 kasutatakse soolalahusena kristallilise NaCl niisutamiseks;
- Mõned uuringud näitavad, et CaCl_2 on NaCl võrreldes vähem korrosiooni põhjustav, kuid samas CaCl_2 suuremat hügroskoopsust peetakse suuremaks metalli korrosiooniriskiks, kuna see hoiab seda kauem niiskena;
- CaCl_2 mõjub negatiivsemalt ka sõiduki piduritele, kui NaCl ;
- CaCl_2 hoiab oma suurema hügroskoopsuse tõttu tee kaua niiskena (just seetõttu kasutatakse CaCl_2 kruuskatete tolmutõrjel);
- CaCl_2 on vanale betoonile suurem murendav mõju, kui NaCl (see on olnud peamine põhjus, miks CaCl_2 ei kasutata talihooldeks Rootsis);
- Mõju põhjavee kvaliteedile ja taimestikule on kloriidide sisalduse tõttu mõlemal soolal (CaCl_2 ja NaCl) sarnane.

Erinevatel sooladel on erinev temperatuur, mille juures nad on libedustõrjel kasutamiseks kõige efektiivsemad. Tabelis 1.1 on esitatud erinevate libedustõrje reagentide kasutamise temperatuuri piirid, kuid meil enimkasutatavate kloriidide puhul on välja kujunenud järgmised praktilised helvessoolade kasutustemperatuurid:

- NaCl efektiivsus väheneb oluliselt õhutemperatuuril alla -7 °C ja sellisel juhul teed enam tavaliselt puhta NaCl -ga ei soolata;
- Kuni -12 °C õhutemperatuurini on võimalik NaCl toimeefekti suurendada, kui seda niisutada CaCl_2 soolalahusega;
- -12 °C kuni -18 °C juures on otstarbekas kasutada libedustõrjeks ainult CaCl_2 ;
- Alla -18 °C võiks kasutada ainult puistematerjale (soolaliiva, sõelmeid, peent killustikku).

Ka igast libedustõrje reagentist valmistatud vesilahus reageerib jääga teatud temperatuurivahemikus. Madalaimat temperatuuri, mille juures kemikaali küllastunud vesilahus on võimeline veel jääd sulatama (st ta ise ei ole veel külmunud), nimetatakse eutektiliseks temperatuuriks. Kemikaali vesilahuse maksimaalset ehk küllastunud kontsentratsiooni eutektilisel temperatuuril nimetatakse eutektiliseks kontsentratsiooniks.

Tabelis 1.2 on esitatud erinevate libedustõrje reagentide vesilahuste eutektilised kontsentratsioonid ja neile vastavad eutektilised temperatuurid. NaCl hoiab vett külmumise eest kuni temperatuurini $-21,2$, MgCl_2 kuni $-33,6$ ja CaCl_2 kuni $-49,8\text{ °C}$.

Lisaks on tabelis 1.2 esitatud ka vastava reagenti orienteeruv hinnasuhe võrrelduna naatriumkloriidiga. Nagu tabelist näha, on NaCl üldjuhul kõige odavam ja meie kliimaatilistes

tingimustes piisavalt hästi toimiv libedustõrje reagent, mille kasutustemperatuuri saab efektiivselt alandada seda CaCl_2 vesilahusega niisutades.

Tabel 1.2. Libedustõrje reagentide eutektilised temperatuurid ja kontsentratsioonid ning orienteeruvad hinnasuhted versus NaCl

Jäätumisvastane aine	Eutektiline temperatuur, °C	Eutektiline kontsentratsioon, %	Orienteeruv hinnasuhe versus NaCl
Naatriumkloriid	-21,2	23,3	1
Kaaliumkloriid	-10,6	19,8	3
Ammooniumsulfaat	-19,0	38,3	3,1
Kaltsiumkloriid	-49,8	31,8	3,4
Väetised (ammooniumnitraat)	-17,2	41,2	?
Karbamiid	-11,7	32,6	9
Karbamiid:kaltsiumformiaat (2:1)	-19,4	42,5	?
Karbamiid:kaltsiumformiaat:formamiid (1:1:1)	-22,2	42,0	?
Alumiiniumkloriid	-55,0	25,3	32
Liitiumkloriid	-80,0	25,3	174
Kaltsiummagneesiumatsetaat – CMA (3:7)	-28	32,5	?

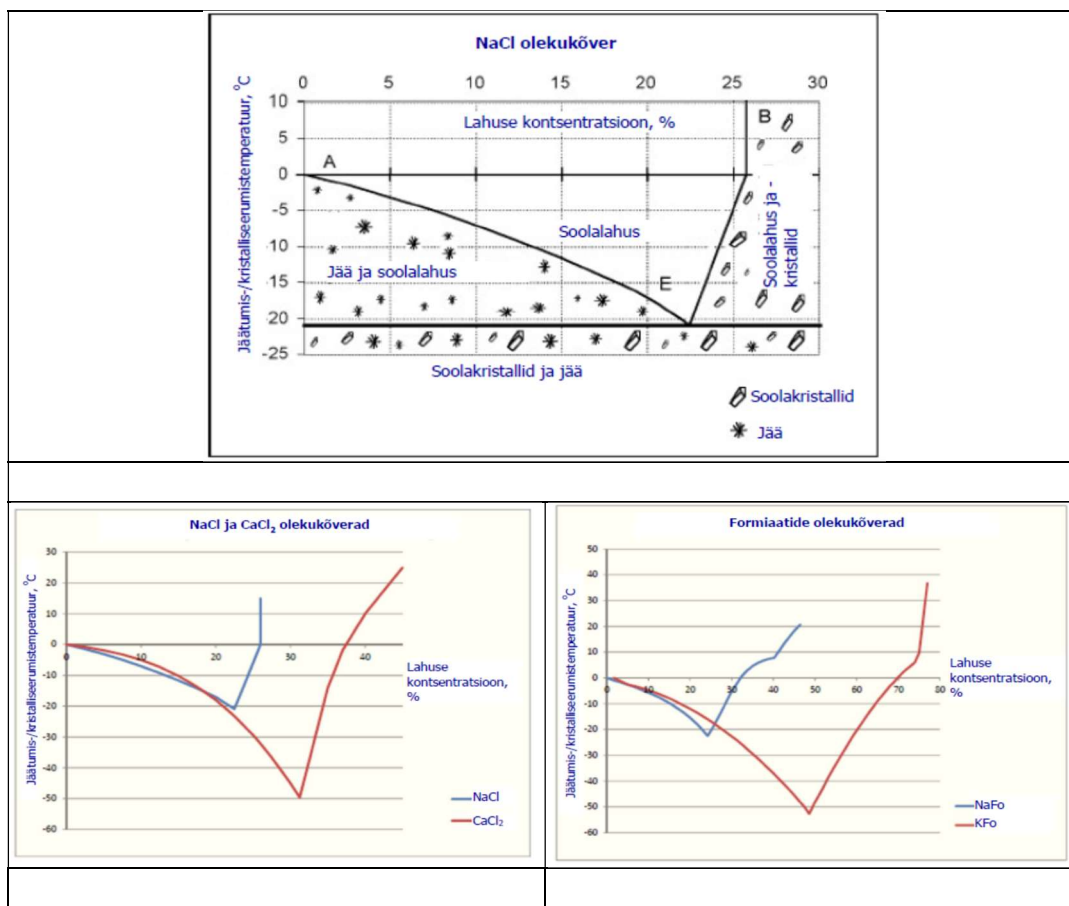
Tabelis 1.2 esitatud eutektilised temperatuurid vastavad küllastunud lahustele, millised tabelis toodud temperatuuridel täielikult külmuvad ja moodustavad soola kristallide ja jää tahke massi. Lahjendatud lahuste jäätumistemperatuur sõltub lahuse kontsentratsioonist. Jää massi suurenemisega temperatuuri langemisel väheneb ka lahusti osa lahuses ja lahuse kontsentratsioon kasvab koos lahuse külmumistemperatuuri langusega. Soolade ja formiaatide vesilahuste külmumistemperatuurid sõltuvalt nende kontsentratsioonist on kujutatud joonisel 1.1. [3]

Kloriide laotatakse tee: kuiva helvessoolana, niisutatud helvessoolana või vesilahusena (joonis 1.2). [3]

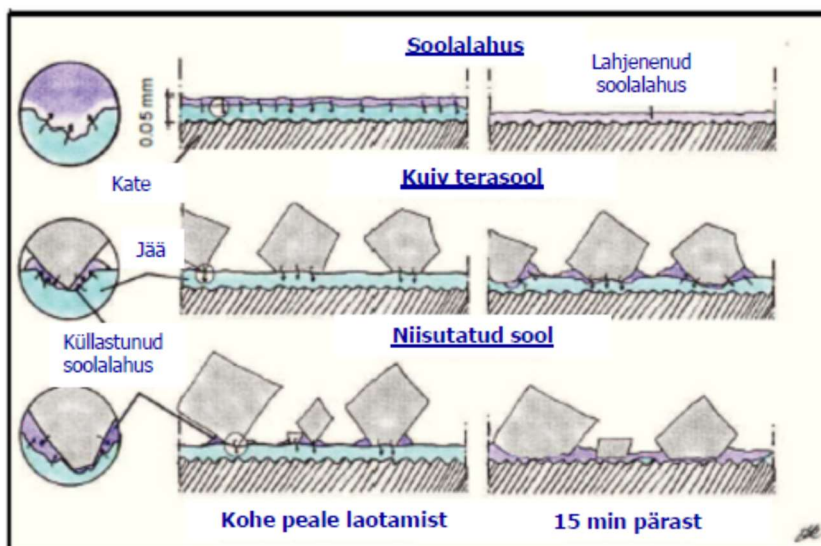
Soolalahus laotub ühtlaseks kihiks ja selle kontsentratsioon lahjeneb teel oleva niiskusega segunemise tulemusena. Kui teepinnal on liiga palju niiskust või seda tuleb juurde, võib vesilahusega soolamine ebaõnnestuda ja tee ikkagi jääda, kuna kattel oleva niiskusega segunedes soolalahuse kontsentratsioon väheneb (vt joonis 1.1).

Kuiv terasool laotub tee pinnale juhuslikult ja osa terasid lendab juba laotamisel tee nõlvale. Kuiv sool peab imema niiskust enne, kui tegelik jää sulatamine katte pinnal algab. Suurte kadude tõttu soola laotamine kuivana on majanduslikult ebaökoonoomne ja seda üldjuhul ei kasutata.

Niisutatud sool sisaldab vajalikku algniiskust, mille tulemusena kontakt jääga suureneb ja mõju kiireneb. Niiskus suurendab soolaterade kaalu ja seob soola peenosist, millega väheneb kadu laotamisel ja teel liikluse all. Niisutamisel lisatakse kuivale soolale 25-30 kaalu-% soolalahust (minimaalselt 80 l/m³ soola kohta).



Joonis 1.1. Jäätumisvastaste reagentide vesilahuste jäätumis-/kristalliseerumistemperatuur sõltuvalt lahuse kontsentratsioonist [2, 3]



Joonis 1.2. Soola vesilahuse ja helvessoola mõju jääle teekatte pinnal kohe peale soola laotamist ja 15 minutit pärast seda [3]

Erinevates riikides libedustõrjeks kasutatavate soolakoguste, eriti 1-le kilomeetrile keskmiselt laotatavate koguste kohta on raske objektiivset infot saada. Tabelis 1.3 on esitatud soomlaste

2006. aastal kogutud eri riikide libedustõrje soolade kasutamise info võrrelduna nende üldkasutatavate teede pikkusega. Kuna riikide nõutavad seisunditasemed on erinevad, samuti on erinev kliima ja talve pikkus, siis tabelis 1.3 esitatud andmete alusel ei ole võimalik võrreldavalt ja objektiivselt hinnata libedustõrjeks kasutatavaid soola koguseid ühele hooldatavale teekilomeetrile.

Tabel 1.3. Soola kasutamine libedustõrjeks erinevates riikides [2]

Riik	Üld- kasutatavaid teid, km	Kasutatud soola kokku, t	CaCl ₂ osa kogu kasutatud soolast, %	Märkused	Info allikas
Austria	106 500	408 400	0,4		PIARC 2006
Belgia	14 400	128 500	< 1	1999-2004 keskmine	PIARC 2006
Taani	71 900	370 000	Ei kasuta	2005-2006 talv	PIARC 2006 Maanteeamet 2006
Eesti	16 500	43 600	Ei ole infot	Sisaldab ka soolaliiva valmistamiseks kasutatud kogust	PIARC 2006
Prantsusmaa	398 000	400 000 – 1 400 000	Kasutatakse, aga % ei tea		PIARC 2006 COST344 2002
Saksamaa	231 000	690 000	Kasutatakse, aga % ei tea	Soola kogus kiir- ja riigiteedel 2003-2004 talvel	PIARC 2006 COST344 2002
Island	4 300	5 300	Kasutatakse, aga % ei tea	Soolatatavate teede pikkus ca 350 km, soola kulu ca 15,1 t/km	PIARC 2006 COST344 2002
Norra	92 500	160 000	Ei kasuta	2005-2006 talv. Soolatatavate teede pikkus ca 8000 km.	PIARC 2006 Maanteeamet 2006
Rootsi	98 000	290 000	Ei kasuta	2004-2005 talv	PIARC 2006 COST344 2002 Maanteeamet 2006
Šveits	72 000	37 400	Kasutatakse, aga % ei tea	Soolatatakse ainult murdosa teedest. Soola kulu ca 22 t/km 2003.	PIARC 2006
Kanada	1 408 900	4 860 000	2,2	1997-1998 talv	CEPA 2001

1.3. Kloriidide kulunormid libedusetõrjel

Alljärgnevas tabelis 1.4 on esitatud soolapuistureid tootva ettevõtte EPOKE A/S¹ poolt pakutavad võimalikud kloriidide kulunormid libedusetõrjel kombineeritud puisturi (sool ja soolalahus) korral.

Tabelis 1.4 on toodud kolm erinevat soola kulunormide varianti Kombi puistaja kasutamisel kombineerituna soolalahuse ja eelniisutatud soola kasutamisega (30% eelniisutamine).

¹ <https://epoke.dk>

Toodud soola ja soolalahuse erinevate kominatsioonide kasutamine sarnaste ilmaolude korral peaksid teoreetiliselt andma sarnase tulemuse. Need kulunormid on orientiiriks teehoolde tegijatele. Tuleb muidugi rõhutada, et alati peab arvestama kohalike, tegelike oludega saavutamaks libedusetõrje eesmärki.

Tabel 1.4. Erinevad soola kulunormid

Valik	Libeduse tekke põhjus	Seadistused Eelniisutatud sool (g) + lahus(ml)
Soola kulunorm max 20 ml/m²		
1	Ennetav libedusetõrje kõrgem kui -3 °C (jäävihm, härmatis, must jää jms.)	0 + 20
2	Ennetav tugeva ja kestva härmatise korral	5 + 10
	Soolatamine lumesaju ajal (kuiv lumi, puuder lumi)	
3	Ennetav märja teekatte külmumise korral kõrgem kui -3 °C	5 + 20
4	Ennetav märja teekatte külmumise korral madalam kui -3 °C	8 + 20
	Lumesaju ajal, jäävihm(torm), kinnijääv lumi või pärast lumesadu	
5	Ennetav lume- või jäätormi korral	15 + 10
6	Soolatamine lumesaju ajal (märg lumi, lõrts, sulav lumi)	10 + 0
Soola kulunorm max 15 ml/m²		
1	Ennetav libedusetõrje kõrgem kui -3 °C (jäävihm, härmatis, must jää jms.)	5 + 10
2	Ennetav tugeva ja kestva härmatise korral	5 + 10
	Soolatamine lumesaju ajal (kuiv lumi, puuder lumi)	
3	Ennetav märja teekatte külmumise korral kõrgem kui -3 °C	7 + 15
4	Ennetav märja teekatte külmumise korral madalam kui -3 °C	10 + 15
	Lumesaju ajal, jäävihm(torm), kinnijääv lumi või pärast lumesadu	
5	Ennetav lume- või jäätormi korral	15 + 10
6	Soolatamine lumesaju ajal (märg lumi, lõrts, sulav lumi)	10 + 0
Soola kulunorm max 10 ml/m²		
1	Ennetav libedusetõrje kõrgem kui -3 °C (jäävihm, härmatis, must jää jms.)	5 + 10
2	Ennetav tugeva ja kestva härmatise korral	5 + 10
	Soolatamine lumesaju ajal (kuiv lumi, puuder lumi)	
3	Ennetav märja teekatte külmumise korral kõrgem kui -3 °C	8 + 10
4	Ennetav märja teekatte külmumise korral madalam kui -3 °C	12 + 10
	Lumesaju ajal, jäävihm(torm), kinnijääv lumi või pärast lumesadu	
5	Ennetav lume- või jäätormi korral	15 + 10
6	Soolatamine lumesaju ajal (märg lumi, lõrts, sulav lumi)	10 + 0

1.4. Libedusetõrje Eesti riigimaanteedel

Eestis on kokku 16668 km riigimaanteed. Neist on libedusetõrjega kaetud 8834 km maanteed (tabel 1.5) ehk 53 % kogu riigimaanteed võrgust.

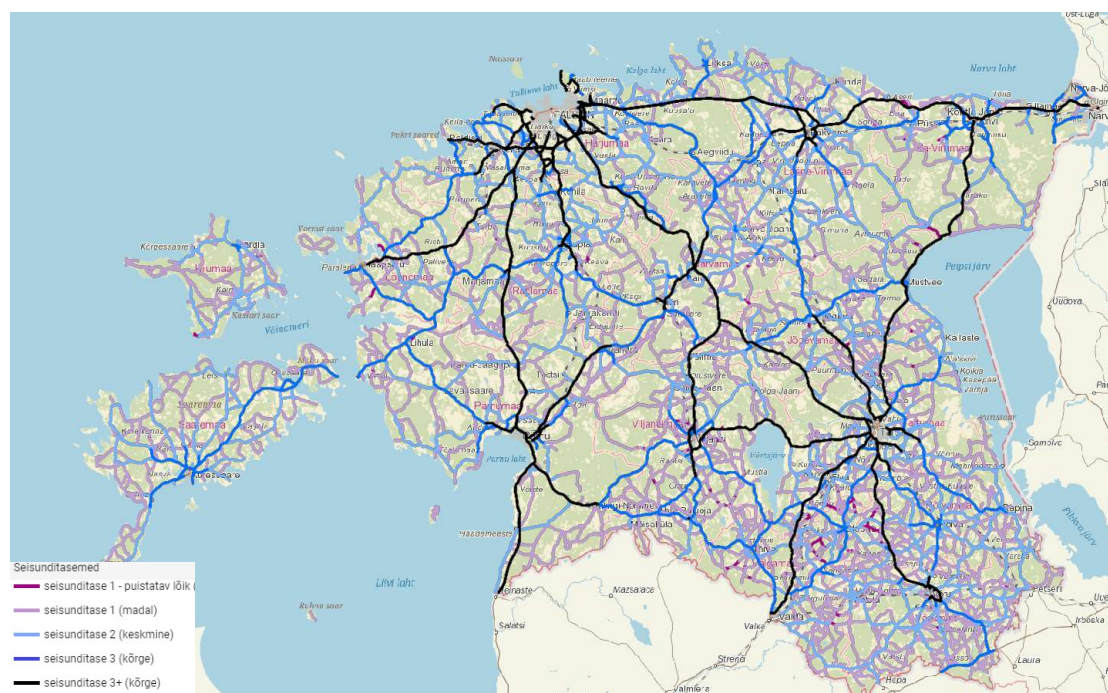
Talihooldes seisunditasemetest tulenevalt võib libedusetõrje kloriididega jagada nelja tasemesse:

- Seisunditase 3+ aeg nõutava haardeteguri saavutamiseks ehk libedusetõrjega nõutava teepinna seisundi saavutamiseks ette nähtud aeg – 2 tundi;
- Seisunditase 3 aeg nõutava haardeteguri saavutamiseks – 4 tundi;
- Seisunditase 2 aeg nõutava haardeteguri saavutamiseks – 8 tundi;
- Seisunditase 1* ohtlike kohtade libedusetõrje; aeg nõutava haardeteguri saavutamiseks – 12 tundi.

Tabel 1.5. Maanteede jagunemine seisunditasemete järgi (teeregister 22.03.21)

Seisunditase		Põhimaanteed	Tugimaanteed	Kõrvalmaanteed	Ühendus- ja muud riigiteed	KOKKU, km
Kõrgeim	3+	1428,387	281,577	151,366	54,524	1915,854
	3	415,869	1029,092	388,241	98,115	1931,317
Keskmine	2	-	1052,930	3538,113	22,132	4613,175
Madalaim	1*	-	10,978	362,563	0,073	373,614
Kõik kokku						8833,96

* - seisunditase 1 puistatav ohtlik koht



Joonis 1.3. Talvised riigiteede seisunditasemed²

² <https://tarktee.mnt.ee/#/et>

2. KLORIIDIDE KASUTUS EESTIS 2018-2020

Uuringu raames edastati päringud Asfaldiliidule, soolade maaletoojatele kui ka otse hooldeettevõtetele nende poolt tarnitavate ja talihoodel kasutatavate soolade päritolu, koguste ning maksumuste kohta. Tagasiside ei olnud eriti aktiivne ja vastamisest keeldumisel viidati ka näiteks ärisaladustele. Seetõttu on käesoleva uuringu raames käsitletud Eestis kasutatavate soolade maksumuste, koguste ja päritolu alast infot üldistatud tasemel.

Teadagi on, et peamised libedusetõrje soolade tarnijad viimastel aastatel on olnud kolm ettevõtet – OÜ Üle, AS Taproban ja OÜ Salt Trade Estonia ning peamiselt kasutavad hooldeettevõtted libedusetõrjel Saksamaa ja Valgevene päritolu soolasisid.

Ettevõtetelt laekunud tagasiside ja uuringu tegija enda kogemuste põhjal võib öelda, et Valgevene ja Saksamaa soolade maksumuste erinevus jääb suurusjärku +/-10 %. Saadaolevate piiratud andmete põhjal saab oletada, et Valgevene sool on ilmselt mõnevõrra odavam kui Saksamaa sool. Samas tuleb arvestada, et kloriidide maksumused sõltuvad veel küllaltki olulisel määral tarnitavatest kogustest, transpordist ning ka erinevate ettevõtete omavahelistest kokkulepetest.

Selget järeldust, millise tarnija ja millist päritolu sool oleks maksumuse poolest soodsaim, aga antud analüüsi põhjal teha ei saa ja erinevate soolade maksumused võivad erinevatel perioodidel ning sõltuvalt kogustest, kokkulepetest või muudest tingimustest olla varieeruvad.

Tabelis 2.1 on toodud hooldeettevõttelt laekunud vastuste põhjal tehtud järeldused nende poolt Eestis viimasel kolmel talvel kasutatud kloriidide koguste kohta. Tabelist on näha, et 2019/2020 aasta talvel on kasutatud soola kogus oluliselt väiksem sellele eelnenud ja järgnenud talvel kasutatud soola kogusest. Võib eeldada, et 2019/2020 aasta olematul talvel oli ka libedusetõrje soolade kasutamine hooldeettevõtete poolt selgelt väiksem.

Tabel 2.1. Eestis viimasel 3-l talvel kasutatud soolad ja nende kogused

Talv	Soola päritolu*	Soola kogus, t
2018/2019	Saksamaa	1900
	Valgevene	14130
	Kokku	16030
2019/2020	Saksamaa	
	Valgevene	6552
	Kokku	6552
2020/2021	Saksamaa	900
	Valgevene	14850
	Kokku	15750

Teoreetiliselt saab nendest andmetest lähtudes, kus ligikaudu 6 400 km teede talihoodeks kulus ligikaudu 16 000 tonni soola, arvutada kogu eesti riigiteede võrgul talveperioodil kasutatava libedusetõrje soolade koguse suurusjärku, milleks on 40 000 tonni. See number on

tõenäone võrreldes saadaolevate varasemate andmetega (vt. Tabel 1.3. Soola kasutamine libedustõrjeks erinevates riikides [2]).

Hooldeettevõtetal laekus ka mõningat otsest tagasisidet kasutatvate soolade kvaliteedi kohta:

- Valgevene sool sisaldab rohkem peenemaid, tolmuosakesi. Seda kinnitavad ka antud uuringu raames tehtud labori katsetuste tulemused;
- Peene, tolmuosakese suurem sisaldus soolas võib tekitada probleeme soolapuiste tehnikale;
- Teisest küljest hakkab peenema-teralise koostisega sool kiiremini reageerima ning lume ja jää sulamise protsess on kiirem võrreldes jämedama-teralise soolaga. Seda võis täheldada ka antud uuringu käigus läbi viidud katsete juures, kus Valgevene soola korral vahetult pärast soola puistamist mõõdetud haardetegurite muutused olid suuremad, võrreldes enne soolamist mõõdetud haardeteguri väärtustega.

Samas tuleb arvestada seda, et kuna käesoleva uuringu lähteülesandes oli ette nähtud teha haardeteguri mõõtmised ühe tunni jooksul pärast soola puistamist, siis ei ole tegelikult teada kloriidide mõju ulatus ja kas näiteks peenemateralisema, tolmuosakese soola toimimine on lühemaajalisem, kui jämedamateralisel soolal või kuidas erineva terajämedusega soolad töötavad erineva liikluskäitumisega teedel.

3. LABORATOOSETE KATSETUSTE TULEMUSED

Antud uuringus kasutatud erinevad kloriidid on laboratoorselt katsetatud Terviseameti terviseohutuslaboris. Labori väljastatud katseprotokollid on toodud uuringu lisa 2 ja kokkuvõtte protokollidest on toodud tabelis 3.1.

Tabel 3.1. Kokkuvõtte katseprotokollidest

Näitaja	Ühik	Tulemus				Metoodika
		Saksamaa	Valgevene	Egiptus	Piirnorm	
Niiskuse sisaldus	%	1,5	0,3	1,2	-	EVS-EN 16811-1:2016*
NaCl sisaldus	%	98,1	98,5	97,2	-	EVS-EN 16811-1:2016*
Ferrotsüaniidi aniooni sisaldus	mg/kg	46,7	100,1	13,0	-	EVS-EN 16811-1:2016*
Vees lahustumatute ainete sisaldus	%	0,4	0,9	1,0	-	ISO 2479-1972*
Sõelanalüüs, mm:						EVS-EN 16811-1:2016*
5,0	%	97,5	98,2	98,7	-	
3,15	%	73,2	85,2	97,3	-	
1,6	%	40,0	67,0	16,8	-	
0,8	%	5,0	37,7	16,6	-	
0,125	%	0	9,2	0	-	

Libedusetõrje kloriididele ei ole eraldi nõudeid käesoleval ajal kehtestatud. Libedusetõrje tegemisel lähtutakse teele kehtestatud seisundinõuetest ning hinnatakse teehooldaja poolt seisundinõuete tagamist.

Siiski olid varem Teeseaduse alusel kehtestatud Teehoiutööde tehnoloogiaõuetega (Teeseadus kaotas kehtivuse seoses uue Ehitusseadustiku vastuvõtmisega 2015.a.) seatud ka nõuded libedusetõrje kloriididele.

Vanade tehnoloogiaõuete kohaselt olid libedusetõrje kloriididele kehtestatud järgmised nõuded:

- terakoostis peab olema 0,25–4,0 mm. Peenemaid osiseid kui 0,25 mm ja jämedamaid osiseid kui 4,0 mm ei või olla üle 10 % soolamassist;
- niiskussisaldus laos võib olla kuni 1,5 %;
- lahustumatu jääk 20 °C vees võib olla kuni 0,7 %;
- kloriidide sisaldus peab olema vähemalt 97 %;
- paakumise vältimiseks peab olema lisatud paakumisvastast lisandit.

Nagu näha laboratoorsetest katsetest, vastavad kõik soolad valdavalt varem kehtinud nõuetele. Vaid Egiptuse päritolu soola vees lahustumatute ainete sisaldus ületab varem kehtinud normi 0,3 % võrra.

See on siiski tinglik, kuna tänapäeva libedusetõrje sooladele eraldi nõudeid ei ole kehtestatud ja soola kvaliteedi jälgimine on ennekõike teehooldetöid tegeva ettevõtte huvi ja vastutus tagamaks kvaliteetne libedusetõrje teostamine ning tee seisundinõuetest kinnipidamine.

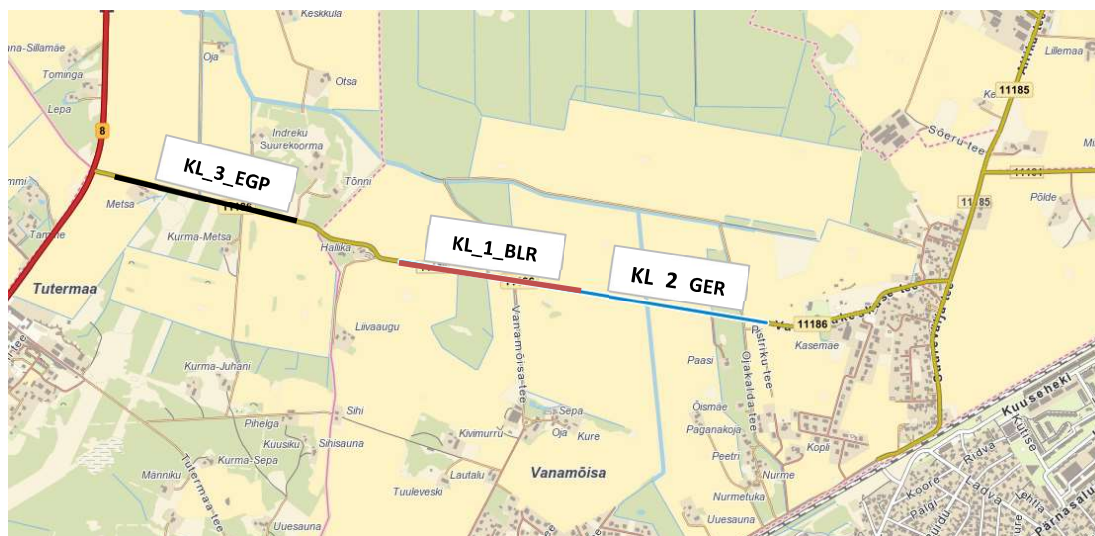


Joonis 3.1. Testitud kloriidid (Egiptuse, Saksamaa, Valgevene)

4. KLORIIDIDE KATSETAMINE

4.1. Katselõigud

Kloriidide katsed teostati kolmel katselõigul, mis valiti kõik maanteel nr 11186 Tutermaa-Vanamõisa, et tagada kloriidide puistamise operatiivsus. Vastavalt töö tehnilises kirjelduses toodud nõuetele on katselõikudel talvine seisunditase 1. Katselõikude asukohad teedevõrgul on toodud joonisel 4.1, katselõikude andmed on toodud tabelis 4.1 ning täpsemad katselõikude skeemid on toodud aruande lisas 4.



Joonis 4.1. Erinevate kloriidide katselõigud teedevõrgul

Katselõikude valikul on üritatud järgida põhimõtet, et need mõjutaks katsete tulemusi võimalikult vähe (see tähendab, et katselõigud ja ümbritsev keskkond peavad olema võimalikult ühetaolised). Samas täielikult neid mõjutusi välistada ei olnud võimalik. Katsete teostamise ajal oli näha, et isegi sellel suhteliselt lühikesel teelõigul (pikkus ca 1,7 km) valitsesid kohati vägagi erinevad ilmastiku tingimused, kui katselõigu ühes otsas paistis päike, siis teises otsas oli kerge lumesadu. Ka mõjutas teekattele kogunevat lund ja selle paksust tuule suund, ümbritsev olukord (mets või lage) jne.

Tabel 4.1. Katselõikude andmed

Kloriidi päritolu	Katselõigu tunnus	Katselõikude teeaadressid	Katselõigu pikkus, m	Katselõikude mõõtealad (Eltrip-mõõtmised)
Valgevene	KL_1_BLR	11186_1_1_1492 – 11186_1_1_2350; km 1,492 – 2,350	858	11186_1_1_1492 – 11186_1_1_1992; km 1,492 – 1,992
Saksamaa	KL_2_GER	11186_1_1_2350 – 11186_1_1_3192; km 2,350 – 3,192	842	11186_1_1_2692 – 11186_1_1_3192; km 2,692 – 3,192
Egiptus	KL_3_EGP	11186_1_1_180 – 11186_1_1_980; km 0,180 – 0,980	800	11186_1_1_180 – 11186_1_1_380; km 0,180 – 0,380 11186_1_1_580 – 11186_1_1_780; km 0,580 – 0,780

Katsete teostamisel ja andmete analüüsil on valitsevaid olusid üritatud arvestada nii palju kui võimalik, ehk siis katselõigud on jagatud omakorda alamlõikudeks vastavalt sellele, kas see oli metsa vahel või lagedal alal:

- KL_1_BLR Valgevene
 - Kaugus 0-260 lage põld
 - Kaugus 260-400 mets paremal pool
 - Kaugus 400-858 lage põld
- KL_2_GER Saksamaa
 - Kaugus 0-592 lage põld
 - Kaugus 592-727 mets mõlemal pool
 - Kaugus 727-842 lage põld
- KL_3_EGP Egiptus
 - Kogu katselõigu ulatuses paremal pool mets, vasakul pool lage põld

Mõõtealad (500 m teelõik, kus tehti mõõtmised Eltrip-seadmega) on Saksamaa ja Valgevene soola katselõikudel valitud nii, et üks mõõtmine (pidurdamine) tehti lagedal ja teine metsasel alal.

4.2. Katsete teostamise põhimõte

Kloriidide katsete teostamisel järgiti järgmiseid põhimõtteid:

- Enne katsete teostamist ja kloriidide puistamiseks ettevalmistuste alustamist kontrolliti üle teekatte seisukord. Mitmel kontrollil osutus kohapeal, et olukord ei võimalda katset teostada (teekattel puudub libedus või ei olnud eelmise soolamise mõju veel kadunud);
- Kui teekatte seisukord oli sobiv katse teostamiseks, telliti kloriidide puistamine;
- Paigaldati katselõigule kaamerad ja liiklusloendurid;
- Teostati teekatte haardeteguri mõõtmised Eltrip- ja RCM-seadmega enne soolamist mõlemas sõidusuunas;
- Toimus kloriidide puistamine ühes sõidusuunas vastavalt puistaja poolt määratletud normile (mida kasutaksid normaaloludes);
- Teostati teekatte haardeteguri mõõtmised pärast kloriidide puistamist 10 minutiliste intervallidega mõlemas sõidusuunas, kokku 4 korda;
- Kuna kohapeal oli haardeteguri mõõtmiste järgselt näha, et kloriidide mõju teekatte olukorrale oli 4 puistamisjärgse mõõtmise järel üsnagi marginaalne, siis teostati teekatte haardeteguri lisamõõtmised (nende arv ja intervall oli erinevatel katsetel erinev).

Kõik teostatud mõõtmised ja kloriidide puistamised ning muud olulised andmed registreeriti katsete ajal vastaval vormil.

4.3. Kasutatud mõõteseadmed

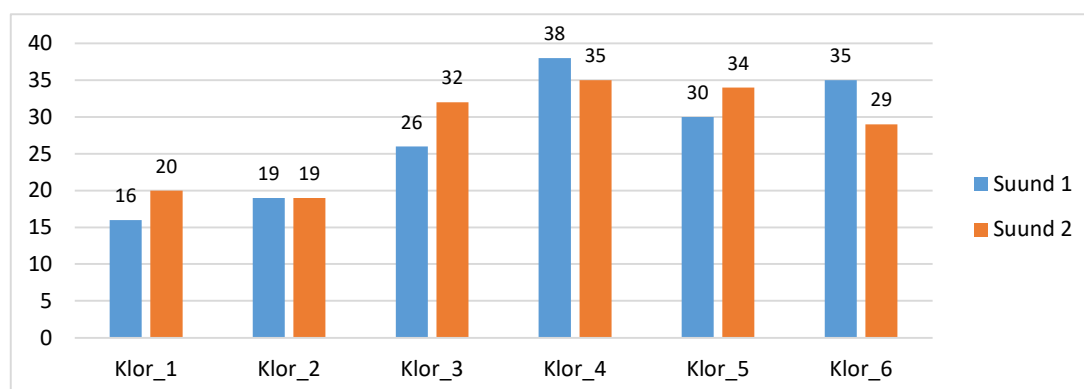
Uurimistöö teostamisel on kasutatud erinevaid teekatte haardelisi omadusi mõõtvaid ja/või määravaid mõõtmisseadmeid. Tabelis 4.2 on toodud erinevate kasutatud mõõteseadmete lühikirjeldused.

Tabel 4.2. Katsete käigus kasutatud teekatte haardeliste omaduste määramise mõõteseadmed

Mõõtesead	Seadme kirjeldus	Seadme tootja/link
Eltrip	Eltrip-seadme töö põhineb sõiduki aeglustuse mõõtmisel sõiduki pidurdamisel 2-3 sekundi ajal ja saadud andmete alusel teekatte haardeteguri arvutamisel	Trippi Oy https://serv1.trippi.fi/m_en/m_kitka.shtml
RCM	RCM-seade on spektraalanalüüsil põhinev optiline andur, mis mõõdab optilise peegeldumise signaale, analüüsib andmeid ning hindab selle alusel teekatte seisundit ja arvutab haardeteguri väärtused	Teconer Oy https://www.teconer.fi/en/surface-condition-friction-measurements/
Viafriction	Viafriction on sõiduki järel veetav üherattaline teekatte haardeliste omaduste mõõtmise seade. Mõõteratta ja teekatte vahelist hõõrdumist mõõdetakse ja registreeritakse pidevalt vastavalt ViaTechi poolt välja töötatud ja patenteeritud mõõtmistehnoloogiale	ViaTech AS http://www.viatech.no/products.aspx?lang=en&id=1
µTEK	µTEC on Androidi nutitelefonis töötav rakendus, mis põhineb kiirenduse mõõtmisel auto pidurdamisel, kuni rehvid hakkavad teekattel libisema	Teconer Oy https://www.teconer.fi/en/surface-condition-friction-measurements/
RoadCloud	RoadCloud on hübriidseade, pidevmõõtmine on autoga ühendatud andmete platvorm, mis pakub transporditeenuste jaoks reaajas teavet, jälgides pidevalt sõidukit ja teekatet	RoadCloud Oy https://roadcloud.com/

4.4. Liiklussagedus

Kloriidide katsete teostamise ajal tuli tagada vähemalt 20 sõiduki liiklemine katselõikudel. Katselõigule paigaldati katsete teostamise ajaks liiklusloendurid ja joonisel 4.2 on toodud kloriidide puistamise järgselt katsetel registreeritud sõidukite arv eraldi sõidusuundadel.



Joonis 4.2. Erinevate katsete kloriidide puistamise järgsed liiklusloenduse tulemused

4.5. Katsete käigus kogutud andmed

Kloriidide katsete teostamise ajal koguti erinevaid andmeid, millede originaalfailid on esitatud eraldi digitaalselt. Tabelis 4.3 on toodud esitatud andmed ja nende kirjeldus (kataloogide ja failide nimed).

Tabel 4.3. Katsete käigus kogutud ja digitaalselt esitatud andmed

Kataloog	Alamkataloog 1	Alamkataloog 2	Failid	Kirjeldus
Katse 1_150121	Video		*.mp4 failid	Mõõtmiste ajal tehtud videod
	Optiline		*.csv failid *.xlsx fail	RCM-seadme mõõtmistulemuste algfailid ja koondfail
	Liiklus		*.txt failid	Liiklusloendurite algfailid eraldi suundade kaupa
	Fotod	Kaamera_L1	*.jpg failid	Katselõigu 1 kaamera fotode failid
		Kaamera_L2	*.jpg failid	Katselõigu 2 kaamera fotode failid
Katse 2_220121	Video		*.mp4 failid	Mõõtmiste ajal tehtud videod
	Optiline		*.csv failid *.xlsx fail	RCM-seadme mõõtmistulemuste algfailid ja koondfail
	Liiklus		*.txt failid	Liiklusloendurite algfailid eraldi suundade kaupa
	Fotod	Kaamera_L1	*.jpg failid	Katselõigu 1 kaamera fotode failid
		Kaamera_L2	*.jpg failid	Katselõigu 2 kaamera fotode failid
Katse 3_040221	Video		*.mp4 failid	Mõõtmiste ajal tehtud videod
	Optiline		*.csv failid *.xlsx fail	RCM-seadme mõõtmistulemuste algfailid ja koondfail
	Liiklus		*.txt failid	Liiklusloendurite algfailid eraldi suundade kaupa
	Fotod	Kaamera_L1	*.jpg failid	Katselõigu 1 kaamera fotode failid
		Kaamera_L2	*.jpg failid	Katselõigu 2 kaamera fotode failid
Katse 4_160221	Video		*.mp4 failid	Mõõtmiste ajal tehtud videod
	Optiline		*.csv failid *.xlsx fail	RCM-seadme mõõtmistulemuste algfailid ja koondfail
	Liiklus		*.txt failid	Liiklusloendurite algfailid eraldi suundade kaupa
	Fotod	Kaamera_L1	*.jpg failid	Katselõigu 1 kaamera fotode failid
		Kaamera_L2	*.jpg failid	Katselõigu 2 kaamera fotode failid
Katse 5_070321	Video		*.mp4 failid	Mõõtmiste ajal tehtud videod
	Optiline		*.csv failid *.xlsx fail	RCM-seadme mõõtmistulemuste algfailid ja koondfail
	Liiklus		*.txt failid	Liiklusloendurite algfailid eraldi suundade kaupa
	Fotod	Kaamera_L1	*.jpg failid	Katselõigu 1 kaamera fotode failid
		Kaamera_L2	*.jpg failid	Katselõigu 2 kaamera fotode failid
Katse 6_110321	Video		*.mp4 failid	Mõõtmiste ajal tehtud videod
	Optiline		*.csv failid *.xlsx fail	RCM-seadme mõõtmistulemuste algfailid ja koondfail
	Liiklus		*.txt failid	Liiklusloendurite algfailid eraldi suundade kaupa
	Fotod	Kaamera_L1	*.jpg failid	Katselõigu 1 kaamera fotode failid
		Kaamera_L2	*.jpg failid	Katselõigu 2 kaamera fotode failid
ELTRIP			*.xlsx fail	Eltrip-seadme mõõtmistulemused
RCM			*.xlsx fail	RCM-seadme mõõtmistulemuste koondtabel
Tehnokeskus			*.xlsx failid	AS Teede Tehnokeskuse mõõtmiste tulemused

5. KLORIIDIDE KATSETUSTE TULEMUSED

5.1. Üldist

Valgevene ja Saksamaa sooladega teostati kummagagi kokku 6 katset. Lisaks teostati Egiptuse soolaga 2 katset. Teostatud katsete koondtulemusd on toodud aruande lisas 5. Katsete käigus tehtud detailsed mõõtmistulemused on esitatud digitaalselt eraldi andmekandjal.

Tabelis 5.1 on toodud teostatud katsete tulemuste lühikokkuvõtted ja järelused.

Tabel 5.1. Kloriidide katse tulemuste lühikokkuvõtted

Katse nr	Katse ID	Lühikokkuvõtte katsete tulemustest
1	KLOR_1	Haardeteguri väärtused - Haardeteguri väärtused on enne soolamist (ES) sarnased mõlema soola ja nii Eltrip kui ka RCM-seadme mõõtmise puhul. - Saksa soola RCM-seadme mõõtmise haardeteguri väärtus on pärast soolamist suurem võrreldes kõigi teiste mõõtmistega. Tulemused - Eltrip-seadme mõõtmiste tulemused on sarnased nii Valgevene kui ka Saksamaa soola puhul. - RCM-seadme mõõtmiste tulemused on Saksamaa soolal paremad võrreldes Valgevene soolaga
2	KLOR_2	Haardeteguri väärtused - Haardeteguri väärtused enne soolamist (ES) ja pärast soolamist on RCM-seadme mõõtmise puhul suuremad. Tulemused - Eltrip-seadme mõõtmiste tulemused on suhteliselt sarnased nii Valgevene kui ka Saksamaa soola puhul. - RCM-seadme mõõtmiste tulemused on sarnased nii Valgevene kui ka Saksamaa soola puhul
3	KLOR_3	Haardeteguri väärtused - Haardeteguri väärtused enne soolamist (ES) ja pärast soolamist on RCM-seadme mõõtmise puhul suuremad. Tulemused - Valgevene soola tulemused on suhteliselt sarnased nii Eltrip-seadme kui ka RCM-seadme mõõtmise korral. - Saksamaa soola RCM-seadme mõõtmise tulemused on oluliselt halvemad võrreldes Eltrip-seadme mõõtmistega
4	KLOR_4	Haardeteguri väärtused - Haardeteguri väärtused enne soolamist (ES) ja pärast soolamist on RCM- ja Eltrip-seadme mõõtmiste osas sarnased. - RCM-seadme mõõtmise haardeteguri väärtused on oluliselt suuremad pärast soolamist. Tulemused - RCM-seadme mõõtmise tulemused on nii Valgevene kui ka Saksamaa soolade puhul paremad võrreldes Eltrip-seadme mõõtmistega.
5	KLOR_5	Haardeteguri väärtused Haardeteguri väärtused enne soolamist (ES) ja pärast soolamist on RCM-seadme mõõtmiste osas oluliselt suuremad võrreldes Eltrip mõõtmistega Tulemused

Katse nr	Katse ID	Lühikokkuvõte katsete tulemustest
		Kõigi mõõtmiste ja mõlema tulemused mõlema soola osas on suhteliselt sarnased.
6	KLOR_6	Haardeteguri väärtused - Haardeteguri väärtused enne soolamist (ES) ja pärast soolamist on RCM-seadme mõõtmiste osas oluliselt suuremad võrreldes Eltrip-seadme mõõtmistega Tulemused - Valgevene soola tulemused on paremad nii RCM- kui ka Eltrip-seadme mõõtmise korral võrreldes Saksamaa soolaga.
7	KLOR_5 EGP	Haardeteguri väärtused - Haardeteguri väärtused enne soolamist (ES) on RCM-seadme mõõtmiste osas oluliselt suuremad võrreldes Eltrip-seadme mõõtmistega. Tulemused - Eltrip-seadme mõõtmiste tulemused võrreldes esialgse haardeteguri muutumisega pärast soolamist oluliselt paremad võrreldes RCM-seadme mõõtmise tulemustega.
8	KLOR_6 EGP	Haardeteguri väärtused - Haardeteguri väärtused enne soolamist (ES) on RCM-seadme mõõtmiste osas oluliselt suuremad võrreldes Eltrip-seadme mõõtmistega. Tulemused - Eltrip-seadme mõõtmiste tulemused võrreldes esialgse haardeteguri muutumisega pärast soolamist oluliselt paremad võrreldes RCM-seadme mõõtmise tulemustega.

Katsetulemuse analüüsil on lähtutud järgmistest printsiipidest:

- Kuna katsetuste käigus tekkis väga palju mõõdetud haardeteguri väärtusi, siis on mõõdetud haardetegurid koondatud kokku keskmisteks (K) suurusteks;
- Esialgse, enne soolamist (ES) mõõdetud haardeteguri ja lõpptulemuste võrdlemine omavahel;
- Esialgse, enne soolamist mõõdetud haardeteguri ja kõigi mõõtmiste keskmise võrdlemine omavahel;
- Eltrip- ja RCM-seadme (optilise) mõõtmistulemuste võrdlemine;
- Tulemuste kõrvutamine mõõtmise ajal valitsenud temperatuuriga.

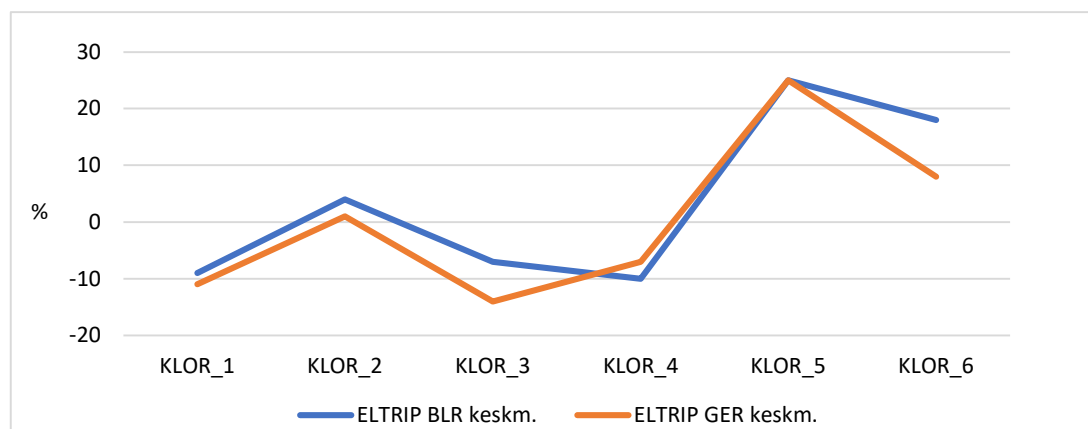
5.2. Haardeteguri erinevus protsentuaalselt: enne soolamist vs kõik mõõtmised

Alljärgnevas analüüsis on võrdluses haardeteguri keskmiste väärtuste erinevused enne soolamist ja pärast soolamist. Võrdluse eesmärgiks on vaadelda haardeteguri muutumist libedusetõrje tulemusena.

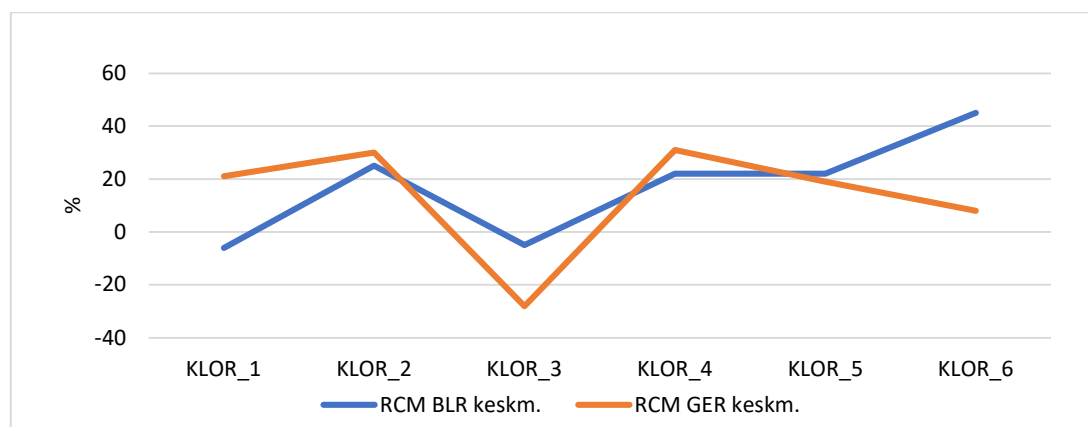
Jooniselt 5.1 on näha, et nii Valgevene (BLR) kui ka Saksamaa (GER) soolade kasutamise korral on haardeteguri muutumine sarnase joonega Eltrip-seadmega tehtud mõõtmiste korral.

RCM-seadmega (optiline andur) mõõtmise korral (joonis 5.2) on haardeteguri muutumine pisut rohkem varieeruv, kuid järgib siiski sarnast joont mõlema katsetatud soola puhul. Vaid

katse KLOR_6 korral RCM-seadme mõõtmise tulemused lahknevad, kuid see võib olla pigem juhuslik hälve.

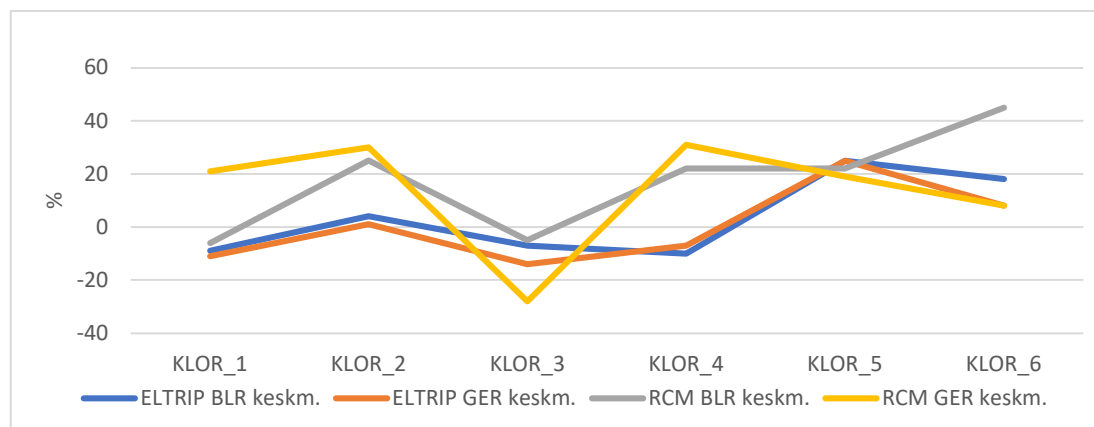


Joonis 5.1. Eltrip-seadme mõõtmistulemuste võrdlus



Joonis 5.2. RCM-seadme mõõtmistulemuste võrdlus

Kui võrrelda mõlemaid seadmeid (Eltrip- ja RCM-seade) siis mõõtmise tulemused on omavahel erinevad (joonis 5.3). RCM-seadmega haardeteguri mõõtmine andis katsetuste käigus reeglina suurema haardeteguri väärtuse ja „paremad“ tulemused.

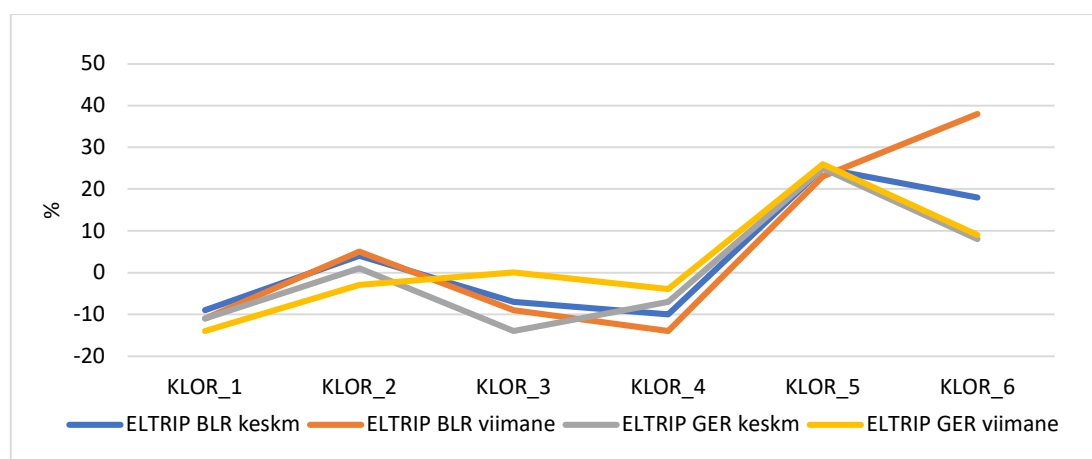


Joonis 5.3. Eltrip- ja RCM-seadmete mõõtmistulemuste võrdlus

5.3. Haardeteguri erinevus protsentuaalselt: enne soolatamist, kõigi mõõtmiste keskmine ja viimane mõõtmine

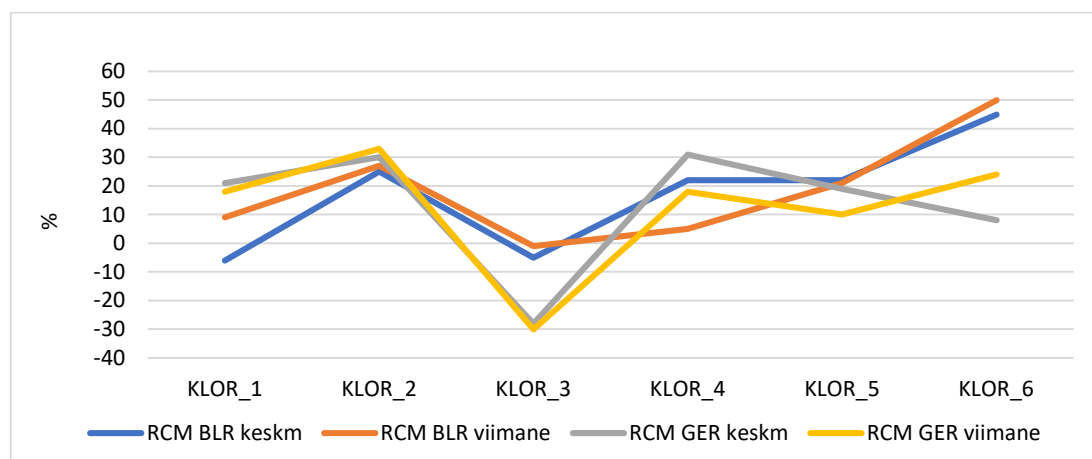
Alljärgnevas analüüsis on võrdlusesse lisatud haardeteguri keskmisele väärtusele viimane haardeteguri näit. Võrdluse eesmärgiks on vaadelda haardeteguri muutumist just libedusetõrje lõpuks, kui peaks olema saavutatud libedusetõrje eesmärk.

Sarnaselt eelmises punktis toodud järeldustele on ka siin nii Valgevene kui ka Saksamaa soolade kasutamise korral haardeteguri muutumine sarnase joonega Eltrip-seadmega mõõdetuna (joonis 5.4).



Joonis 5.4. Eltrip-seadme mõõtmistulemuste võrdlus

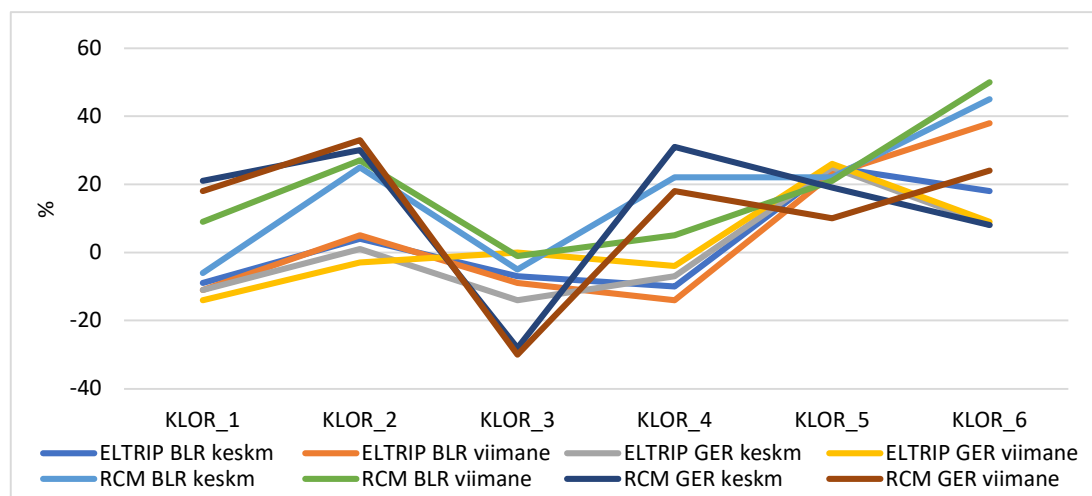
RCM-seadme mõõtmiste korral on jällegi kõikumised tulemustes suuremad, kuid üldjoontes sarnane mõlema katsetatud soola korral (joonis 5.5).



Joonis 5.5. RCM-seadme mõõtmistulemuste võrdlus

Ka on Eltrip- ja RCM-seadme mõõtmiste tulemused omavahel erinevad. RCM-seadmega tehtud haardeteguri väärtuste mõõtmine andis reeglina suurema haardeteguri väärtuse ja „paremad“ tulemused.

Erinevate katsete käigus mõõdetud viimase haardeteguri väärtus ei erine katsete lõikes oluliselt katsete haardeteguri keskmistest väärtustest.



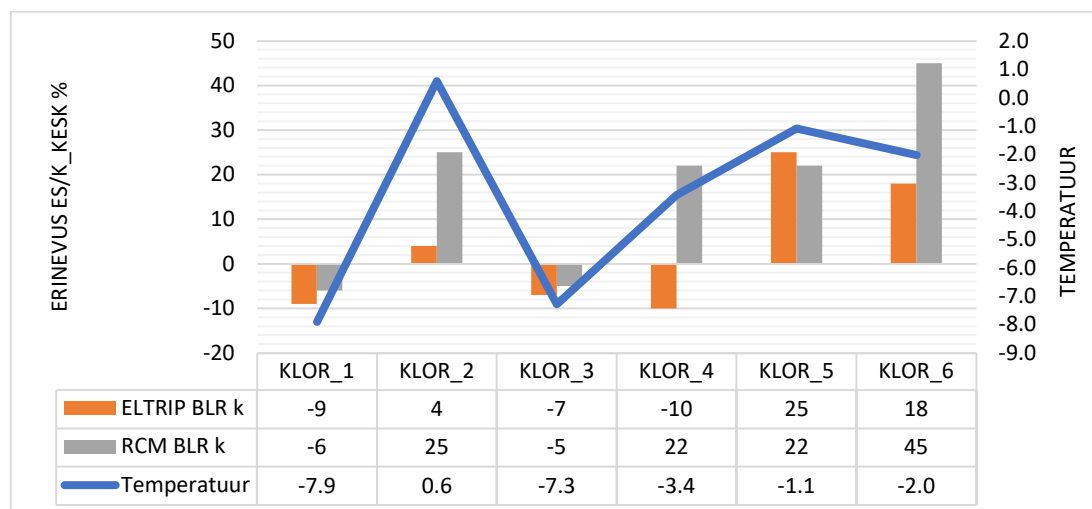
Joonis 5.6. Eltrip- ja RCM-seadmete mõõtmistulemuste võrdlus

5.4. Haardeteguri erinevus protsentuaalselt: enne soolatamist ja kõigi mõõtmiste keskmine suhtes temperatuuriga

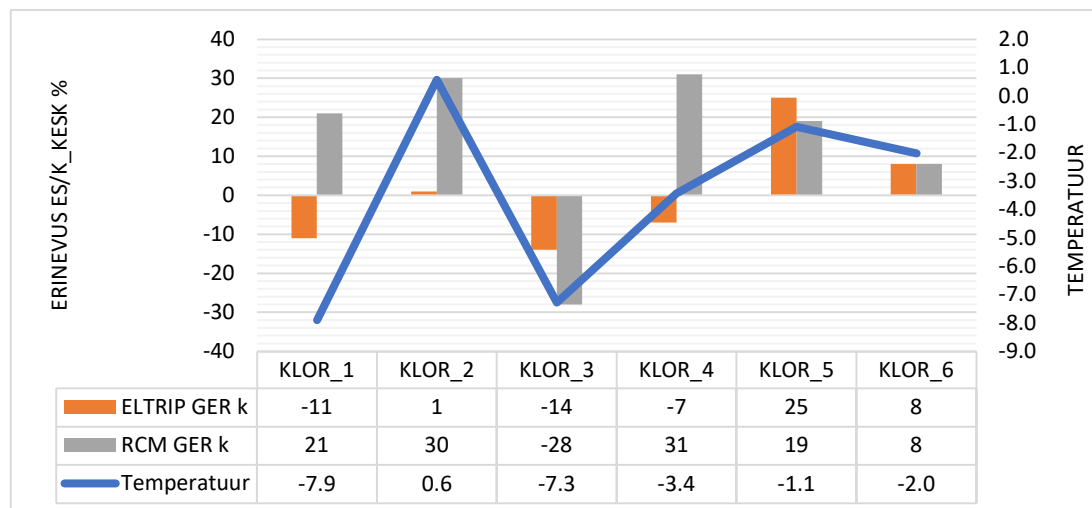
Järgmises analüüsis on vaadeldud temperatuuri mõju soola toimele, ehk siis alljärgnevale graafikutele on lisatud katsete tegemise ajal olnud keskmine õhutemperatuur.

Graafikutelt (joonised 5.7 ja 5.8) on näha, et üldiselt suuremate miinuskraadide korral teekatte haardetegur pärast soolatamist vähenes ja vastupidiselt väiksemate miinuskraadide ning plusskraadide korral teekatte haardetegur pärast soolatamist paraneb.

Samuti on nendelt graafikutelt ilmekalt näha, et RCM-seadmega tehtud haardeteguri mõõtmine annab suuremaid väärtusi võrreldes Eltrip-seadmetega.



Joonis 5.7. Eltrip- ja RCM-seadmete mõõtmistulemuste võrdlus Valgevene soola puhul

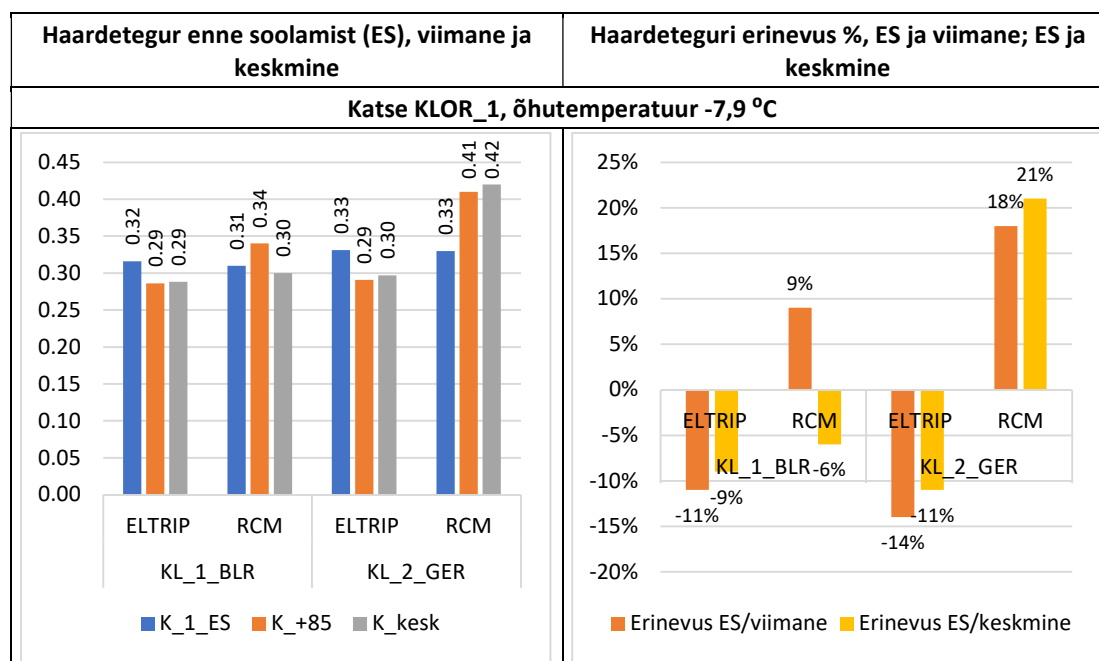


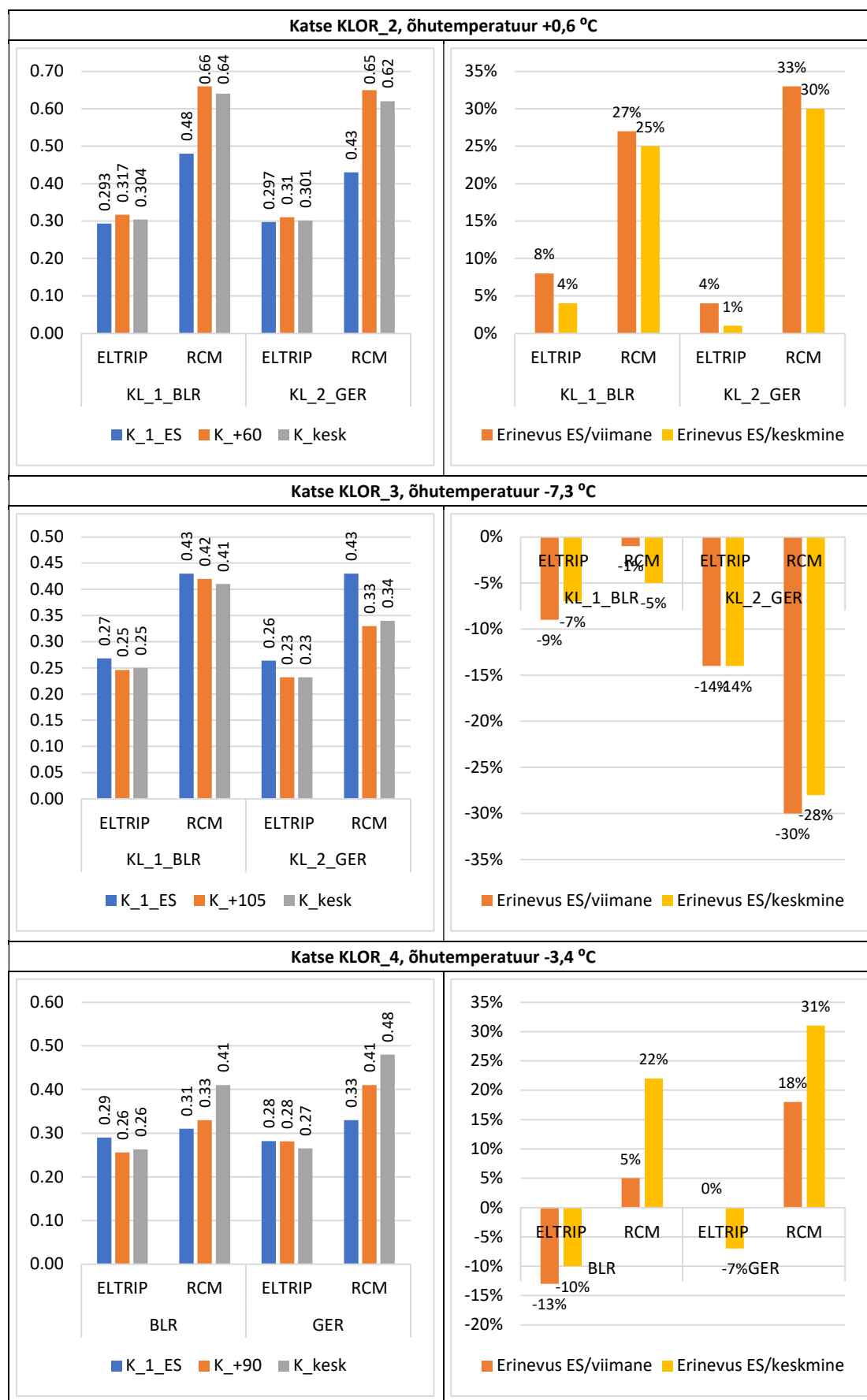
Joonis 5.8. Eltrip- ja RCM-seadmete mõõtmistulemuste võrdlus Saksamaa soola puhul

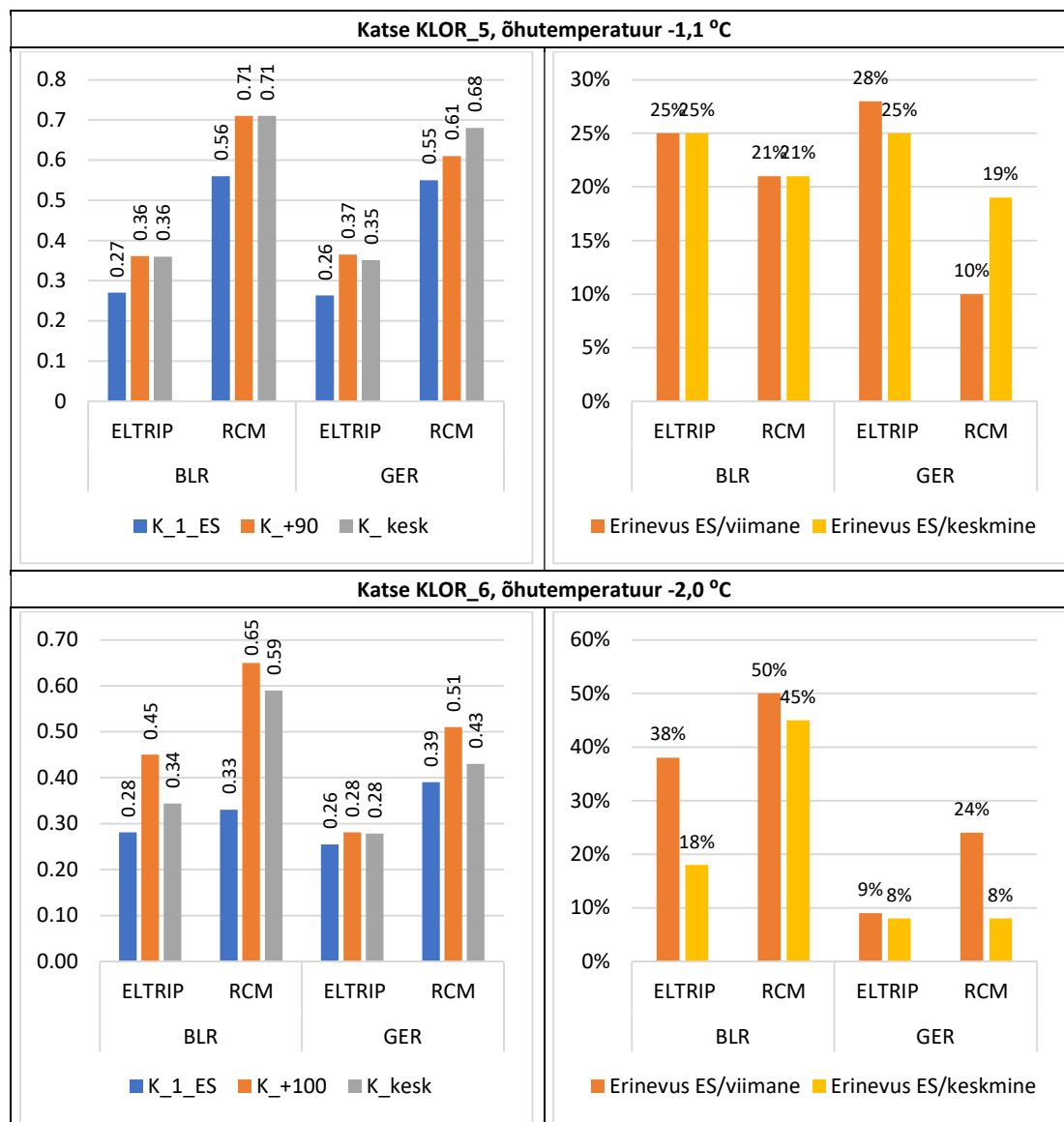
5.5. Haardetegurite erinevus võrreldes enne soolatamist (ES), viimane mõõtmine ja kõigi mõõtmiste keskmine

Tabelis 5.1 toodud graafikutel on kõrvutatud kõigi katsete haardetegurid, mis on mõõdetud enne soolatamist (ES) keskmise (kesk) ja viimase mõõdetud haardeteguriga. Viimase mõõdetud haardeteguri tähistuses toodud väärtus näitab katse tegemise aega soolamisest. Näiteks tähistus K_+85 tähendab seda, et katse on tehtud 85 minutit pärast katselõigu soolamist. Viimane katse on erinevatel katsetel tehtud erineval ajal, sõltudes teekatte ja ilmastiku olukorrast konkreetse katse ajal.

Tabel 5.1. Kloriidide võrdluskatsete käigus erinevate seadmetega mõõdetud haardeteguri väärtuste võrdlused







Järgnevas tabelites on p. 5.4. graafikutes (tabel 5.1) toodud informatsioon kokku võetud, et võrrelda kokkuvõtvalt Valgevene ja Saksamaa soolade toimimist erinevatel katsetel. Tabelis 5.2 on eraldi katsete kaupa toodud, millistel katsetel lõpptulemuse haardetegur oli parem esialgselt, tähistatud „+“ ja milline haardetegur oli madalam esialgselt, tähistatud „-“.

Tabel 5.2. Katsetes haardeteguri muutumine erinevate seadmete (Eltrip ja RCM) tulemuste alusel

Katse	Valgevene sool (BLR)		Saksamaa sool GER)		Õhutemperatuur, °C
	Eltrip	RCM	Eltrip	RCM	
KLOR_1	-	+	-	+	-7,9
KLOR_2	+	+	+	+	0,6
KLOR_3	-	-	-	-	-7,3
KLOR_4	-	+	0	+	-3,4
KLOR_5	+	+	+	+	-1,1
KLOR_6	+	+	+	+	-2,0
Kokku +/-	8/4		8/3(4)		

Tabelis 5.3 on kõrvutatud katsete haardetegurite erinevus suhtena võrreldes esialgse ja viimase haardeteguriga.

Tabel 5.3. Haardeteguri erinevuse protsent ES/Kviimane

Katse	Valgevene sool		Saksamaa sool		Õhutemperatuur, °C
	Eltrip	RCM	Eltrip	RCM	
KLOR_1	-11 %	9 %	-14 %	18 %	-7,9
KLOR_2	8 %	27 %	4 %	33 %	0,6
KLOR_3	-9 %	-1 %	-14 %	-30 %	-7,3
KLOR_4	-13 %	5 %	0 %	18 %	-3,4
KLOR_5	25 %	21 %	28 %	10 %	-1,1
KLOR_6	38 %	50 %	9 %	24 %	-2,0
Keskmine	6,3 %	18,5 %	2,2 %	12,2 %	

Kokkuvõttes on plusse ja miinuseid nii Saksamaa kui Valgevene soola puhul sarnaselt. Saksamaa soola puhul jäi katsel KLOR_4 Eltrip mõõtmise tulemus võrreldes esialgsega täpselt samaks, samal ajal, kui Valgevene soola korral oli tulemus märgatavalt halvem.

Haardetegurite suhteline erinevus enne ja pärast soolatamist kõigi katsete keskmisena on mõnevõrra parem Valgevene soola korra.

Siiski võib tõdeda, et erinevused kahe soola katsete tulemustes on minimaalsed ja on ilmselt pigem põhjustatud mõõtmiste vigadest kui soolade enda toimivusest.

5.6. Egiptuse soola võrdlus Valgevene ja Saksamaa sooladega

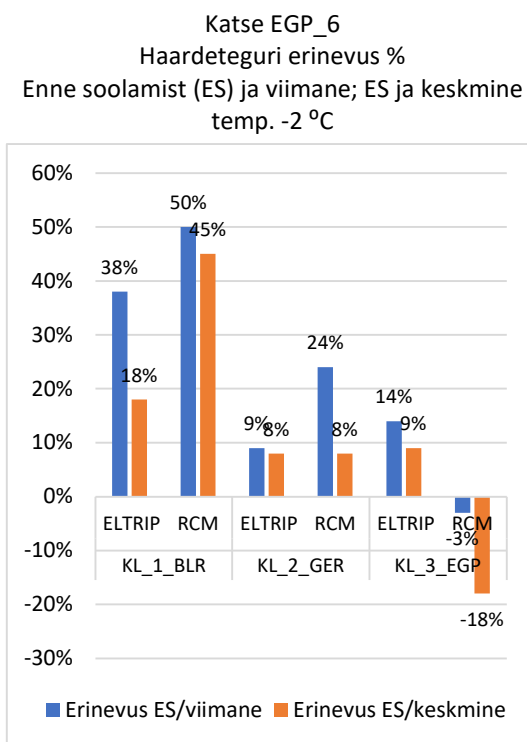
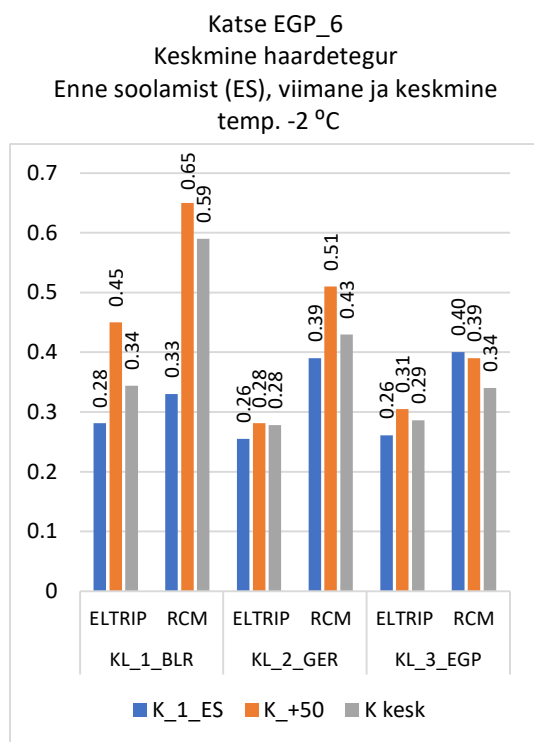
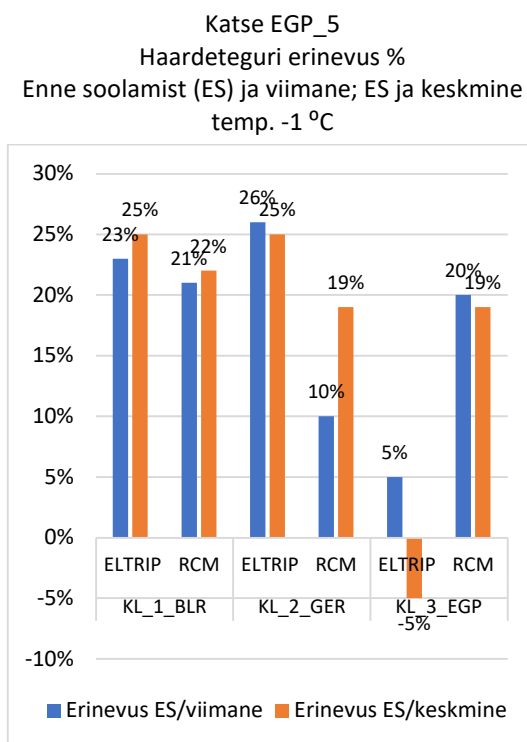
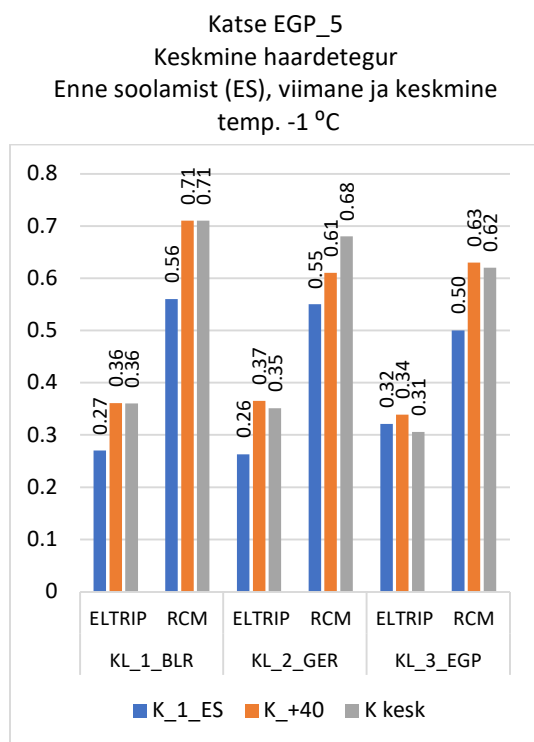
Uuringu teostamisel tekkis võimalus teha katsetused ka Egiptuse soolaga. Järgnevalt on võrreldud Egiptuse soola mõju samal päeval katsetatud Saksamaa ja Valgevene soolade katsetuste tulemustega (joonis 5.9).

Võrdlusest on näha, et Egiptuse soola katsetuste tulemused andsid küllaltki sarnased tulemused võrreldes Valgevene ja Saksa soolade samal päeval tehtud katsetuste tulemustega.

Siiski on katse EGP_5 korral Eltrip mõõtmistega saadud tulemus mõnevõrra halvem Saksamaa ja Valgevene soolade tulemustest ja katse EGP_6 korral on RCM-seadme mõõtmise tulemus kokkuvõttes halvem Saksamaa ja Valgevene soolade katsete tulemustest.

Samas ei saa mõne katse põhjal lõplikke järeldusi teha, kuna tegemist võis olla ka ainult üksikute katseaegsete kõrvalmõjude ning hälvetega.

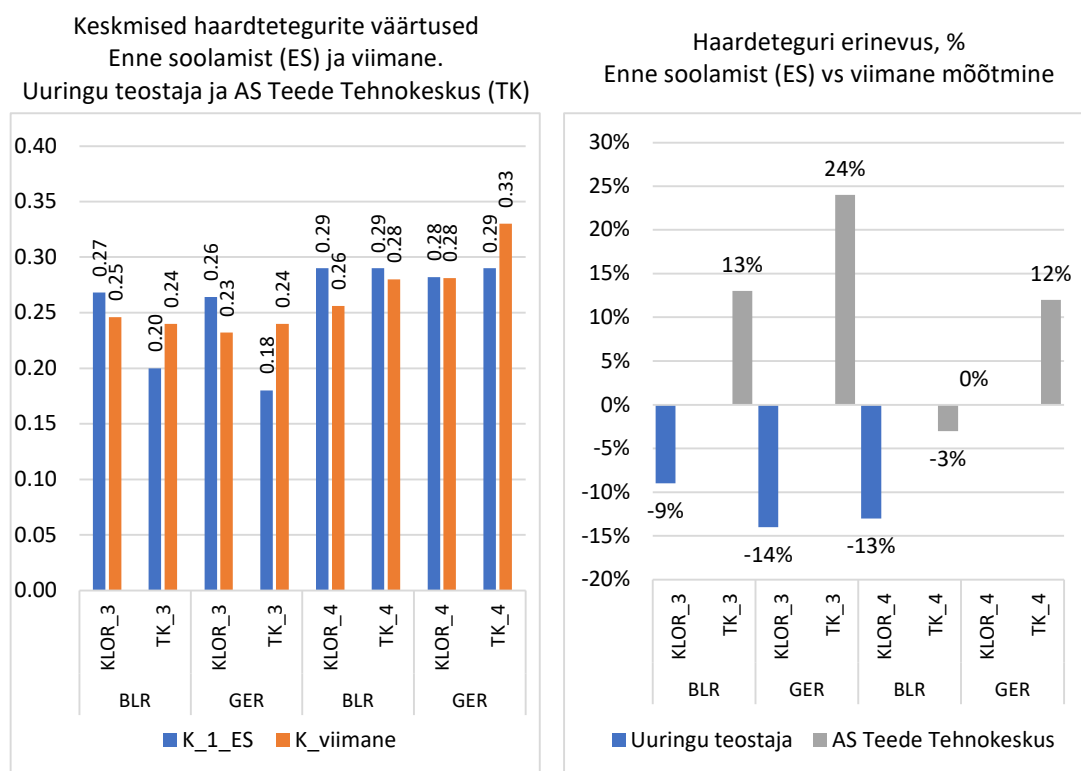
Kokkuvõttes võib nentida, et Egiptuse soola katsete tulemused ei erine oluliselt Valgevene ja Saksamaa soolade katsete tulemustest. Täpsemate ja põhjalikemate järelduste tegemiseks on kindlasti vaja teostada täiendavaid katseid ja võrdlusi erinevates tingimustes (nii ilmastiku kui ka liiklussageduse osas)



Joonis 5.9. Egiptuse soola (EGP) katse tulemuste võrdlus Valgevene (BLR) ja Saksamaa (GER) sooladega

5.7. AS Teede Tehnokeskuse teostatud katsetused

Uuringu lähteülesandes oli nõue, et vähemalt 2 katse puhul kaasab uuringu teostaja AS Teede Tehnokeskuse auto(d), mis on varustatud erinevate teekatte haardelist omadust mõõtvate seadmetega. Käesolevas punktis on kõrvutatud AS Teede Tehnokeskuse (TK) poolt läbi viidud Eltrip- ja RCM-seadmega tehtud haardeteguri mõõtmistulemusi samal ajal uuringu teostaja (KLOR) poolt tehtud mõõtmistega (joonised 5.10 ja 5.11).

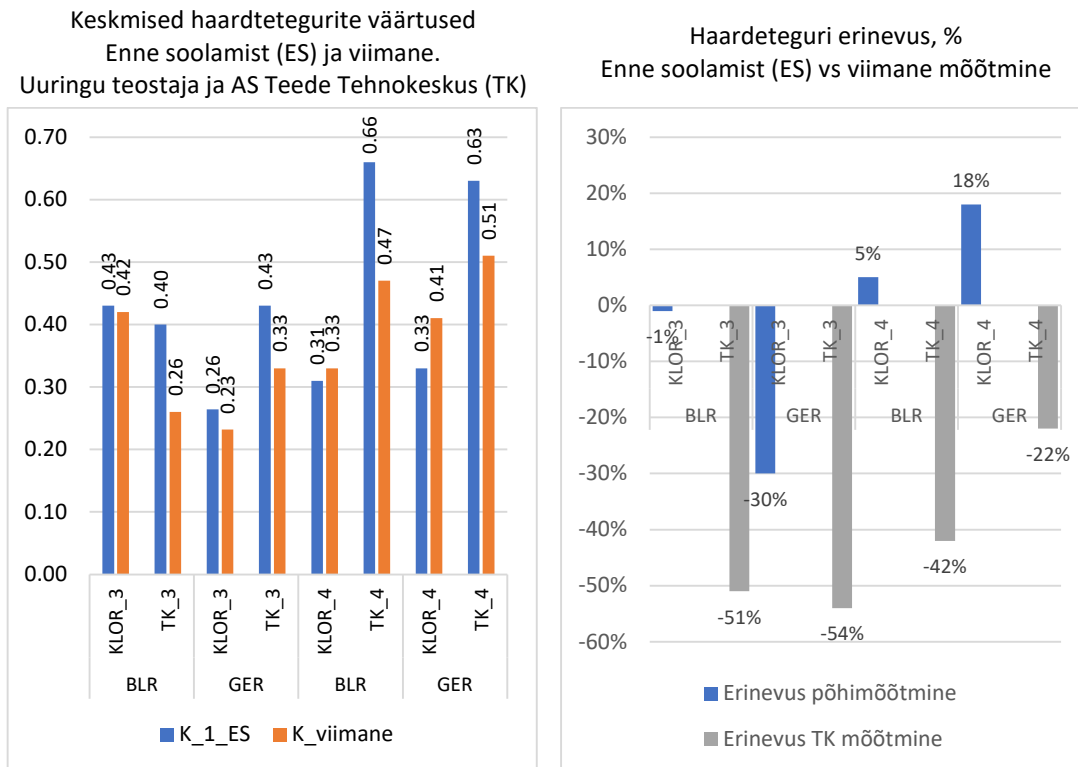


Joonis 5.10. Eltrip-seadme mõõtmistulemuste võrdlus

Graafikutelt joonisel 5.10 nähtub, et AS Teede Tehnokeskuse mõõtmised Eltrip-seadmega andsid üldjoontes kokkuvõttes suuremaid haardeteguri väärtusi, seda eriti võrdluses enne soolamist vs viimane mõõtmine. Eltrip-seadme mõõtmistulemusi mõjutab oluliselt konkreetne mõõtmiste teostamise (pidurdamise) asukoht nii tee piki- kui põiksuunas. Kuigi mõlemad mõõtesõidukid ja Eltrip-seadmed olid samal ajal ja samades tingimustes kalibreeritud, siis ei saa välistada ka erinevate sõidukite mõju mõõtmistulemustele.

Kokkuvõttes saab siit järeldada seda, et Eltrip-seadmete kasutamise jätkamisel talihoolde järelevalvel oleks vaja täpsemalt uurida, kuidas mõjutavad mõõtetulemusi erinevad sõidukid ja erinev teekatte seisukord. Uuringu koostajatele ei ole teada, et seda oleks Eestis varasemalt uuritud.

Uuringu teostaja ja AS Teede Tehnokeskuse poolt teostatud RCM-seadme mõõtmistulemuste võrdlustulemused on toodud joonisel 5.11. Sarnaselt Eltrip-seadme tulemustele erinevad ka RCM-seadme tulemused üsna oluliselt ja teostatud kahe katse põhjal ei ole tegelikult võimalik otseseid järeldusi teha.



Joonis 5.11. RCM-seadme mõõtmistulemuste võrdlus

Lisaks Eltrip- ja RCM-seadmele teostas AS Teede Tehnokeskus mõõtmisi veel mitme erineva seadmega (vt seadmete kirjeldust antud aruande punktis 4.3). Allolevas tabelis 5.4 on kõrvutatud kõik AS Teede Tehnokeskuse poolt erinevate seadmetega läbi viidud haardeteguri mõõtmised.

Nagu on tulemustest näha, on samal ajal ja samas kohas erinevate teekatte haardeliste omaduste mõõtmisseadmetega saadud tulemused väga erinevad. Tulemused tekitavad palju küsimusi, kas seadmed on omavahel üldse võrreldavad, kas need on kalibreeritud, jne. Eriti torkab silma mõõtmiste erinevus enne soolamist, mil teeolud peaksid just vastupidi olema ühetaolised ja mõõtmised peaksid andma sama tulemuse.

Sellest võib järeldada, et erinevate seadmetega tehtud haardeteguri mõõtmised annavad erinevad tulemused. Sarnast tendentsi võib täheldada ka põhimõõtmistel Eltrip- ja RCM-seadmega mõõtmisi omavahel kõrvutades, kus RCM-seadmega tehtud mõõtmiste tulemused andsid reeglina suuremaid haardeteguri väärtusi kui Eltrip-seadme mõõtmised.

Tabel 5.4. Katselõikudel erinevate seadmetega (TK) tehtud mõõtmistulemuste võrdlus

Katse tegemise aeg		4.02.2021, Katse KLOR_3				16.02.2021, Katse KLOR_4			
Mõõtmis-seade	Kloriid	Haardetegur		Muutus		Haardetegur		Muutus	
		K_ES	K_viimane	Ühik	%	K_ES	K_viimane	Ühik	%
Eltrip	BLR	0,20	0,24	0,04	20,0%	0,29	0,28	-0,01	-3,4%
	GER	0,18	0,24	0,06	33,3%	0,29	0,33	0,04	13,8%
RCM-seade (optiline)	BLR	0,40	0,27	-0,13	-32,5%	0,66	0,47	-0,19	-28,8%
	GER	0,40	0,26	-0,14	-35,0%	0,63	0,51	-0,12	-19,0%
RoadCloud	BLR	0,30	0,30	0,00	0,0%	0,29	0,30	0,01	3,4%
	GER	0,30	0,30	0,00	0,0%	0,33	0,39	0,06	18,2%
µTec	BLR	0,25	0,29	0,04	16,0%	0,34	0,37	0,03	8,8%
	GER	0,24	0,30	0,06	25,0%	0,35	0,46	0,11	31,4%
Via Friction	BLR	0,17	0,20	0,03	17,6%	0,26	0,30	0,04	15,4%
	GER	0,17	0,20	0,03	17,6%	0,28	0,32	0,04	14,3%
Mõõdetud MIN väärtus	BLR	0,17	0,20	-0,13	-32,5%	0,26	0,28	-0,19	-28,8%
	GER	0,17	0,20	-0,14	-35,0%	0,28	0,32	-0,12	-19,0%
Mõõdetud MAX väärtus	BLR	0,40	0,30	0,04	20,0%	0,66	0,47	0,04	15,4%
	GER	0,40	0,30	0,06	33,3%	0,63	0,51	0,11	31,4%
MIN ja MAX erinevus	BLR	0,23	0,10	0,17	52,5%	0,40	0,19	0,23	44,2%
	GER	0,23	0,10	0,20	68,3%	0,35	0,19	0,23	50,5%

6. LÕPPJÄRELDUSED

Järgnevalt on toodud uuringu järeldused ja kokkuvõtted erinevate analüüsiga hõlmatud teemade kaupa.

Mõõtmised

- Põhimõõtmisi Valgevene ja Saksamaa sooladega tehti 2021 aasta jaanuaris, veebruaris ja märtsis, kokku kuus korda, igal kuul tehti kaks mõõtmist. Lisaks tehti täiendavalt kaks mõõtmist Egiptusest pärit soolaga;
- Mõõtmiste tulemusel saadud haardeteguri väärtused pärast soolatomist koondati keskmiseks, et oleks võrreldav soola toimimise lõpptulemus esialgse teekatte seisundiga;
- Mõõtmised sai teostada varieeruvates ilmastikutingimustes, kus maksimaalne temperatuur oli + 0,6 °C ja minimaalne -7,9 °C;
- Kõik mõõtmised salvestati fotodena ja videosse.

Haardeteguri mõõtmise seadmed

- Sama seadmega (Eltrip või RCM (optiline) haardeteguri mõõtja) ja sama mõõtja poolt mõõdetud haardetegurid olid erinevatel aegadel ja erinevates tingimustes sarnased ja võrreldavad;
- Eltrip- ja RCM-seadmega haardeteguri mõõtmised annavad erinevaid haardeteguri väärtuseid. RCM-seadmega mõõdetud haardeteguri väärtused on reeglina suuremad. Samuti on RCM-seadmega mõõdetuna haardeteguri väärtuste kõikumised enne ja pärast soolatomist reeglina suuremad;
- AS Teede Tehnokeskuse poolt erinevate seadmetega tehtud samal ajal ja samas kohas mõõdistuste tulemused erinesid palju uuringu läbiviija pool Eltrip- ja RCM- seadmega tehtud haardeteguri mõõtmistulemustest. Käesoleva töö raames teostatud kahe katse haardeteguri mõõtmiste tulemuste alusel ei saa veel teha sisulisi järeldusi erinevate seadmete kohta, selleks tuleb teha rohkem võrdluskatseid erinevates tingimustes.

Temperatuuri mõju

- Mõõtmiste teostamiseks olid katselõigud valitud kõrvalmaanteel. Teekate oli katsete ajal valdavalt lumine;
- Madalamal temperatuuril kui -7 °C, muutus teekatte haardetegur pärast soolatomist väiksemaks. See on seletatav sellega, et soola mõjul teepinnal olev lumi sulas, teepinnale tekkis soola-lume segu, teepind muutus vesisemaks ja järelkult ka libedamaks. Samuti oli katselõigul väike liiklussagedus, mis tähendab, et ka sõidukite rattad ei aidanud lumekihi täielikule sulatamisele kaasa ja teekate jäi pärast soolamist lõppkokkuvõttes libedamaks, kui ta esialgu oli;
- Tehtud katsete tulemuste põhjal ei ole soovitatav kasutada libedusetõrjeks kloriide väikse liiklussagedusega, lumikattega teedel miinuskraadide korral.

Soolade kvaliteet

- Haardetegur paranes pärast soolamist nii Saksamaa kui Valgevene soola korral võrdsest, välja arvatud katse KLOR_4 korral, kui Saksamaa soola puhul jäi Eltrip-seadme mõõtmise tulemus täpselt samaks võrreldes esialgsega, samal ajal, kui Valgevene soola korral oli tulemus märgataval halvem;
- Haardetegurite suhteline erinevus enne ja pärast soolamist kõigi katsete keskmisena on pisut parem Valgevene soola puhul;
- Kokkuvõttes on erinevused Valgevene ja Saksamaa soola katsete tulemustes siiski minimaalsed ja on ilmselt pigem põhjustatud muudest tingimustest (jääd/lume paksus teekattel katsete teostamise ajal, ilmastiku tingimused, jne), kui soolade enda toimivusest;
- Egiptuse soola tulemused on teostatud katsete põhjal pigem halvemad, võrreldes Saksamaa ja Valgevene sooladega. Eriti paistab silma RCM-seadme mõõtmistulemuste erinevus Valgevene ja Saksamaa soolade omadest. Kui üldiselt on RCM-seadme mõõtmiste tulemused olnud paremad, võrreldes Eltrip-seadme mõõtmistega, siis selle soola puhul on tulemused vastupidised. Samas ei saa kahe katse põhjal lõplikke järeldusi teha. Siiski võib eeldada, et Egiptuse sool ei ole parema toimivusega Saksamaa ja Valgevene soolaga võrreldes.

Soolade laboratoorsed katsetused

- Libedusetõrje kloriididele ei ole käesoleval hetkel eraldi nõudeid kehtestatud;
- Laboratoorsete testide tulemusel vastavad Valgevene ja Saksamaa soolad varem Teeseaduse alusel sooladele kehtestatud nõuetele;
- Transpordiamet võiks kaaluda libedusetõrje kloriididele minimaalsete kvaliteedinõuete kehtestamist. See annaks suurema kindluse nii kloriidide maaletoojatele kui ka hooldeettevõtetele libedusetõrje tegemisel. Kindlasti vajaks kvaliteedinõuete kehtestamine põhjalikku eeltööd.

Kokkuvõtteks

- Tehtud katsetuste põhjal on Valgevene ja Saksa soolade toimivus sarnane;
- Kvaliteetse libedusetõrje tegemisel ei ole soola päritolu määrav;
- Haardeteguri mõõtmine Eltrip- ja RCM-seadmega annavad mõnevõrra erinevaid tulemusi. Seetõttu tuleks RCM-seadmega mõõdetud haardeteguri väärtustesse suhtuda mõningase reservatsiooniga;
- Et kasutada samaväärselt RCM-seadet haardeteguri mõõtmisel, tuleb selle seadme mõõtmise tulemused korreleerida Eltrip-seadme tulemustega;
- Katsete ajal olid tingimused katselõikudel erinevad, erines teekattel oleva lume ja jää paksus ning erinesid ka lõigul valitsenud ilmastiku tingimused. Katse tulemuste hindamisel tuleb seda kindlasti arvestada.

7. KASUTATUD KIRJANDUS

1. Snow & Ice Control Materials Chart. PCA – Portland Cement Association, America's Cement Manufactures. <https://www.cement.org/learn/concrete-technology/durability/snow-ice-control-materials-chart> (27.03.2021)
2. Kalsiumkloridin sivuvaikutukset. Tiehallinnon selvityksiä 38/2006, Tiehallinto, Helsinki 2006. https://julkaisut.vayla.fi/pdf/3201014-vkalsiumkloridin_sivuvaik.pdf (28.03.2021)
3. Maanteiden talvihoito. Menetelmätieto. Liikenneviraston ohjeita 1/2017, Liikennevirasto, Helsinki 2017. https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2017-01_maanteiden_talvihoito_web.pdf (26.03.2021)
4. Teeregister

LISA 1. TÖÖ TEHNILINE KIRJELDUS

Maanteeameti hooldevaldkonna tegevusprogrammis on aastateks 2019-2021 püstitatud eesmärgiks välja selgitada riigiteede korrashoiu ülesehituse võimalused tulevikus, sealhulgas hangete korraldamise ja korrashoiu eest tasustamise põhimõtted, seisundinõuete rakendamise põhimõtete täpsustamine, järelevalve tegemise võimalikud viisid, teehoolde IT-rakenduste võimalikud arendused, liiklejatele sõiduoludest teavitamine jne. Ühe tegevusena on kavas selgitada millisest riigist tarnitud kloriidide kasutamine oleks hinna ja kvaliteedi suhtes kõige optimaalsem. Käesolevas katses on võrdlemisel Saksamaalt ja Valgevenest tarnitud kloriidid.

1. Teostatavad tööd

- 1.1. Võrrelda Valgevenest ja Saksamaalt tarnitud kloriidide toimet teel.
- 1.2. Katse tuleb läbi viia 2 km pikkusel lõigul, kus 1 km mõlemal sõidusuunal kohakuti puistatakse Valgevenest pärit kloriidiga teine 1 km pikkune lõik tuleb puistata Saksamaalt tarnitud kloriidiga. Kloriid peab olema kuiv, mitte niisutatud.
- 1.3. Katselõigu algus ja lõpp peavad olema tähistatud. Samuti peab tähistatud olema kahe erineva kloriidi katselõigu piirid.
- 1.4. Haardeteguri mõõtmisi teha katselõigul lõikudel 0-500m ja 1500-2000m.
- 1.5. Mõlemaid kloriide peab puistama võrdse koguse, et saaks võrreldava tulemuse ja puistatavad kogused peavad olema sellised mida teehooldajad sellise ilma ja tingimuste korral kasutaksid.
- 1.6. Töövõtja paigaldab kaamerad mõlema kloriidiga puistatud lõigule, et oleks visuaalselt võimalik jälgida kummagi kloriidi toimet
- 1.7. Läbi viia vähemalt 10 katset.
- 1.8. Katsed tuleb läbi viia 1. seisunditasemega teel, kus on madalam liiklussagedus, kooskõlastades läbiviimise koha tellijaga.
- 1.9. Töövõtja tagab liiklussageduse minimaalselt 20 auto läbisõidu tunni aja jooksul mõlemas suunas.
- 1.10. Katselõigule peab jääma või paigaldama liiklusloendus seadme.
- 1.11. Haardeteguri mõõtmised teha kummalgi 500 m lõigul vähemalt kahel korral kalibreeritud vähemalt Eltrip 6 mõõteseadmega ja pidevalt optilise haardeteguri mõõteseadmega.
- 1.12. Haardeteguri ja tee seisukorra mõõtmine tuleb teha enne puistamist ja kummagi kloriidiga lõigul neli korda peale puistamist 10 minutilise vahega.
- 1.13. Töövõtja lepib kokku, et vähemalt 2 katse puhul AS Teede Tehnokeskuse auto, mis on varustatud hanke "Erinevate haardetegurit ja teekatte olekut mõõtvate seadmete võrdlus" seadmetega, samuti katse lõigu läbiks ja tulemusi mõõdaks.
- 1.14. Haardetegurit mõõtev auto peab olema varustatud kaameraga, millega oleks võimalik hinnata tee seisukorra visuaalset muutumist ajas.

- 1.15. Katset ei tohi läbi viia saju ajal. Eelistatud on võimalike erinevate teekatte seisukordade ajal katse läbiviimine nagu kinni sõidetud lumi, härmatis, must jää, jne.
- 1.16. Töövõtja kohustuseks on ajutise liikluskorralduse organiseerimine katse ohutuks läbiviimiseks. Liikluskorraldus kooskõlastada Maanteeameti liikluskorralduse osakonnaga.

2. Ajakava tööde teostamiseks

Kolme kuu jooksul alates lepingu allkirjastamisest Tellija poolt. Kogu töö lõpp hiljemalt 1 aprill 2021.

3. Tegevuskava ja töökoosolekud

- 3.1. Töövõtja koostab tegevuskava esialgse projekti ja esitab Tellijale kooskõlastamiseks hiljemalt 7 päeva jooksul peale lepingu sõlmimist.
- 3.2. Esimese töökoosoleku kutsub kokku Tellija projektijuht (lepingus määratud kui Tellija kontaktisik) vahetult peale lepingu sõlmimist. Järgnevad töökoosolekud kutsub Tellija projektijuht kokku vajadusel.

4. Analüüsi teostamine ja aruande koostamine

- 4.1. 3 kuu jooksul alates Lepingu sõlmimisest koostab Töövõtja teostatud töö ja tegevuste kohta lõpparuande.
- 4.2. Lõpparuanne tuleb esitada Tellijale hiljemalt 14 päeva enne lepingu lõpptähtaega ja see peab sisaldama vähemalt:
 - 4.2.1. Ülevaadet hetkel Eestis libedusetõrjeks kasutatavatest kloriididest, seal hulgas kogustest, mis talveperioodil (1. nov – 31 märts) keskmiselt teehooldajate poolt teedele puistatakse. Analüüsi erinevate kasutatavate kloriidide omadustest, hinna ja kvaliteedi võrdlus.
 - 4.2.2. Ettepanekuid Eestisse sobivamate kloriididest koos selgitusega (sh hetkel mitte kasutusel olevatest).
 - 4.2.3. Laboratuursete katsete tulemused kasutatud kloriidide terastikulise koostise kohta.
 - 4.2.4. Talveperioodi jooksul korraldatud katsete tulemused
 - 4.2.5. Videomaterjal katsetest

5. Aruannete vormistamine ja esitlemine

Aruanne esitatakse eestikeelsena digitaalselt PDF formaadis (MNT tellitud töö aruande kujundusega. Lisa 4 ja Lisa 5).

LISA 2. KLORIIDIDE LABORATOORSETE KATSETUSTE TULEMUSED

 TERVISEAMET																																																								
Katseprotokoll KL2021/E3393K Terviseohutuslabor Proovide uurimine																																																								
Uuritav materjal:	Teesool "Valgevene sool"																																																							
Täiendavad andmed:																																																								
Tootja:																																																								
Proovivõtu koht:																																																								
Töö tellija:	Aktsiaselts Teede Tehnokeskus Harju maakond, Tallinn, Nõmme linnaosa, Väike-Männiku tn 26, 11216																																																							
Proovivõtja:	Kadri Vinni																																																							
Juuresoleja:																																																								
Proov võetud:	kell: Analüüs alustatud: 09.03.2021																																																							
Proov toodud laborisse: 09.03.2021	kell: 10:40 Analüüs lõpetatud: 11.03.2021																																																							
Proovi koodnumber: 7-8.2/255	Protokoll vormistatud: 11.03.2021																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Näitaja</th> <th>Ühik</th> <th>Tulemus</th> <th>Piirnorm</th> <th>Metoodika</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Niiskuse sisaldus</td> <td>%</td> <td>0,3</td> <td></td> <td>EVS-EN 16811-1:2016*</td> </tr> <tr> <td>NaCl sisaldus</td> <td>%</td> <td>98,5</td> <td></td> <td>EVS-EN 16811-1:2016*</td> </tr> <tr> <td>Ferrotsüaniidi aniooni sisaldus</td> <td>mg/kg</td> <td>100,1</td> <td></td> <td>EVS-EN 16811-1:2016*</td> </tr> <tr> <td>Vees lahustumatute ainete sisaldus</td> <td>%</td> <td>0,9</td> <td></td> <td>ISO 2479-1972*</td> </tr> <tr> <td>Sõelanalüüs:</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>EVS-EN 16811-1:2016*</td> </tr> <tr> <td>5,0mm</td> <td>%</td> <td>98,2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3,15mm</td> <td>%</td> <td>85,2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1,6mm</td> <td>%</td> <td>67,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0,8mm</td> <td>%</td> <td>37,7</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0,125mm</td> <td>%</td> <td>9,2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Näitaja	Ühik	Tulemus	Piirnorm	Metoodika	Niiskuse sisaldus	%	0,3		EVS-EN 16811-1:2016*	NaCl sisaldus	%	98,5		EVS-EN 16811-1:2016*	Ferrotsüaniidi aniooni sisaldus	mg/kg	100,1		EVS-EN 16811-1:2016*	Vees lahustumatute ainete sisaldus	%	0,9		ISO 2479-1972*	Sõelanalüüs:				EVS-EN 16811-1:2016*	5,0mm	%	98,2			3,15mm	%	85,2			1,6mm	%	67,0			0,8mm	%	37,7			0,125mm	%	9,2			
Näitaja	Ühik	Tulemus	Piirnorm	Metoodika																																																				
Niiskuse sisaldus	%	0,3		EVS-EN 16811-1:2016*																																																				
NaCl sisaldus	%	98,5		EVS-EN 16811-1:2016*																																																				
Ferrotsüaniidi aniooni sisaldus	mg/kg	100,1		EVS-EN 16811-1:2016*																																																				
Vees lahustumatute ainete sisaldus	%	0,9		ISO 2479-1972*																																																				
Sõelanalüüs:				EVS-EN 16811-1:2016*																																																				
5,0mm	%	98,2																																																						
3,15mm	%	85,2																																																						
1,6mm	%	67,0																																																						
0,8mm	%	37,7																																																						
0,125mm	%	9,2																																																						
																																																								
Protokolli kinnitas:	juhtivspetsialist: I.Honga																																																							
Labor ei vastuta kliendi esitatud andmete õigsuses ning kliendi võetud proovi kvaliteedi eest. Katsetulemused kehtivad uuritud proovide kohta. Protokolli tohib paljundada ainult tervikuna. Tärniga (*) tähistatud meetod ei kuulu akrediteerimisulatusse.																																																								
Prot. nr. KL2021/E3393K Lk. nr. 1(1)																																																								
Terviseamet Aadress: Paldiski mnt. 81, Tallinn, 10614 Reg. nr.: 70008799	 tel: 7 943 600 tallinnalabor@terviseamet.ee www.terviseamet.ee																																																							



TERVISEAMET

Katseprotokoll KL2021/E3394K

Terviseohutuslabor

Proovide uurimine

Uuritav materjal: Teesool "Saksa sool"

Täiendavad andmed:

Tootja:

Proovivõtu koht:

Töö tellija: Aktsiaselts Teede Tehnokeskus Harju maakond, Tallinn, Nõmme linnaosa, Väike-Männiku tn 26, 11216

Proovivõtja: Kadri Vinni

Juuresoleja:

Proov võetud: 09.03.2021 kell: Analüüs alustatud: 09.03.2021

Proov toodud laborisse: 09.03.2021 kell: 10:42 Analüüs lõpetatud: 11.03.2021

Proovi koodnumber: 7-8.2/255 Protokoll vormistatud: 11.03.2021

Näitaja	Ühik	Tulemus	Piirnorm	Metoodika
Niiskuse sisaldus	%	1,5		EVS-EN 16811-1:2016*
NaCl sisaldus	%	98,1		EVS-EN 16811-1:2016*
Ferrotsüaniidi aniooni sisaldus	mg/kg	46,7		EVS-EN 16811-1:2016*
Vees lahustumatute ainete sisaldus	%	0,4		ISO 2479-1972*
Sõelanalüüs:				EVS-EN 16811-1:2016*
5,0mm	%	97,5		
3,15mm	%	73,2		
1,6mm	%	40,0		
0,8mm	%	5,0		
0,125mm	%	0		

Protokolli kinnitas: juhtivspetsialist: I Honga

Labor ei vastuta kliendi esitatud andmete õigsuses ning kliendi võetud proovi kvaliteedi eest.

Katsetulemused kehtivad uuritud proovide kohta. Protokolli tohib paljundada ainult tervikuna.

Tärniga (*) tähistatud meetod ei kuulu akrediteerimisulatusse.

Prot. nr. KL2021/E3394K Lk. nr. 1(1)

Terviseamet

Aadress: Paldiski mnt. 81, Tallinn, 10614

Reg. nr.: 70008799



tel: 7 943 600

tallinnalabor@terviseamet.ee

www.terviseamet.ee



TERVISEAMET

Katseprotokoll KL2021/E3395K

Terviseohutuslabor

Proovide uurimine

Uuritav materjal: Teesool "Egiptuse sool"

Täiendavad andmed:

Tootja:

Proovivõtu koht:

Töö tellija: Aktsiaselts Teede Tehnokeskus Harju maakond, Tallinn, Nõmme linnaosa, Väike-Männiku tn 26, 11216

Proovivõtja: Kadri Vinni

Juuresoleja:

Proov võetud: 09.03.2021 kell: Analüüs alustatud: 09.03.2021

Proov toodud laborisse: 09.03.2021 kell: 10:43 Analüüs lõpetatud: 11.03.2021

Proovi koodnumber: 7-8.2/255 Protokoll vormistatud: 11.03.2021

Näitaja	Ühik	Tulemus	Piirnorm	Metoodika
Niiskuse sisaldus	%	1,2		EVS-EN 16811-1:2016*
NaCl sisaldus	%	97,2		EVS-EN 16811-1:2016*
Ferrotsüaniidi aniooni sisaldus	mg/kg	13,0		EVS-EN 16811-1:2016*
Vees lahustumatute ainete sisaldus	%	1,0		ISO 2479-1972*
Sõelanalüüs:	%			EVS-EN 16811-1:2016*
5,0mm	%	98,7		
3,15mm	%	97,3		
1,6mm	%	76,8		
0,8mm	%	16,6		
0,125mm	%	0		

Protokolli kinnitas: juhtivspetsialist: I. Honga

Labor ei vastuta kliendi esitatud andmete õigsuses ning kliendi võetud proovi kvaliteedi eest.

Katsetulemused kehtivad uuritud proovide kohta. Protokolli tohib paljundada ainult tervikuna.

Tärniga (*) tähistatud meetod ei kuulu akrediteerimisulatusse.

Prot. nr. KL2021/E3395K Lk. nr. 1(1)

Terviseamet

Aadress: Paldiski mnt. 81, Tallinn, 10614

Reg. nr.: 70008799



tel: 7 943 600

tallinnalabor@terviseamet.ee

www.terviseamet.ee

LISA 3. ELTRIP-SEADME KALIBREERIMISTUNNISTUS



Kalibreerimistunnistus

5-85/21

1. Haardeteguri mõõturi omanik:	ERC Konsultatsiooni OÜ
2. Mõõtja:	Tiit Kaal
3. Sõiduki reg. nr:	081 RGG
4. Haardeteguri mõõturi tüüp:	Eltrip-45 nkg
5. Haardeteguri mõõturi tehase nr:	pole loetav
6. Kalibreerimise kuupäev:	07. jaanuar 2021
7. Kalibreerimistegurid:	30/320
8. Kehtestatud eritingimused:	puuduvad
9. Välja antud:	11. jaanuar 2021
10. Kehtib kuni:	11. jaanuar 2022

Tallinnas
11.01.2021

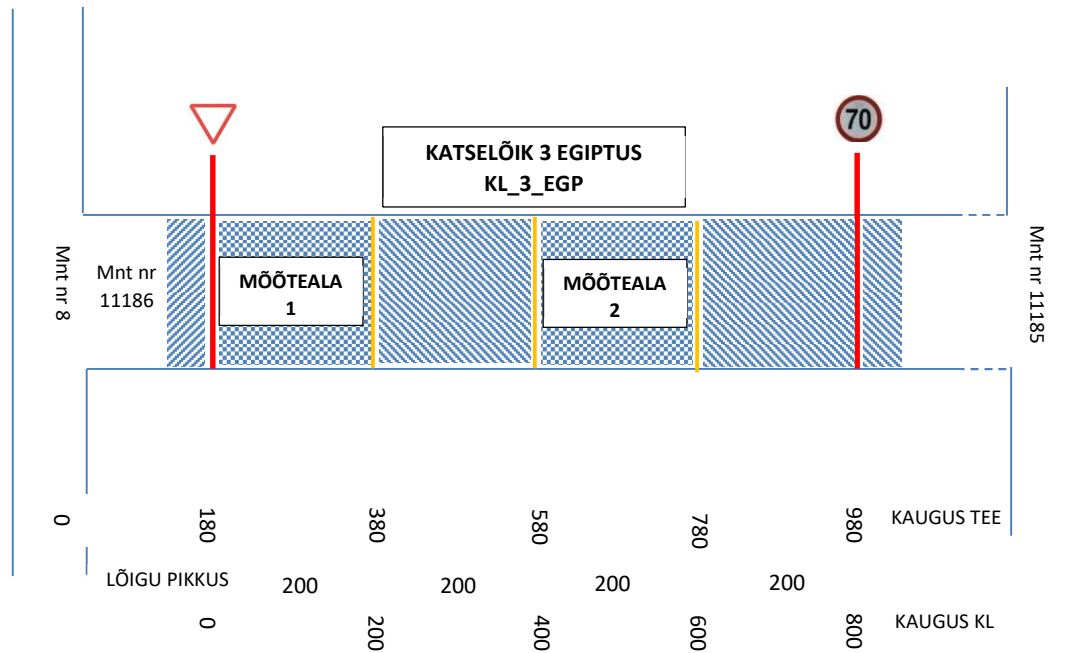
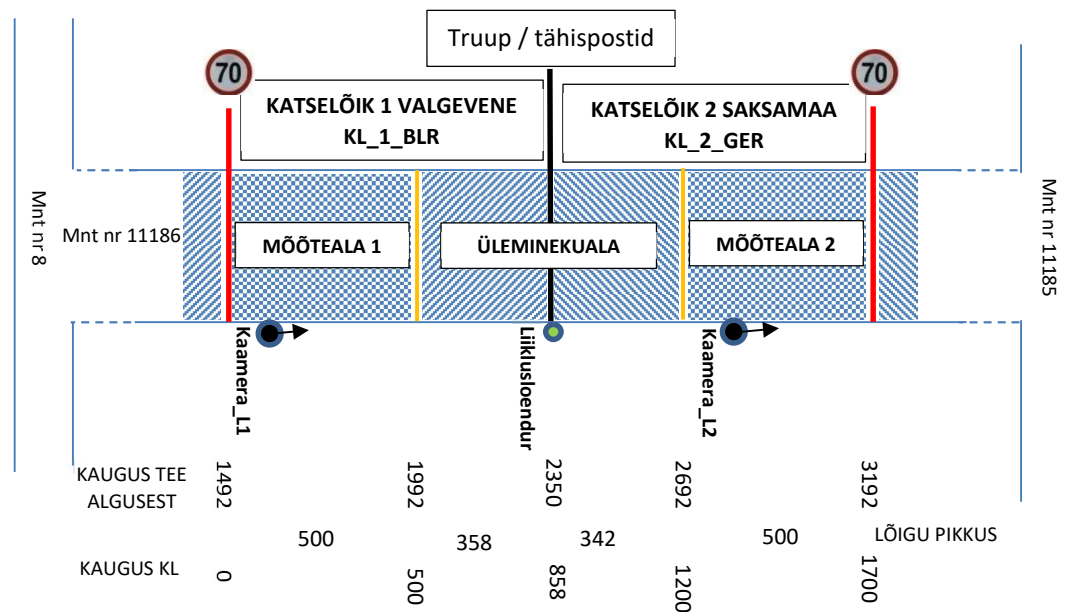


Taivo Möll
juhataja



Marek Truu
AjU osakonna juhataja

LISA 4. KATSELÕIKUDE SKEEMID

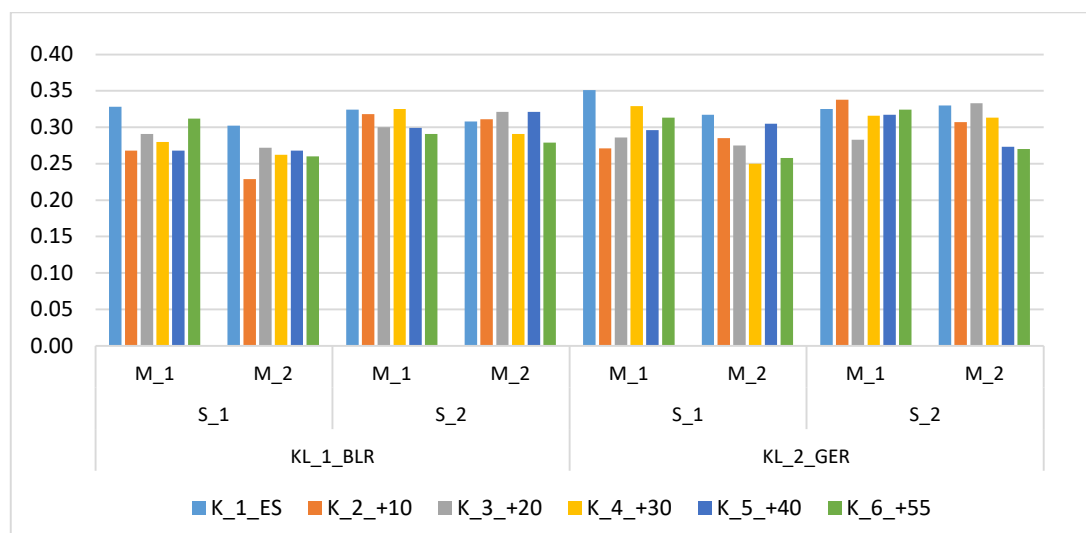


LISA 5. KATSETE TULEMUSED

LISA 5-1. KATSE KLOR_1

KLOR_1 katse teostati 15.01.2021 kella 12:07-14:04. Õhutemperatuur oli vahemikus -7,1 °C kuni -8,5 °C. Teekatte temperatuuri kohta andmed puuduvad. Soola puistamine toimus kell 12:33 normiga 10 g/m² laiusega 4m. Katse ajal loendati katselõigul kokku 36 sõidukit.

Eltrip mõõtmise tulemused (12:07-13:30)



Kokkuvõtvalt haardetegur **K1** enne soolamist (ES) ja pärast soolamist

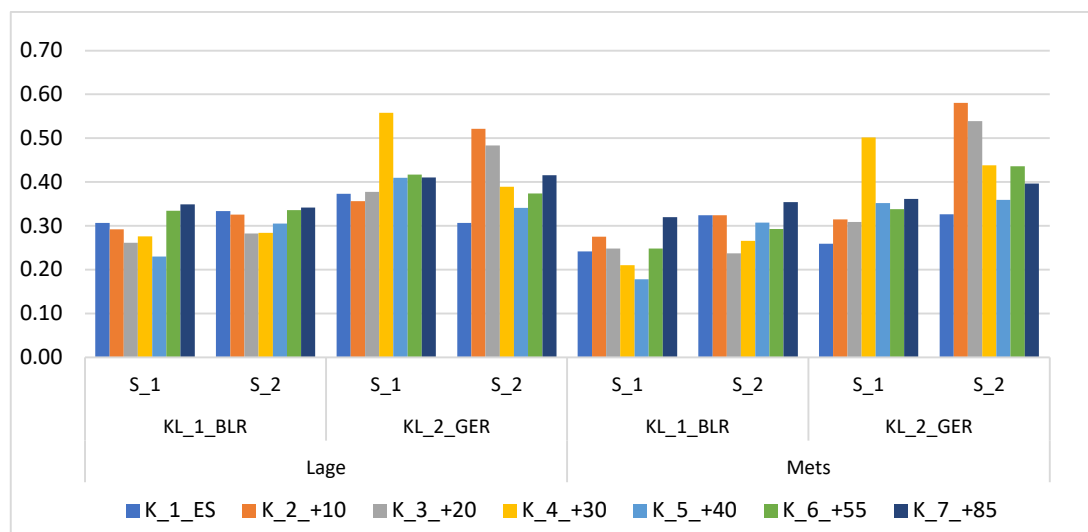
Katselõik	Suund	Mõõtmine	K_1_ES	K_+55	K_kesk	Erinevus ES/K_+55%	Erinevus ES/K_kesk %
KL_1_BLR	S_1	M_1 (lage)	0,328	0,312	0,284	-5%	-16%
		M_2 (mets)	0,302	0,260	0,258	-16%	-17%
	S_1 KOKKU*		0,315	0,286	0,271	-11%	-16%
	S_2	M_1 (lage)	0,324	0,291	0,307	-11%	-6%
		M_2 (mets)	0,308	0,279	0,305	-10%	-1%
	S_2 KOKKU**		0,316	0,285	0,306	-11%	-3%
		KESKMINE***	0,316	0,286	0,288	-11%	-9%
KL_2_GER	S_1	M_1 (lage)	0,351	0,313	0,299	-12%	-17%
		M_2 (mets)	0,317	0,258	0,275	-23%	-15%
	S_1 KOKKU*		0,334	0,286	0,287	-18%	-16%
	S_2	M_1 (lage)	0,325	0,324	0,316	0%	-3%
		M_2 (mets)	0,33	0,27	0,299	-22%	-10%
	S_2 KOKKU**		0,328	0,297	0,307	-11%	-7%
		KESKMINE***	0,331	0,291	0,297	-14%	-11%

*Suunal 1 kõigi mõõtmiste keskmine

**Suunal 2 kõigi mõõtmiste keskmine

*** Kokku kõigi mõõtmiste keskmine

RCM-seadme (optiline) tulemused (12:07-14:04)



Kokkuvõtvalt haardetegur **K1** enne soolamist (ES) ja pärast soolatamist

KL	Suund	K_1_ES	K_+85	K_ kesk	Erinevus ES/K_+85	Erinevus ES/K_ kesk %
KL_1_BLR	S_1*	0,29	0,34	0,28	15%	-4%
	S_2**	0,33	0,34	0,31	3%	-7%
	KOKKU***	0,31	0,34	0,30	9%	-6%
KL_2_GER	S_1*	0,35	0,40	0,41	12%	14%
	S_2**	0,31	0,41	0,43	25%	28%
	KOKKU***	0,33	0,41	0,42	18%	21%

*Suunal 1 kõigi mõõtmiste keskmine

**Suunal 2 kõigi mõõtmiste keskmine

*** Kokku kõigi mõõtmiste keskmine

KLOR_1 katse Eltrip ja RCM-seadme mõõtmistulemuste võrdlus

KL	Mõõtmise viis	Haardetegur			Tulemused	
		K_1_ES	K_+85	K_ kesk	Erinevus* ES/K_+85	Erinevus* ES/K_ kesk %
KL_1_BLR	ELTRIP*	0,316	0,286	0,288	-11 %	-9 %
	RCM**	0,31	0,34	0,30	9 %	-6 %
KL_2_GER	ELTRIP*	0,331	0,291	0,297	-14 %	-11 %
	RCM**	0,33	0,41	0,42	18 %	21 %

*Kõigi mõõtmiste keskmine ELTRIP seadmega mõõtmisel

**Kõigi mõõtmiste keskmine optilise seadmega mõõtmisel

Fotod katselõikudelt katse KLOR_1 enne ja pärast soolatamist

Kaamera L1 (KL_1_BLR)

Enne



Pärast



Kaamera L2 (KL_2_GER)

Enne



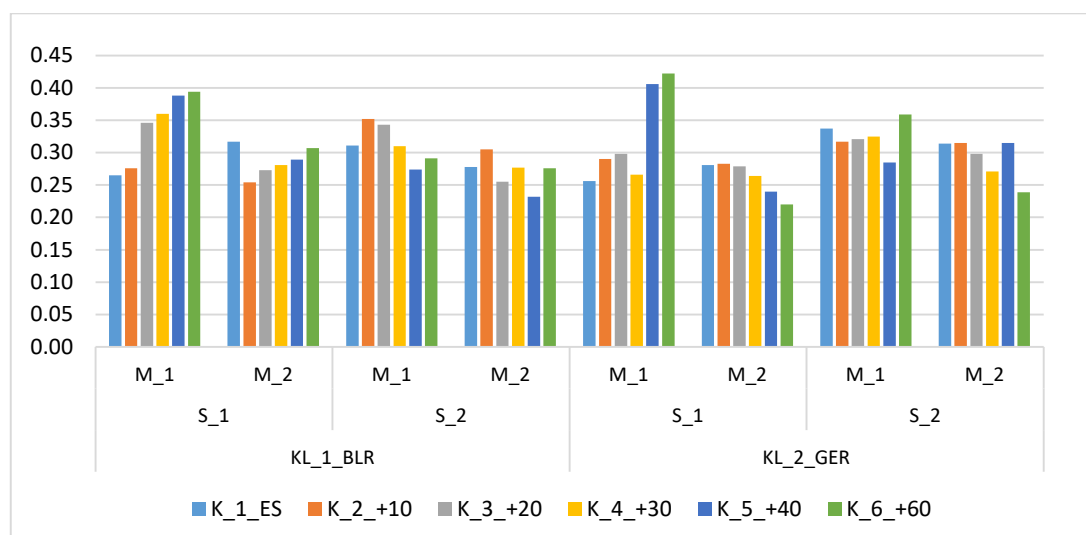
Pärast



LISA 5-2. KATSE KLOR_2

KLOR_2 katse teostati 22.01.2021 kell 11:15-12:50. Õhutemperatuur oli vahemikus 0,9 °C kuni 2,2 °C ja teekatte temperatuur vahemikus -1,5 °C kuni 0,7 °C. Soola puistamine toimus kell 11:45 normiga 10 g/m² laiusega 4m. Katse ajal loendati katselõigul kokku 38 sõidukit.

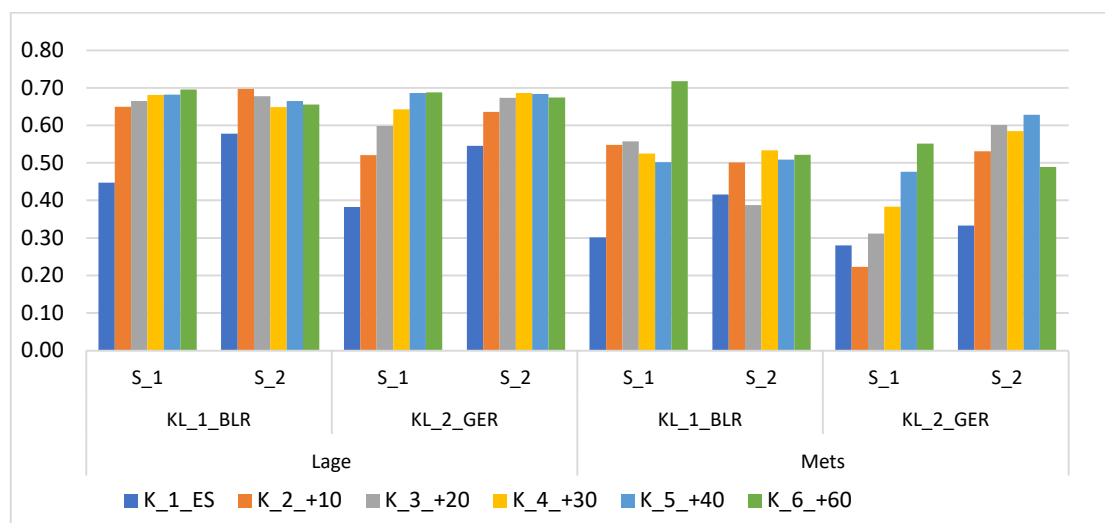
ELTRIP mõõtmise tulemused (11:15-12:45)



Kokkuvõtvalt haardetegur **K1** enne soolamist (ES) ja pärast soolamist

KL	Suund	Mõõtmine	K_1_ES	K_+60	K_ kesk	Erinevus ES/K_+60%	Erinevus ES/K_ kesk %
KL_1_BLR	S_1	M_1 (lage)	0,265	0,394	0,353	33%	25%
		M_2 (mets)	0,317	0,307	0,281	-3%	-13%
	S_1 KOKKU		0,291	0,351	0,317	15%	8%
	S_2	M_1 (lage)	0,311	0,291	0,314	-7%	1%
		M_2 (mets)	0,278	0,276	0,269	-1%	-3%
	S_2 KOKKU		0,295	0,284	0,292	-4%	-1%
	KESKMINE		0,293	0,317	0,304	5%	4%
KL_2_GER	S_1	M_1 (lage)	0,256	0,422	0,336	39%	24%
		M_2 (mets)	0,281	0,22	0,257	-28%	-9%
	S_1 KOKKU		0,269	0,321	0,297	6%	10%
	S_2	M_1 (lage)	0,337	0,359	0,321	6%	-5%
		M_2 (mets)	0,314	0,239	0,288	-31%	-9%
	S_2 KOKKU		0,326	0,299	0,305	-13%	-7%
	KESKMINE		0,297	0,310	0,301	-3%	1%

RCM-seadme (optiline) tulemused (11:15-12:50)



Kokkuvõtvalt haardetegur **K1** enne soolamist (ES) ja pärast soolatamist

KL	Suund	K_1_ES	K_+60	K_kesk	Erinevus ES/K_+60	Erinevus ES/K_kesk %
KL_1_BLR	S_1	0,42	0,70	0,65	40%	36%
	S_2	0,54	0,63	0,63	13%	14%
	KOKKU	0,48	0,66	0,64	27%	25%
KL_2_GER	S_1	0,36	0,66	0,58	45%	38%
	S_2	0,50	0,64	0,65	21%	22%
	KOKKU	0,43	0,65	0,62	33%	30%

KLOR_2 katse ELTRIP ja RCM-seadme mõõtmistulemuste võrdlus

KL	Mõõtmise viis	K_1_ES	K_+60	K_kesk	Erinevus ES/K_+60	Erinevus ES/K_kesk %
KL_1_BLR	ELTRIP	0,293	0,317	0,304	5 %	4 %
	RCM	0,48	0,66	0,64	27 %	25 %
KL_2_GER	ELTRIP	0,297	0,310	0,301	-3 %	1 %
	RCM	0,43	0,65	0,62	33 %	30 %

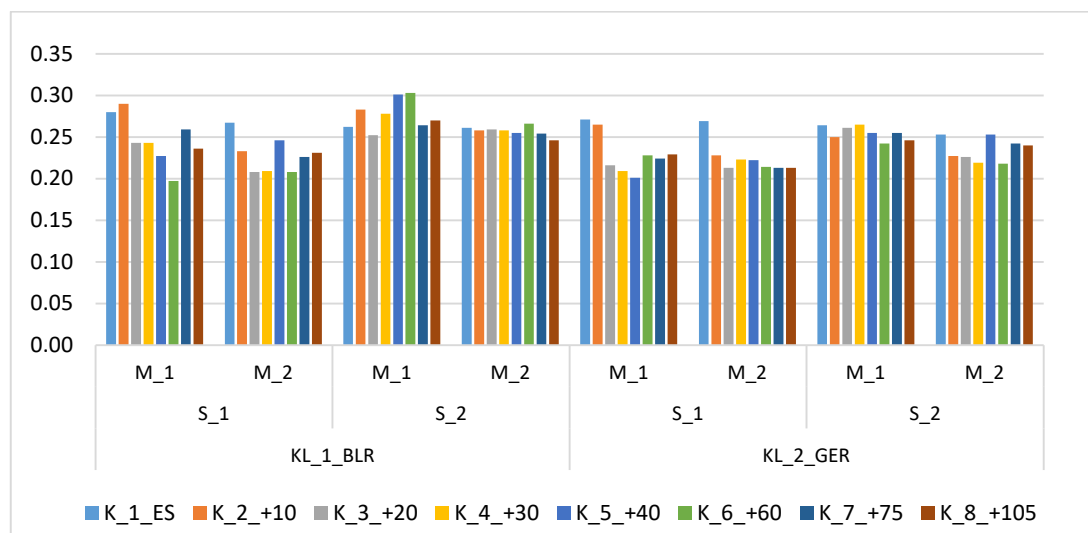
Fotod katselõikudelt katse KLOR_2 enne ja pärast soolatamist

Kaamera L1 (KL_1_BLR)	
Enne	Pärast
 DOERR SNAPSHOT 22.01.2021 11:07:24 ☁ 10 016°C 061°F 🔋7	 DOERR SNAPSHOT 22.01.2021 13:07:01 ☁ 10 004°C 039°F 🔋4
Kaamera L2 (KL_2_GER)	
Enne	Pärast
 DOERR SNAPSHOT 22.01.2021 10:59:31 ☁ 10 015°C 059°F 🔋5	 DOERR SNAPSHOT 22.01.2021 13:01:20 ☁ 10 002°C 036°F 🔋2

LISA 5-3. KATSE KLOR_3

KLOR_3 katse teostati 04.02.2021 kell 11:30-14:34. Katse teostamisel osalesid ka AS Teede Tehmokeskuse mõõteautod. Õhutemperatuur oli vahemikus -9,2 °C kuni -5,7 °C ja teekatte temperatuur vahemikus -8,8 °C kuni -5,4 °C. Soola puistamine toimus kell 12:45 normiga 12 g/m² laiusega 4m. Katse ajal loendati katselõigul kokku 58 sõidukit.

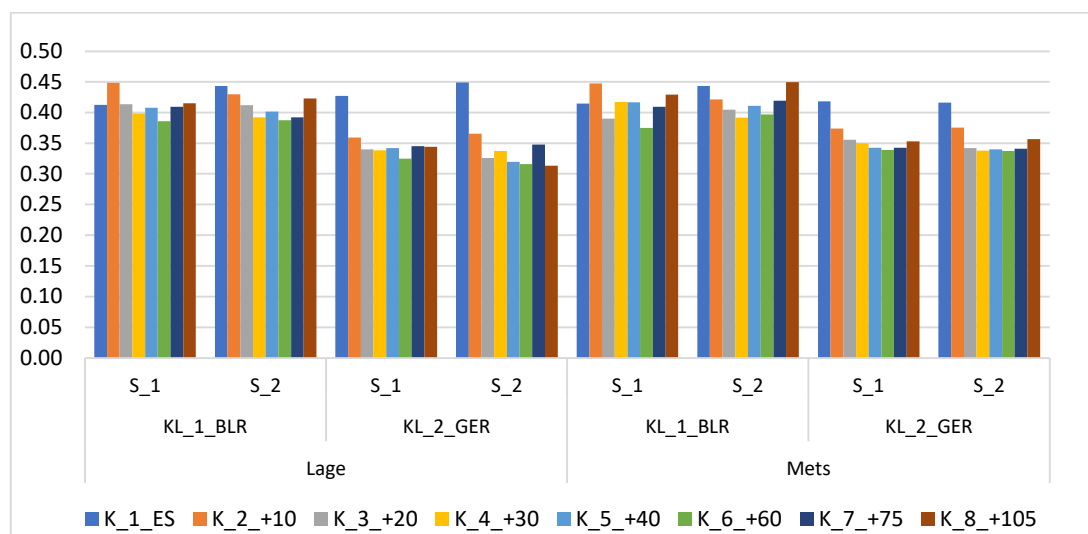
ELTRIP mõõtmise tulemused (11:30-14:30)



Kokkuvõtvalt haardetegur **K1** enne soolamist (ES) ja pärast soolamist

KL	Suund	Mõõtmine	K_1_ES	K_+105	K_kesk	Erinevus ES/K_+105%	Erinevus ES/K_kesk %
KL_1_BLR	S_1	M_1 (lage)	0,28	0,236	0,242	-19%	-16%
		M_2 (mets)	0,267	0,231	0,223	-16%	-20%
	S_1 KOKKU		0,274	0,234	0,233	-17%	-18%
	S_2	M_1 (lage)	0,262	0,27	0,279	3%	6%
		M_2 (mets)	0,261	0,246	0,257	-6%	-2%
	S_2 KOKKU		0,262	0,258	0,268	-2%	2%
	KESKMINE		0,268	0,246	0,250	-9%	-7%
KL_2_GER	S_1	M_1 (lage)	0,271	0,229	0,225	36%	-21%
		M_2 (mets)	0,269	0,213	0,218	-22%	-23%
	S_1 KOKKU		0,270	0,321	0,221	7%	-22%
	S_2	M_1 (lage)	0,264	0,246	0,253	-7%	-4%
		M_2 (mets)	0,253	0,24	0,232	-5%	-9%
	S_2 KOKKU		0,259	0,243	0,243	-6%	-6%
	KESKMINE		0,264	0,232	0,232	-14%	-14%

RCM-seadme (optiline) tulemused (11:31-14:34)



Kokkuvõtvalt haardetegur **K1** enne soolamist (ES) ja pärast soolamist

KL	Suund	K_1_ES	K_+105	K_ kesk	Erinevus ES/K_+105	Erinevus ES/K_ kesk %
KL_1_BLR	S_1	0,41	0,42	0,41	1%	0%
	S_2	0,44	0,43	0,41	-4%	-9%
	KOKKU	0,43	0,42	0,41	-1%	-5%
KL_2_GER	S_1	0,43	0,35	0,34	-23%	-24%
	S_2	0,44	0,32	0,33	-38%	-32%
	KOKKU	0,43	0,33	0,34	-30%	-28%

KLOR_3 katse ELTRIP ja RCM-seadme mõõtmistulemuste võrdlus

KL	Mõõtmise viis	K_1_ES	K_+105	K_ kesk	Erinevus ES/K_+105	Erinevus ES/K_ kesk %
KL_1_BLR	ELTRIP	0,268	0,246	0,25	-9 %	-7%
	RCM	0,43	0,42	0,41	-1 %	-5%
KL_2_GER	ELTRIP	0,264	0,282	0,232	0 %	-14%
	RCM	0,43	0,33	0,34	-30 %	-28%

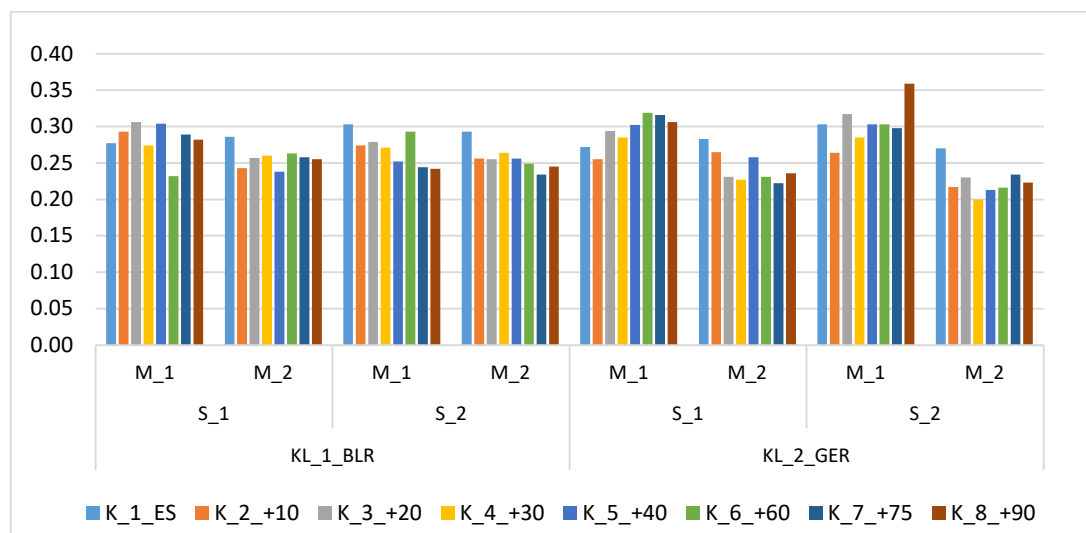
Fotod katselõikudelt katse KLOR_3 enne ja pärast soolatamist

Kaamera L1 (KL_1_BLR)	
Enne	Pärast
	
DOERR SNAPSHOT 04.02.2021 10:30:23 23 003°C 037°F 9	DOERR SNAPSHOT 04.02.2021 14:37:36 23 -04°C 026°F 7
Kaamera L2 (KL_2_GER)	
Enne	Pärast
	
DOERR SNAPSHOT 04.02.2021 10:41:55 23 002°C 036°F 9	DOERR SNAPSHOT 04.02.2021 14:44:56 23 -04°C 026°F 7

LISA 5-4. KATSE KLOR_4

KLOR_4 katse teostati 16.02.2021 kell 13:45-17:11. Katse teostamisel osalesid ka AS Teede Tehmokeskuse mõõteautod. Õhutemperatuur oli vahemikus -4,4 °C kuni -1,6 °C ja teekatte temperatuur vahemikus -5,5 °C kuni -2,3 °C. Soola puistamine toimus kell 15:35 normiga 12,5 g/m² laiusega 4m. Katse ajal loendati katselõigul kokku 73 sõidukit.

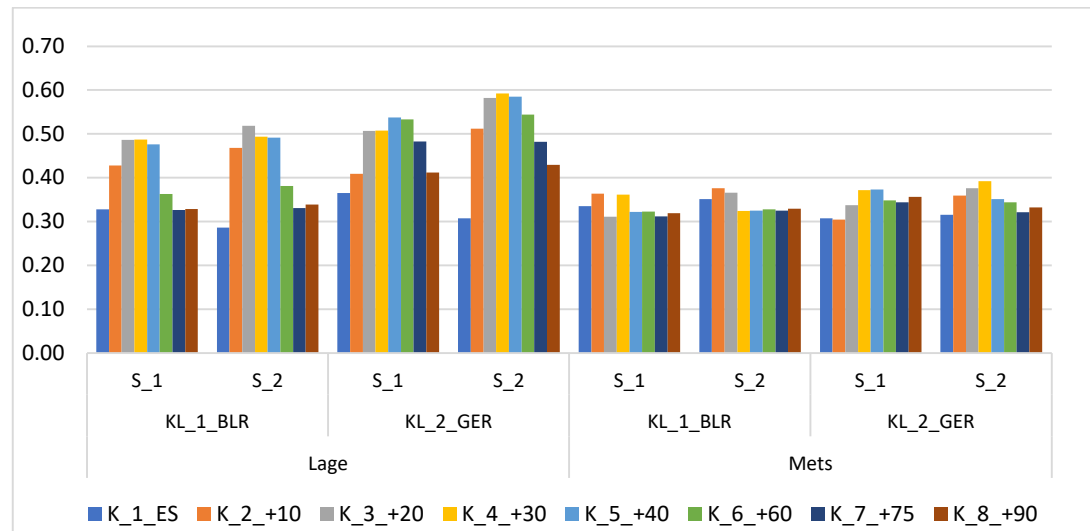
ELTRIP mõõtmise tulemused (13:45-17:05)



Kokkuvõtvalt haardetegur **K1** enne soolamist (ES) ja pärast soolamist

KL	Suund	Mõõtmine	K_1_ES	K_+90	K_kesk	Erinevus ES/K_+90%	Erinevus ES/K_kesk %
KL_1_BLR	S_1	M_1 (lage)	0,277	0,282	0,283	2%	2%
		M_2 (mets)	0,286	0,255	0,253	-12%	-13%
	S_1 KOKKU		0,282	0,269	0,268	-5%	-5%
	S_2	M_1 (lage)	0,303	0,242	0,265	-25%	-14%
		M_2 (mets)	0,293	0,245	0,251	-20%	-17%
	S_2 KOKKU		0,298	0,244	0,258	-22%	-15%
	KESKMINE		0,290	0,256	0,263	-13%	-10%
KL_2_GER	S_1	M_1 (lage)	0,272	0,306	0,297	11%	8%
		M_2 (mets)	0,283	0,236	0,239	-20%	-19%
	S_1 KOKKU		0,278	0,271	0,268	-4%	-4%
	S_2	M_1 (lage)	0,303	0,359	0,304	16%	0%
		M_2 (mets)	0,27	0,223	0,219	-21%	-23%
	S_2 KOKKU		0,287	0,291	0,262	-3%	-10%
	KESKMINE		0,282	0,281	0,265	0%	-7%

RCM-seadme (optiline) tulemused (11:31-14:34)



Kokkuvõtvalt haardetegur **K1** enne soolamist (ES) ja pärast soolamist

KL	Suund	K_1_ES	K_+90	K_ kesk	Erinevus ES/K_+90	Erinevus ES/K_ kesk %
KL_1_BLR	S_1	0,33	0,33	0,40	-1%	17%
	S_2	0,30	0,34	0,41	11%	27%
	KOKKU	0,31	0,33	0,41	5%	22%
KL_2_GER	S_1	0,35	0,40	0,46	12%	23%
	S_2	0,31	0,41	0,50	25%	38%
	KOKKU	0,33	0,41	0,48	18%	31%

KLOR_4 katse ELTRIP ja RCM-seadme mõõtmistulemuste võrdlus

KL	Mõõtmise viis	K_1_ES	K_+90	K_ kesk	Erinevus ES/K_+90	Erinevus ES/K_ kesk %
KL_1_BLR	ELTRIP	0,29	0,256	0,263	-14 %	-10%
	RCM	0,31	0,33	0,41	5 %	22 %
KL_2_GER	ELTRIP	0,282	0,281	0,265	-4 %	-7 %
	RCM	0,33	0,41	0,48	18 %	31 %

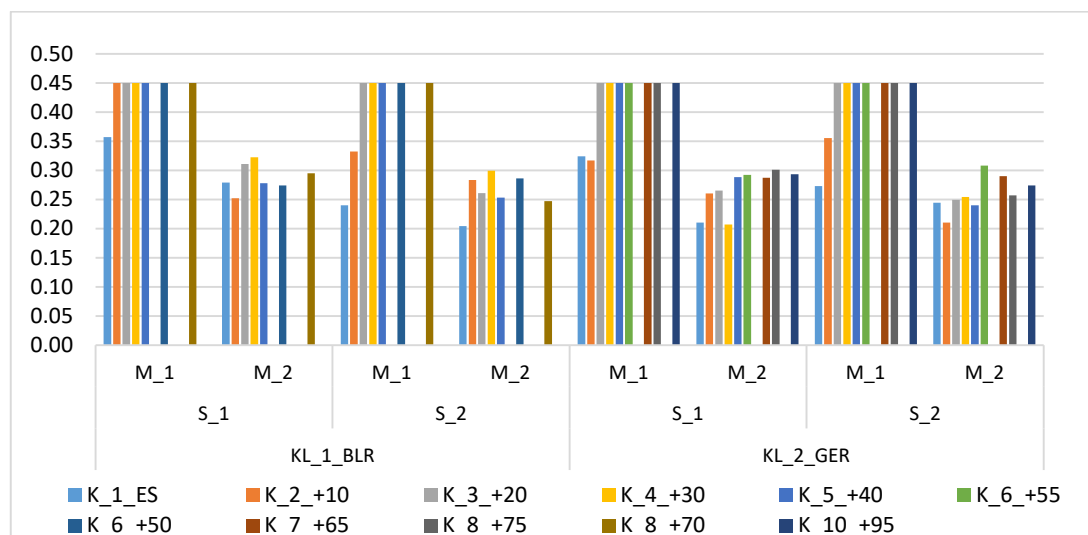
Fotod katselõikudelt katse KLOR_4 enne ja pärast soolatamist

Kaamera L1 (KL_1_BLR)	
Enne	Pärast
 DOERR SNAPSHOT 16.02.2021 13:01:36 05 006°C 043°F 9	 DOERR SNAPSHOT 16.02.2021 17:14:19 05 -02°C 029°F 6
Kaamera L2 (KL_2_GER)	
Enne	Pärast
 DOERR SNAPSHOT 16.02.2021 13:10:09 05 004°C 039°F 9	 DOERR SNAPSHOT 16.02.2021 17:21:00 05 -02°C 029°F 6

LISA 5-5. KATSE KLOR_5

KLOR_5 katse teostati 07.03.2021 kell 10:50-12:48. Õhutemperatuur oli vahemikus -2,6 °C kuni -0,3 °C ja teekatte temperatuur vahemikus -2,9 °C kuni -1,5 °C. Soola puistamine toimus normiga 15 g/m² laiusega 5,5m Saksamaa soola katselõigul kell 11:05 ja Valgevene soola katselõigul kell 11:32. Katse ajal loendati katselõigul kokku 64 sõidukit.

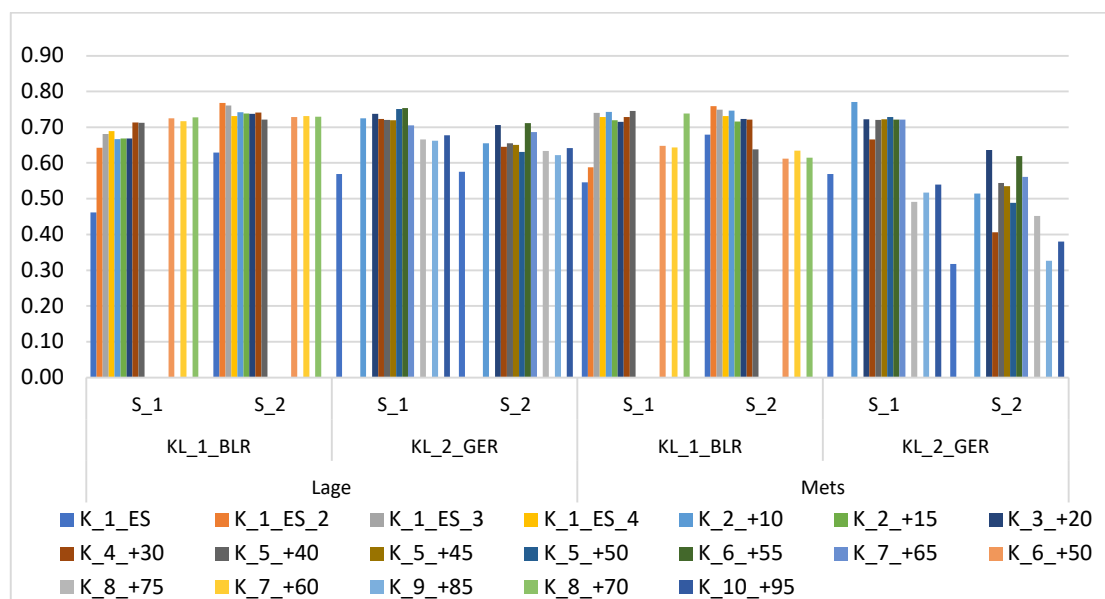
ELTRIP mõõtmise tulemused (10:50-12:45)



Kokkuvõtvalt haardetegur **K1** enne soolamist (ES) ja pärast soolamist

KL	Suund	Mõõtmine	K_1_ES	K_+75	K_kesk	Erinevus ES/K_+75 %	Erinevus ES/K_kesk %
KL_1_BLR	S_1	M_1 (lage)	0,357	0,45	0,450	21%	21%
		M_2 (mets)	0,279	0,295	0,289	5%	3%
	S_1 KOKKU		0,318	0,373	0,369	13%	14%
	S_2	M_1 (lage)	0,24	0,45	0,430	47%	44%
		M_2 (mets)	0,204	0,247	0,272	17%	25%
	S_2 KOKKU		0,222	0,349	0,351	32%	37%
	KESKMINE		0,270	0,361	0,360	23%	25%
KL_2_GER	S_1	M_1 (lage)	0,324	0,45	0,433	28%	25%
		M_2 (mets)	0,21	0,301	0,274	30%	23%
	S_1 KOKKU		0,267	0,376	0,354	29%	25%
	S_2	M_1 (lage)	0,273	0,45	0,438	39%	38%
		M_2 (mets)	0,244	0,257	0,260	5%	6%
	S_2 KOKKU		0,259	0,354	0,349	22%	26%
	KESKMINE		0,263	0,365	0,351	26%	25%

RCM-seadme (optiline) tulemused (11:31-14:34)



Kokkuvõtvalt haardetegur **K1** enne soolamist (ES) ja pärast soolatamist

KL	Suund	K_1_ES	K_+90	K_kesk	Erinevus ES/K_+90	Erinevus ES/K_kesk %
KL_1_BLR	S_1	0,48	0,73	0,68	35%	30%
	S_2	0,64	0,69	0,74	7%	14%
	KOKKU	0,56	0,71	0,71	21%	22%
KL_2_GER	S_1	0,57	0,64	0,72	12%	21%
	S_2	0,53	0,58	0,64	9%	17%
	KOKKU	0,55	0,61	0,68	10%	19%

KLOR_5 katse ELTRIP ja RCM-seadme mõõtmistulemuste võrdlus

KL	Mõõtmise viis	K_1_ES	K_+90	K_kesk	Erinevus ES/K_+90	Erinevus ES/K_kesk %
KL_1_BLR	ELTRIP	0,27	0,361	0,36	25 %	25 %
	RCM	0,56	0,71	0,71	21 %	22 %
KL_2_GER	ELTRIP	0,263	0,365	0,351	28 %	25 %
	RCM	0,55	0,61	0,68	10 %	19 %

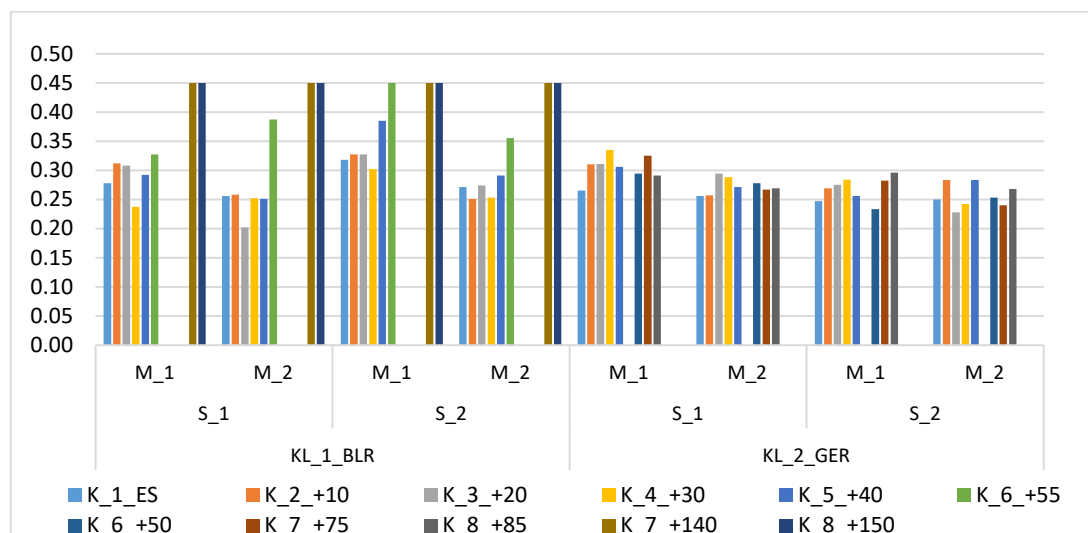
Fotod katselõikudelt katse KLOR_5 enne ja pärast soolatamist

Kaamera L1 (KL_1_BLR)	
Enne	Pärast
 A wide-angle shot of a two-lane road in a rural area. The road is dark asphalt, and the shoulders are covered in a thin layer of snow. The sky is overcast with grey clouds. In the background, there are some trees and a fence line. DOERR SNAPSHOT 07.03.2021 10:40:16 ●24 002°C 036°F 4008	 A wide-angle shot of the same road after salting. The road surface is now covered with a layer of white salt granules. The shoulders remain snowy. The sky is still overcast. DOERR SNAPSHOT 07.03.2021 12:52:08 ●24 000°C 032°F 4006
Kaamera L2 (KL_2_GER)	
Enne	Pärast
 A closer shot of the road from a different angle. The road is dark asphalt, and the shoulders are covered in a thin layer of snow. The sky is overcast with grey clouds. In the background, there are some trees and a fence line. DOERR SNAPSHOT 07.03.2021 10:27:59 ●24 006°C 043°F 4008	 A closer shot of the same road after salting. The road surface is now covered with a layer of white salt granules. The shoulders remain snowy. The sky is still overcast. DOERR SNAPSHOT 07.03.2021 12:58:39 ●24 001°C 034°F 4006

LISA 5-6. KATSE KLOR_6

KLOR_6 katse teostati 11.03.2021 kell 10:00-12:44. Õhutemperatuur oli vahemikus -4,1 °C kuni +0,4 °C ja teekatte temperatuur vahemikus -5,4 °C kuni +0,9 °C. Niisutatud soola puistamine toimus normiga 15 g/m² laiusel 5,5m Saksamaa soola katselõigul kell 11:15 ja Valgevene soola katselõigul kell 10:05. Katse ajal loendati katselõigul kokku 64 sõidukit.

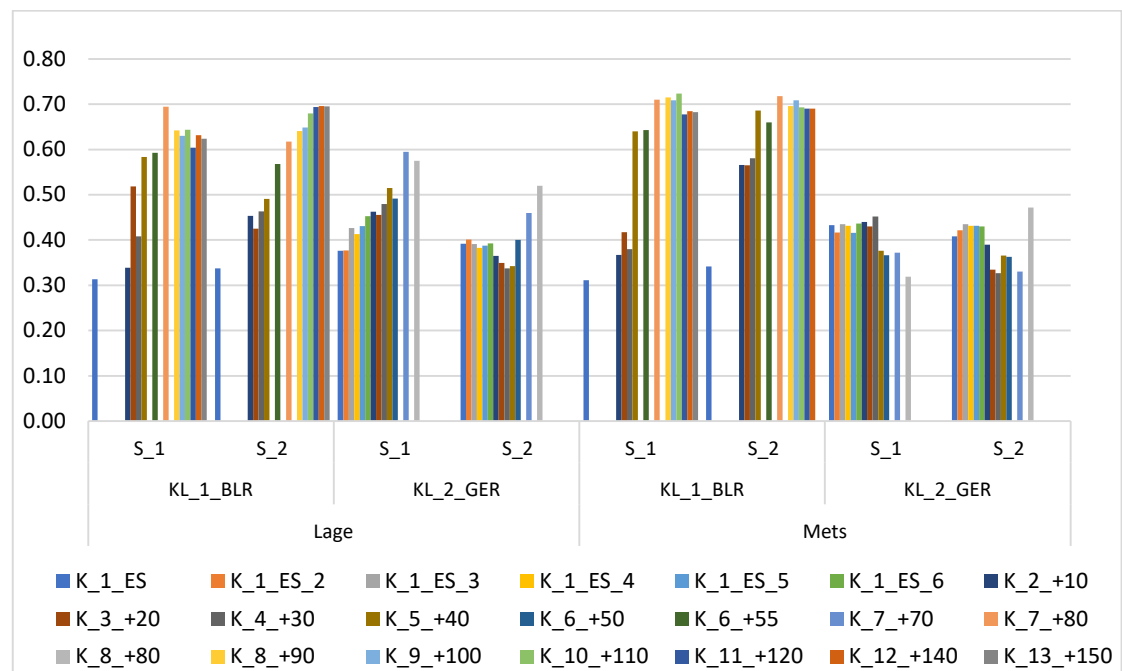
ELTRIP mõõtmise tulemused (10:00-12:40)



Kokkuvõtvalt haardetegur **K1** enne soolamist (ES) ja pärast soolamist

KL	Suund	Mõõtmine	K_1_ES	K_+150	K_kesk	Erinevus ES/K_+150 %	Erinevus ES/K_kesk %
KL_1_BLR	S_1	M_1 (lage)	0,28	0,45	0,339	38%	18%
		M_2 (mets)	0,26	0,45	0,321	43%	20%
	S_1 KOKKU		0,267	0,450	0,330	41%	19%
	S_2	M_1 (lage)	0,32	0,45	0,384	29%	17%
		M_2 (mets)	0,27	0,45	0,332	40%	18%
	S_2 KOKKU		0,295	0,450	0,358	35%	18%
	KESKMINE		0,281	0,450	0,344	38%	18%
KL_2_GER	S_1	M_1 (lage)	0,27	0,29	0,310	9%	15%
		M_2 (mets)	0,26	0,27	0,275	5%	7%
	S_1 KOKKU		0,261	0,280	0,293	7%	11%
	S_2	M_1 (lage)	0,25	0,30	0,271	17%	9%
		M_2 (mets)	0,25	0,27	0,257	7%	3%
	S_2 KOKKU		0,249	0,282	0,264	12%	6%
	KESKMINE		0,255	0,281	0,278	9%	8%

RCM-seadme (optiline) tulemused (10:01-12:44)



Kokkuvõtvalt haardetegur **K1** enne soolamist (ES) ja pärast soolamist

KL	Suund	K_1_ES	K_+100	K_kesk	Erinevus ES/K_+100	Erinevus ES/K_kesk %
KL_1_BLR	S_1	0,31	0,64	0,58	51%	46%
	S_2	0,34	0,66	0,60	49%	44%
	KOKKU	0,33	0,65	0,59	50%	45%
KL_2_GER	S_1	0,39	0,52	0,46	26%	16%
	S_2	0,39	0,51	0,39	22%	0%
	KOKKU	0,39	0,51	0,43	24%	8%

KLOR_6 katse ELTRIP ja RCM-seadme mõõtmistulemuste võrdlus

KL	Mõõtmise viis	K_1_ES	K_+90	K_kesk	Erinevus ES/K_+90	Erinevus ES/K_kesk %
KL_1_BLR	ELTRIP	0,281	0,450	0,344	38 %	18%
	RCM	0,33	0,65	0,59	50 %	45 %
KL_2_GER	ELTRIP	0,255	0,281	0,278	9 %	8%
	RCM	0,39	0,51	0,43	24 %	8 %

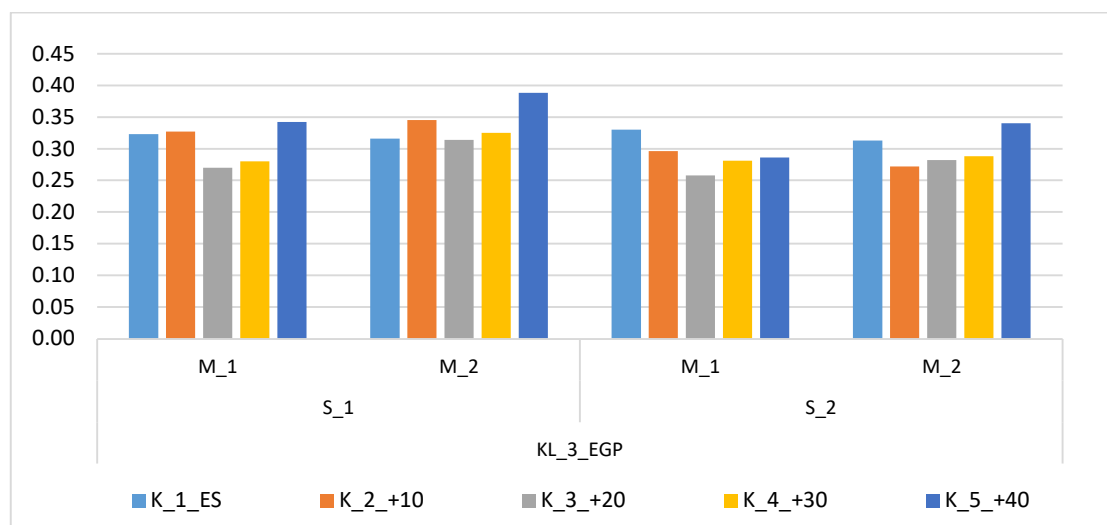
Fotod katselõikudelt katse KLOR_6 enne ja pärast soolatamist

Kaamera L1 (KL_1_BLR)	
Enne	Pärast
	
DOERR SNAPSHOT 11.03.2021 09:51:00 ●28 003°C 037°F 4008	DOERR SNAPSHOT 11.03.2021 12:46:35 ●28 002°C 036°F 4006
Kaamera L2 (KL_2_GER)	
Enne	Pärast
	
DOERR SNAPSHOT 11.03.2021 09:41:43 ●28 006°C 043°F 4008	DOERR SNAPSHOT 11.03.2021 12:52:50 ●28 005°C 041°F 4006

LISA 5-7. KATSE KLOR_5 EGP

KLOR_5 EGP (Egiptuse sool) katse teostati 07.03.2021 kell 10:50-12:45. Õhutemperatuur oli vahemikus -2,6 °C kuni -0,3 °C ja teekatte temperatuur vahemikus -2,9 °C kuni +1,5 °C. Soola puistamine toimus normiga 15 g/m² laiusega 5,5m kell 12:02. Katse ajal loendati katselõigul kokku 64 sõidukit.

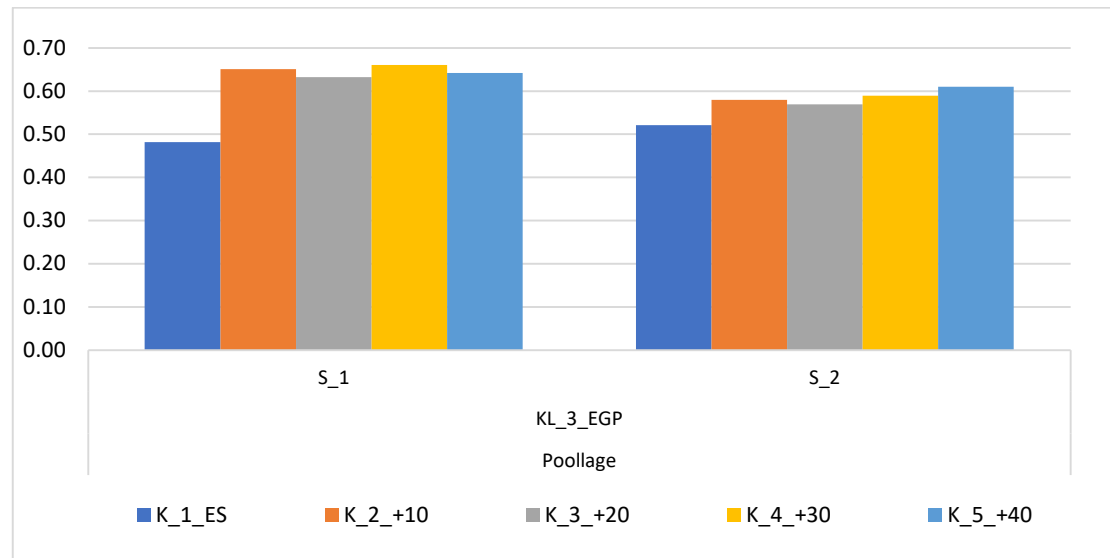
ELTRIP mõõtmise tulemused (10:50-12:45)



Kokkuvõtvalt haardetegur **K1** enne soolamist (ES) ja pärast soolamist

KL	Suund	Mõõtmine	K_1_ES	K_+40	K_kesk	Erinevus ES/K_+40 %	Erinevus ES/K_kesk %
KL_3_EGP	S_1	M_1	0,32	0,34	0,305	6%	-6%
		M_2	0,32	0,39	0,343	19%	8%
	S_1 KOKKU		0,320	0,365	0,324	12%	1%
	S_2	M_1	0,33	0,29	0,280	-15%	-18%
		M_2	0,31	0,34	0,296	8%	-6%
	S_2 KOKKU		0,322	0,313	0,288	-3%	-12%
	KESKMINE		0,321	0,339	0,306	5%	-5%

RCM-seadme (optiline) tulemused (10:01-12:44)



Kokkuvõtvalt haardetegur **K1** enne soolamist (ES) ja pärast soolatamist

KL	Suund	K_1_ES	K_+40	K_kesk	Erinevus ES/K_+40	Erinevus ES/K_kesk %
KL_3_EGP	S_1	0,48	0,64	0,65	25%	25%
	S_2	0,52	0,61	0,59	15%	11%
	KOKKU	0,50	0,63	0,62	20%	19%

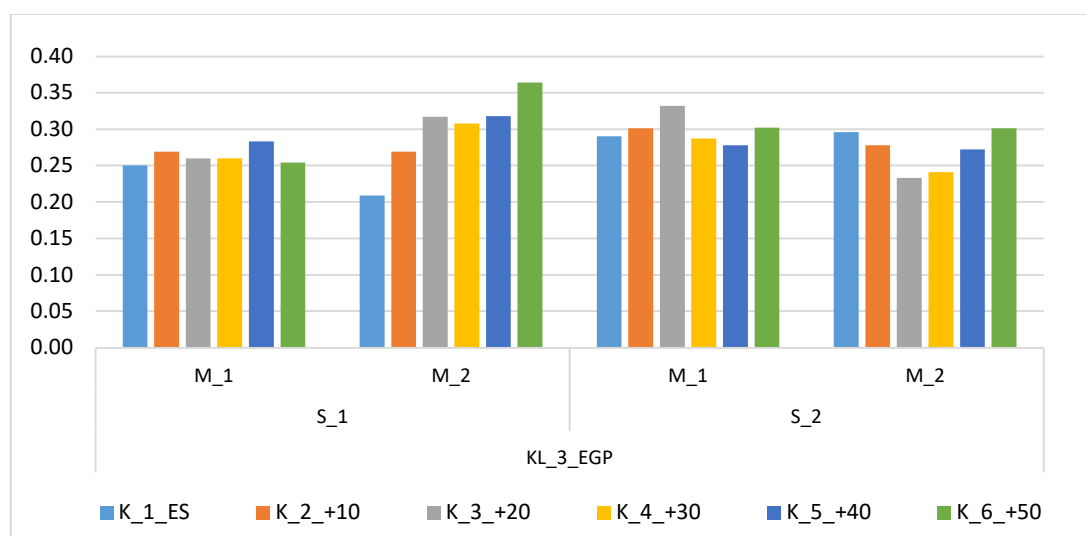
KLOR_5 EGP katse ELTRIP ja RCM-seadme mõõtmistulemuste võrdlus

KL	Mõõtmise viis	K_1_ES	K_+40	K_kesk	Erinevus ES/K_+40	Erinevus ES/K_kesk %
KL_3_EGP	ELTRIP	0,321	0,339	0,306	5%	-5%
	RCM	0,50	0,63	0,62	20%	19%

LISA 5-8. KATSE KLOR_6 EGP

KLOR_6 EGP (Egiptuse sool) katse teostati 11.03.2021 kell 10:07-12:40. Õhutemperatuur oli vahemikus -4,1 °C kuni +0,4 °C ja teekatte temperatuur vahemikus -5,4 °C kuni +0,9 °C. Niisutatud soola puistamine toimus normiga 15 g/m² laiussega 5,5m kell 11:50. Katse ajal loendati katselõigul kokku 64 sõidukit.

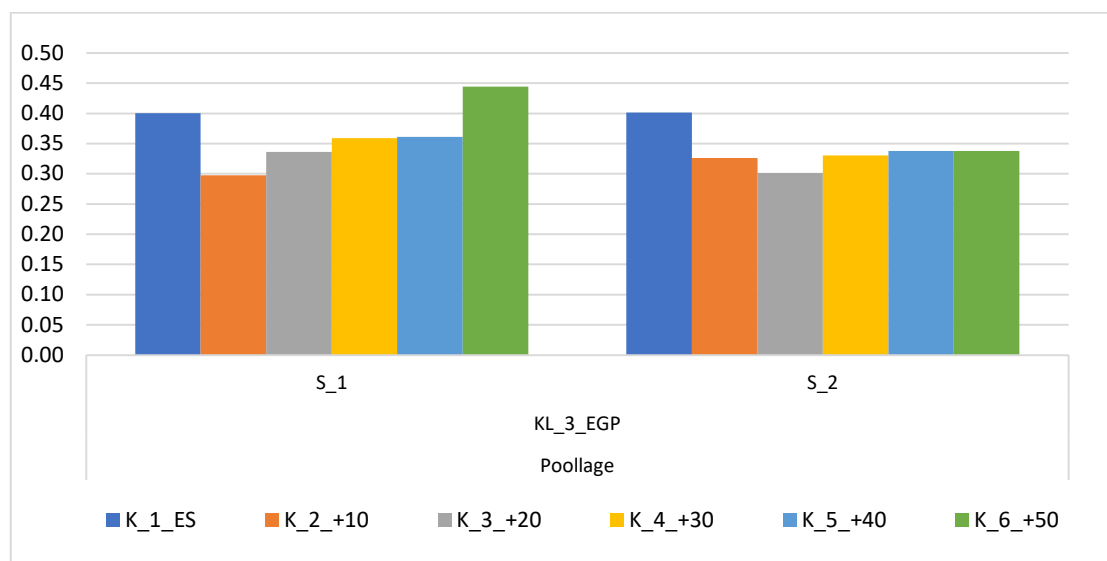
ELTRIP mõõtmise tulemused (10:50-12:45)



Kokkuvõtvalt haardetegur **K1** enne soolamist (ES) ja pärast soolatamist

KL	Suund	Mõõtmine	K_1_ES	K_+40	K_kesk	Erinevus ES/K_+40 %	Erinevus ES/K_kesk %
KL_3_EGP	S_1	M_1	0,25	0,25	0,265	2%	6%
		M_2	0,21	0,36	0,315	43%	34%
	S_1 KOKKU		0,230	0,309	0,290	22%	21%
	S_2	M_1	0,29	0,30	0,300	4%	3%
		M_2	0,30	0,30	0,265	2%	-12%
	S_2 KOKKU		0,293	0,302	0,283	3%	-4%
	KESKMINE		0,261	0,305	0,286	12%	9%

RCM-seadme (optiline) tulemused (10:01-12:44)



Kokkuvõtvalt haardetegur **K1** enne soolamist (ES) ja pärast soolamist

KL	Suund	K_1_ES	K_+50	K_kesk	Erinevus ES/K_+50	Erinevus ES/K_kesk %
KL_3_EGP	S_1	0,40	0,44	0,36	10%	-11%
	S_2	0,40	0,34	0,33	-19%	-22%
	KOKKU	0,40	0,39	0,34	-4%	-16%

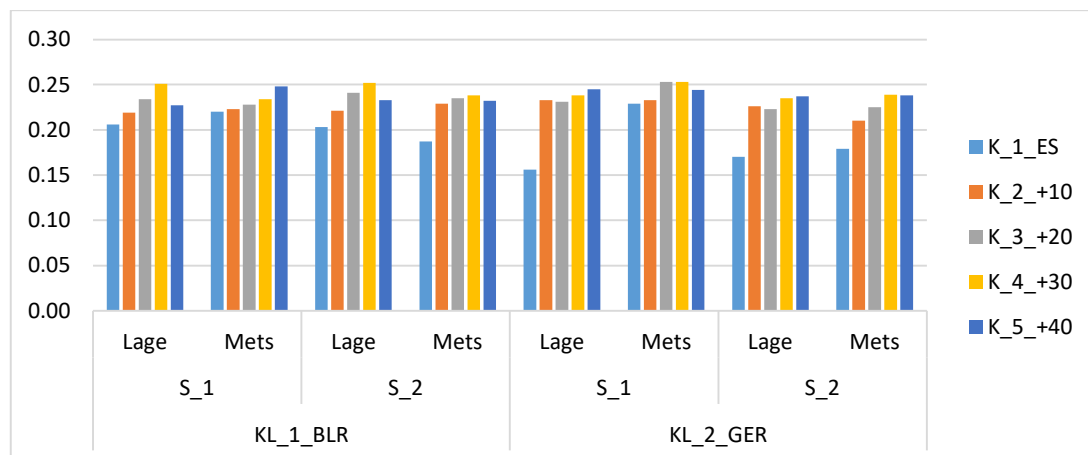
KLOR_6 EGP katse ELTRIP ja RCM-seadme mõõtmistulemuste võrdlus

KL	Mõõtmise viis	K_1_ES	K_+50	K_kesk	Erinevus ES/K_+50	Erinevus ES/K_kesk %
KL_3_EGP	ELTRIP	0,261	0,305	0,286	14%	9%
	RCM	0,40	0,39	0,34	-3%	-18%

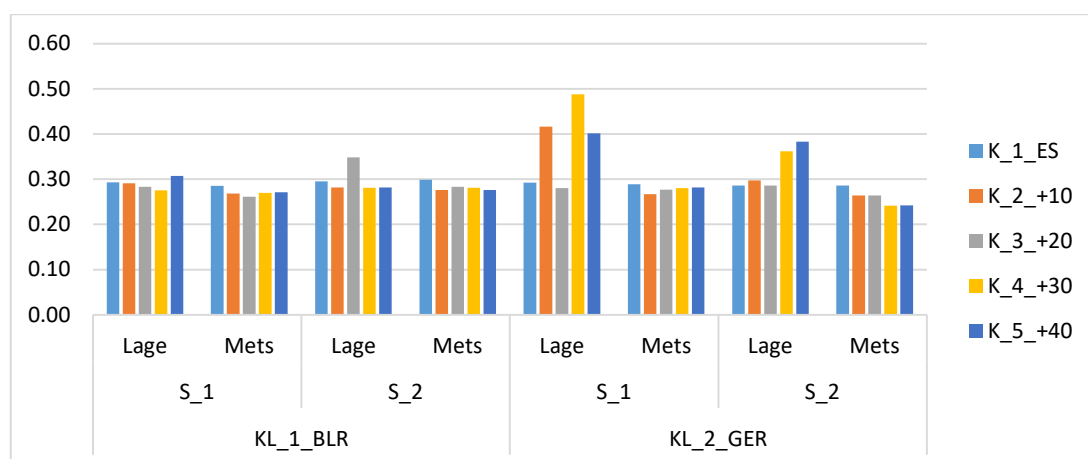
LISA 5-9. AS TEEDE TEHNOKESKUSE MÕÕTMISTE TULEMUSED

ELTRIP-seade

KLOR 3 katse (katse tingimused vt LISA 5-3)



KLOR 4 katse (katse tingimused vt LISA 5-4)

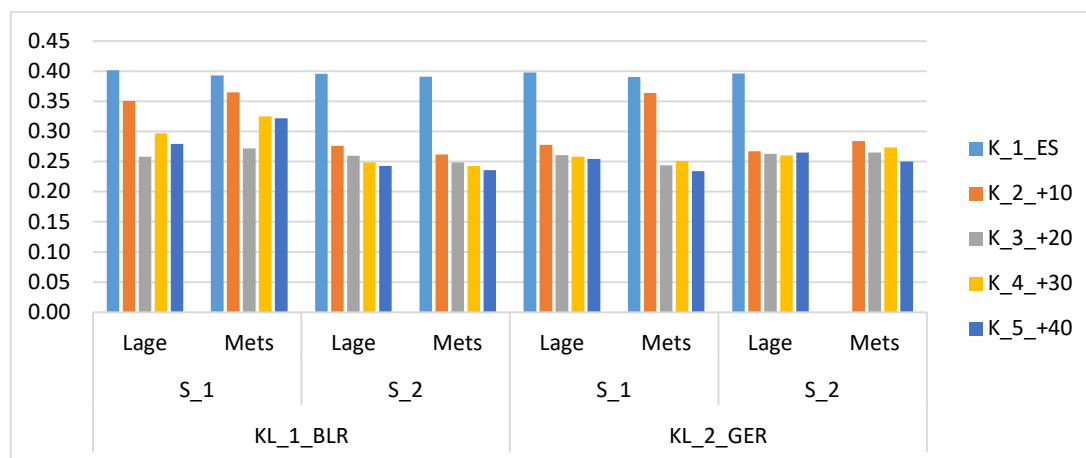


Kokkuvõtvalt haardetegur **K1** enne soolamist (ES) ja pärast soolamist

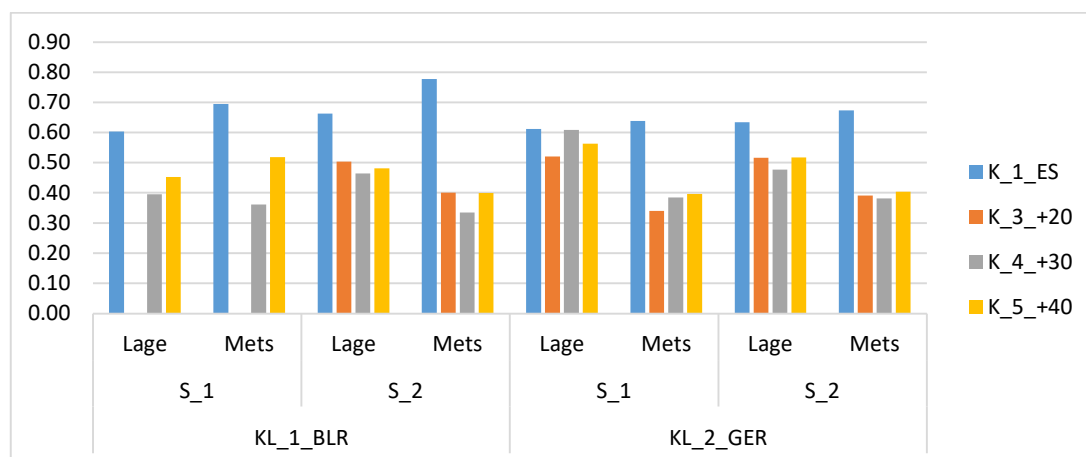
Katse	KL	Suund	K_1_ES	K_+40	K_kesk	Erinevus ES/K_+40%	Erinevus ES/K_kesk %
KLOR_3	KL_1_BLR	S_1	0,21	0,24	0,23	11%	7%
		S_2	0,20	0,23	0,24	15%	19%
		KL_1 KOKKU	0,20	0,24	0,24	13%	13%
	KL_2_GER	S_1	0,19	0,24	0,24	20%	20%
		S_2	0,17	0,24	0,23	27%	24%
		KL_2 KOKKU	0,18	0,24	0,24	24%	22%
KLOR_4	KL_1_BLR	S_1	0,29	0,29	0,28	0%	-3%
		S_2	0,30	0,28	0,29	-6%	-2%
		KL_1 KOKKU	0,29	0,28	0,29	-3%	-3%
	KL_2_GER	S_1	0,29	0,34	0,34	15%	15%
		S_2	0,29	0,31	0,29	8%	1%
		KL_2 KOKKU	0,29	0,33	0,32	12%	8%

RCM-seade

KLOR 3 katse (katse tingimused vt LISA 5-3)



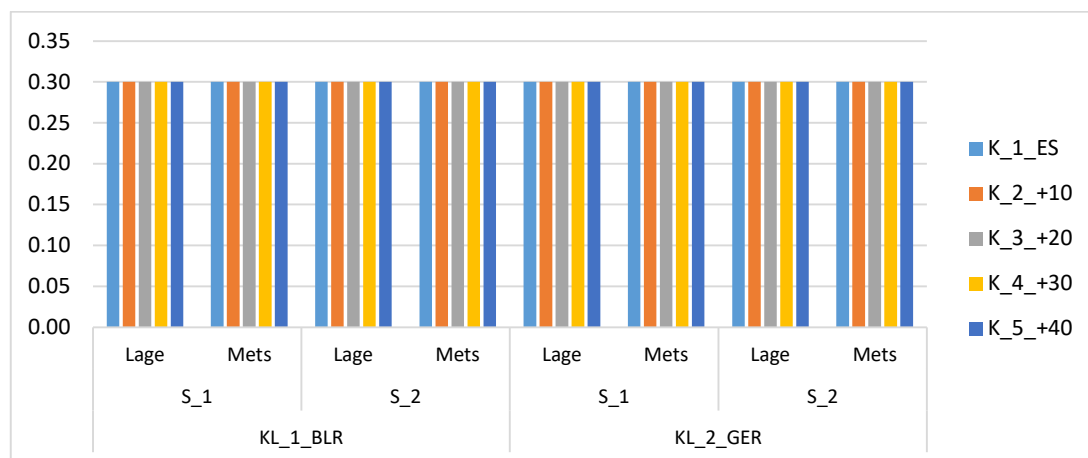
KLOR 4 katse (katse tingimused vt LISA 5-4)

Kokkuvõtvalt haardetegur **K1** enne soolamist (ES) ja pärast soolatamist

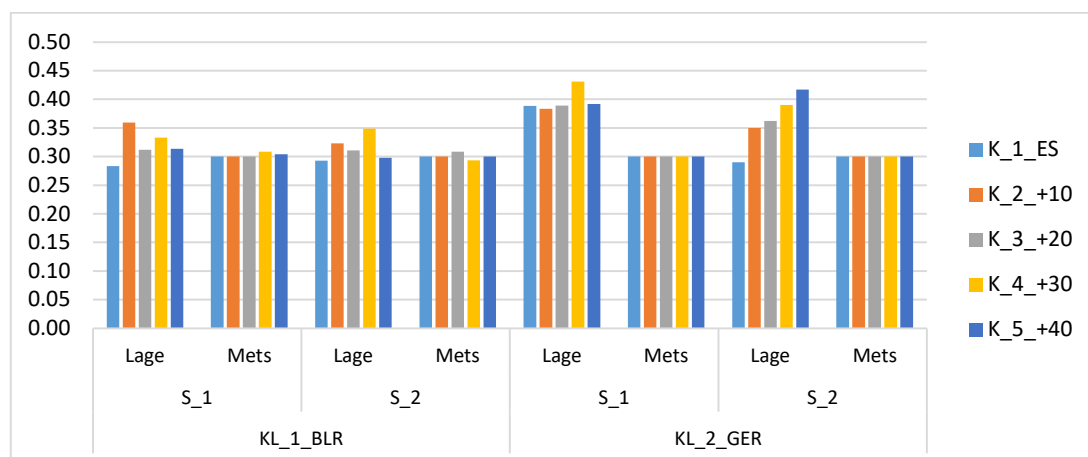
Katse	KL	Suund	K_1_ES	K_+40	K_kesk	Erinevus ES/K_+40%	Erinevus ES/K_kesk %
KLOR_3	KL_1_BLR	S_1	0,40	0,29	0,30	-38%	-33%
		S_2	0,39	0,24	0,25	-64%	-58%
		KL_1 KOKKU	0,40	0,26	0,28	-51%	-45%
	KL_2_GER	S_1	0,40	0,25	0,26	-58%	-53%
		S_2	0,40	0,26	0,26	-51%	-52%
		KL_2 KOKKU	0,40	0,26	0,26	-54%	-52%
KLOR_4	KL_1_BLR	S_1	0,63	0,47	0,43	-33%	-46%
		S_2	0,69	0,46	0,46	-50%	-50%
		KL_1 KOKKU	0,66	0,47	0,45	-42%	-48%
	KL_2_GER	S_1	0,35	0,53	0,53	34%	33%
		S_2	0,31	0,50	0,48	38%	36%
		KL_2 KOKKU	0,33	0,51	0,51	36%	35%

RoadCloud-seade

KLOR 3 katse (katse tingimused vt LISA 5-3)



KLOR 4 katse (katse tingimused vt LISA 5-4)

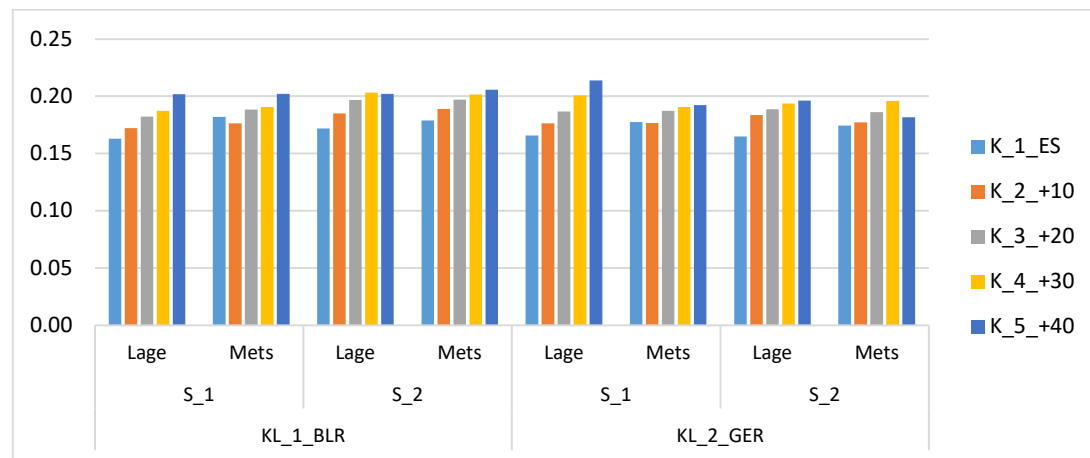


Kokkuvõtvalt haardetegur **K1** enne soolamist (ES) ja pärast soolatomist

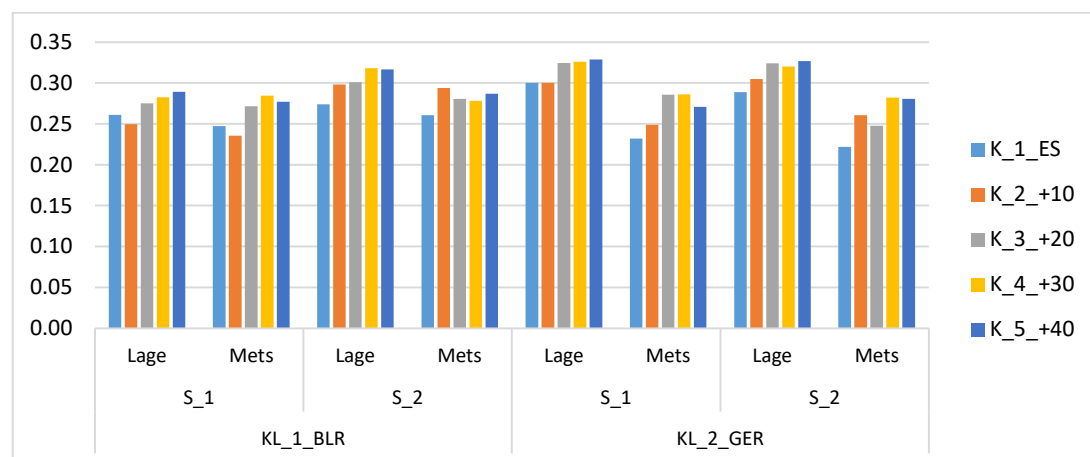
Katse	KL	Suund	K_1_ES	K_+40	K_kesk	Erinevus ES/K_+40%	Erinevus ES/K_kesk %
KLOR_3	KL_1_BLR	S_1	0,30	0,30	0,30	0%	0%
		S_2	0,30	0,30	0,30	0%	0%
		KL_1 KOKKU	0,30	0,30	0,30	-0%	-0%
	KL_2_GER	S_1	0,30	0,30	0,30	0%	0%
		S_2	0,30	0,30	0,30	0%	0%
		KL_2 KOKKU	0,30	0,30	0,30	-0%	-0%
KLOR_4	KL_1_BLR	S_1	0,29	0,31	0,32	8%	10%
		S_2	0,29	0,30	0,32	1%	8%
		KL_1 KOKKU	0,29	0,30	0,32	4%	9%
	KL_2_GER	S_1	0,37	0,38	0,38	1%	1%
		S_2	0,29	0,40	0,37	26%	21%
		KL_2 KOKKU	0,33	0,39	0,38	13%	11%

Viafriction-seade

KLOR 3 katse (katse tingimused vt LISA 5-3)

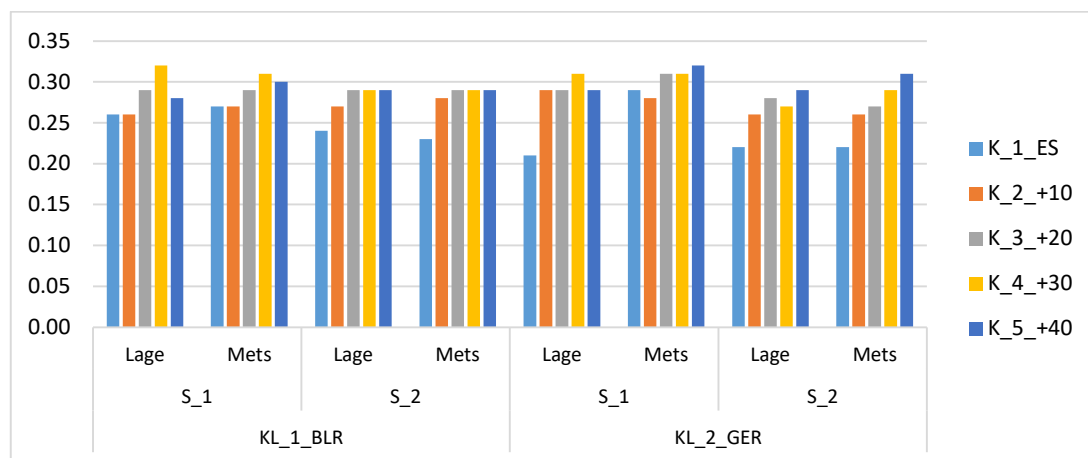
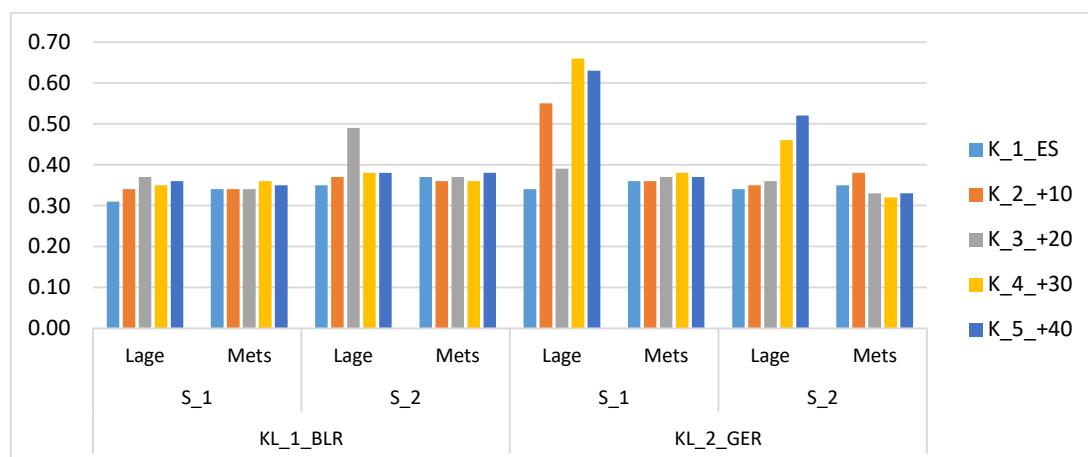


KLOR 4 katse (katse tingimused vt LISA 5-4)



Kokkuvõtvalt haardetegur **K1** enne soolamist (ES) ja pärast soolatamist

Katse	KL	Suund	K_1_ES	K_+40	K_kesk	Erinevus ES/K_+40%	Erinevus ES/K_kesk %
KLOR_3	KL_1_BLR	S_1	0,17	0,20	0,19	17%	12%
		S_2	0,17	0,20	0,20	15%	13%
		KL_1 KOKKU	0,17	0,20	0,20	16%	13%
	KL_2_GER	S_1	0,17	0,21	0,19	20%	12%
		S_2	0,17	0,19	0,19	11%	9%
		KL_2 KOKKU	0,17	0,20	0,19	15%	10%
KLOR_4	KL_1_BLR	S_1	0,26	0,29	0,27	10%	5%
		S_2	0,27	0,31	0,30	13%	10%
		KL_1 KOKKU	0,26	0,30	0,29	11%	7%
	KL_2_GER	S_1	0,29	0,32	0,31	10%	7%
		S_2	0,28	0,32	0,31	13%	10%
		KL_2 KOKKU	0,28	0,32	0,31	11%	9%

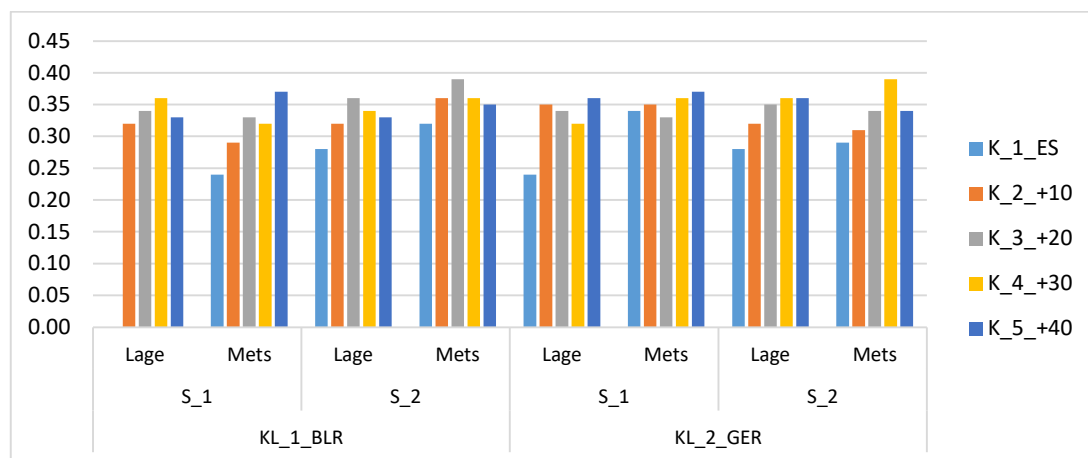
μTEK-seade**KLOR 3 katse (katse tingimused vt LISA 5-3)****KLOR 4 katse (katse tingimused vt LISA 5-4)**

Kokkuvõtvalt haardetegur **K1** enne soolamist (ES) ja pärast soolatamist

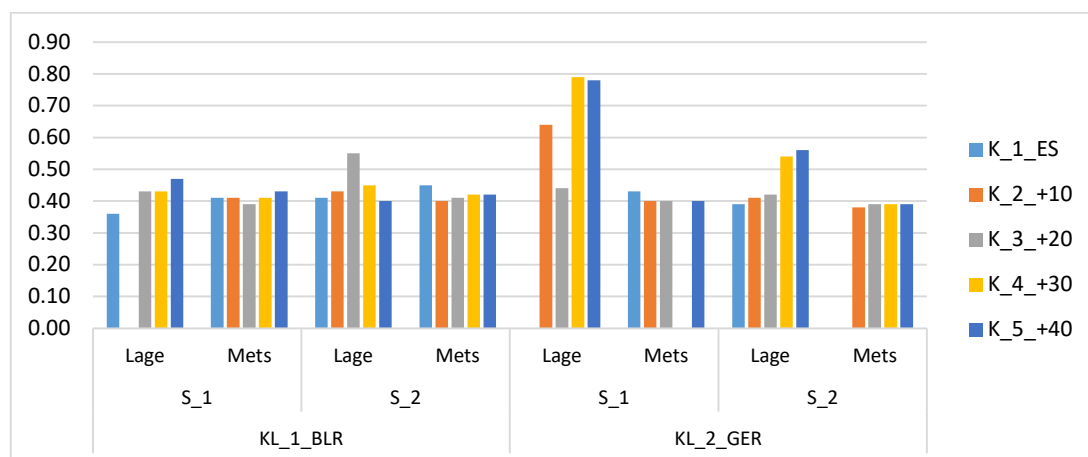
Katse	KL	Suund	K_1_ES	K_+40	K_kesk	Erinevus ES/K_+40%	Erinevus ES/K_kesk %
KLOR_3	KL_1_BLR	S_1	0,27	0,29	0,29	9%	9%
		S_2	0,24	0,29	0,29	19%	19%
		KL_1 KOKKU	0,25	0,29	0,29	14%	14%
	KL_2_GER	S_1	0,25	0,31	0,30	18%	17%
		S_2	0,22	0,30	0,28	27%	21%
		KL_2 KOKKU	0,24	0,30	0,29	22%	19%
KLOR_4	KL_1_BLR	S_1	0,33	0,36	0,35	8%	7%
		S_2	0,36	0,38	0,39	5%	8%
		KL_1 KOKKU	0,34	0,37	0,37	7%	7%
	KL_2_GER	S_1	0,35	0,50	0,46	30%	24%
		S_2	0,35	0,43	0,38	19%	9%
		KL_2 KOKKU	0,35	0,46	0,42	24%	17%

µSmart-seade

KLOR 3 katse (katse tingimused vt LISA 5-3)



KLOR 4 katse (katse tingimused vt LISA 5-4)



Kokkuvõtvalt haardetegur **K1** enne soolamist (ES) ja pärast soolatamist

Katse	KL	Suund	K_1_ES	K_+40	K_kesk	Erinevus ES/K_+40%	Erinevus ES/K_kesk %
KLOR_3	KL_1_BLR	S_1	0,24	0,35	0,33	46%	38%
		S_2	0,30	0,34	0,35	13%	17%
		KL_1 KOKKU	0,28	0,35	0,34	25%	21%
	KL_2_GER	S_1	0,29	0,37	0,35	28%	21%
		S_2	0,29	0,35	0,35	21%	21%
		KL_2 KOKKU	0,29	0,36	0,35	24%	21%
KLOR_4	KL_1_BLR	S_1	0,39	0,45	0,42	15%	8%
		S_2	0,43	0,41	0,44	-5%	2%
		KL_1 KOKKU	0,41	0,43	0,43	5%	5%
	KL_2_GER	S_1	0,43	0,59	0,58	37%	35%
		S_2	0,39	0,48	0,44	23%	13%
		KL_2 KOKKU	0,41	0,53	0,49	29%	20%

