

Teekattemärgistuse valgustpeegelduvuse mobiilne mõõtmine riigi põhi- ja kõrvalmaanteedel

2021



Teekatemärgistuse valguspeegelduvuse mobiilne mõõtmine riigi põhi- ja kõrvalmaanteedel

Tellijä	Transpordiamet
Tellijä esindaja ja kontaktandmed	Andrus Prück andrus.prykk@transpordiamet.ee Valge 4 11413 Tallinn Tel. 5067186
Lepingu nr	Töövõtuleping nr 3.2-4/21/1506-1
Aruande kuupäev	14. september 2021
Aruande nr	ERC/27/2021
Märksõnad	Valguspeegelduvus, teekatemärgistus, teemärgised, liiklusohutus, RetroTek-D™
Keywords	Reflectivity, road markings, road markers, traffic safety, RetroTek-D™
Töös osalesid	Tiit Kaal konsultant, ERC Konsultatsiooni OÜ Toomas Kaal spetsialist, ERC Konsultatsiooni OÜ Joe Turley CEO, Reflective Measurement Systems Ltd. Fiachra Kenny Applications Engineer, Reflective Measurement Systems Ltd. Michael Brogan Software Development Engineer, Reflective Measurement Systems Ltd. Luule Kaal konsultant, ERC Konsultatsiooni OÜ

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

SISUKORD

1. Sissejuhatus	3
2. Mõõteseade RetroTek-D™	4
3. Kokkuvõtte mõõtmistulemustest	6
4. Mõõtmistulemuste võrdlus	14
5. Soovitused ja ettepanekud	17
Lisa 1. Töö tehniline kirjeldus	18
Lisa 2. Mõõteseadme valideerimise aruanne.....	20

1. SISSEJUHATUS

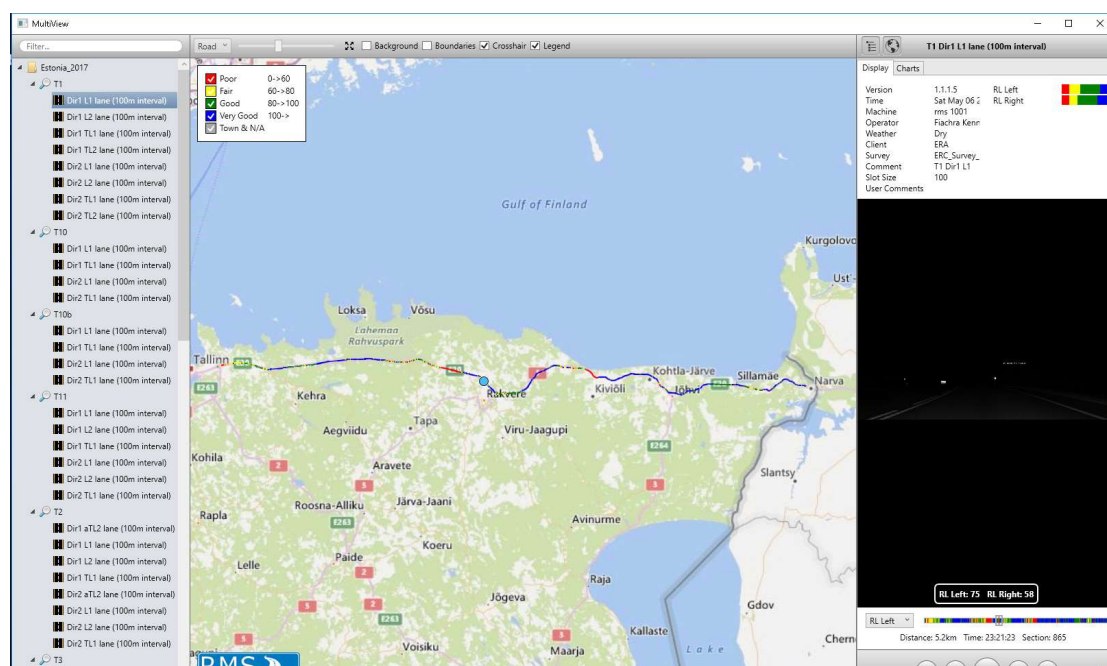
Transpordiameti tellimusel teostas ERC Konsultatsiooni OÜ koostöös firmaga Reflective Measurement Systems Ltd. riigi põhi- ja osade kõrvalmaanteede teekatemärgistuse valguspeegelduvuse R_L mobiilse mõõtmise. Töö tehniline kirjeldus on toodud aruande lisas 1.

Mõõtmistööde teostamiseks kasutati mõõteseadet RetroTek-D™ ja mõõtmiste käigus registreeriti järgmised andmed:

- Mõõtmise aeg;
- Mõõtmiskoha GPS koordinaadid;
- Valguspeegeldavus R_L [$\text{mcd}/\text{m}^2/\text{lx}$]
- Temperatuur;
- Õhuniiskus;
- Mõõtmiskiirus;
- Mõõtmisest video.

Teekatemärgistuse valguspeegelduvuse mõõtmine hõlmas kõiki riigi põhimaanteid ja osasid kõrvalmaanteid.

Mõõtmistulemused on esitatud Transpordiametile exceli failidena eraldi iga maantee iga mõõdetud sõiduraja kohta. Lisaks on esitatud mõõtmiste käigus tehtud teevideod (eraldi põhiraja kummagi suuna kohta). Transpordiametile on antud ligipääs QuickViewPro süsteemile (joonis 1.1), kus on võimalik GIS-põhiselt vaadata kõiki teekatte valguspeegelduvuse mõõtmistulemusi ja mõõtmiste ajal tehtud videoid.



Joonis 1.1. QuickViewPro süsteem teekatte valguspeegelduvuse mõõtmistulemuste vaatamiseks

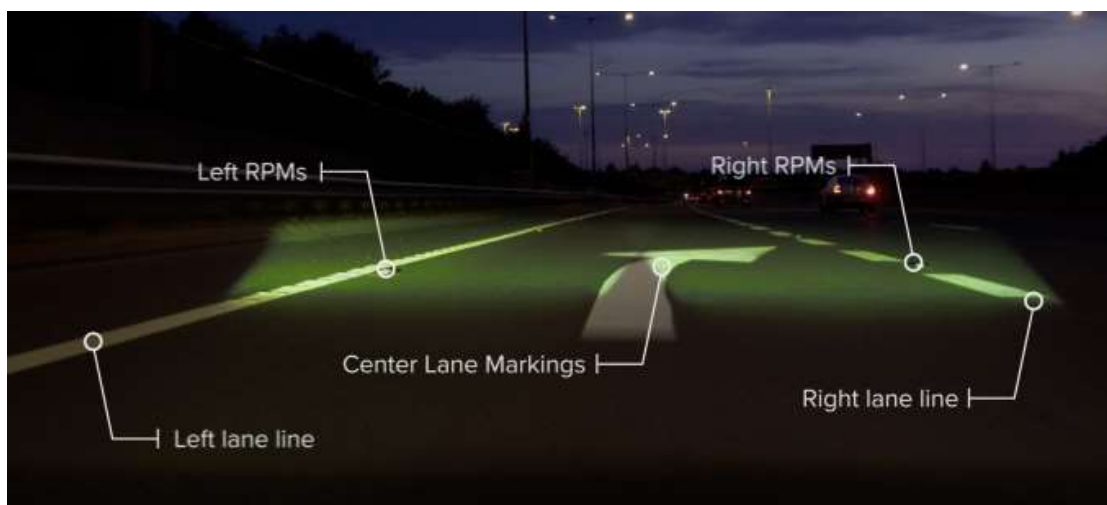
2. MÕÕTESEADE RETROTEK-D™

Käesolevas pilootprojektis kasutati teekattemärgistuse valguspeegelduvuse mõõtmiseks firma Reflective Measurement Systems Ltd. mõõteseadet RetroTek-D™. RetroTek-D™ mõõteseadmes kasutatav tehnoloogia esindab järgmise põlvkonna tavasõidukiirusel liikuvate mobiilsete valgupeegelduvuse mõõtmise seadmeid.



Joonis 2.1. Mõõtesõidukile paigaldatud RetroTek-D™

RetroTek-D™ mõõteseadmes kasutatav tehnoloogia võimaldab teostada mõõtmist terve sõiduraja laiuses tavasõidukiirustel. Kogutavate andmete hulka kuulub teemärgistuste (jooned, sümbolid, nooled jne) retroreflektiivsus, ehk valguspeegelduvus ning teemärgistuste olemasolu ja selle puudumine. Tehnoloogia eripärased seisneb selles, et mõõdistamist on võimalik teostada korraga ühe sõiduraja terve laiuse ulatuses, mõõtes korraga kuni viite erinevat teemärgistust (joonis 2.2). Ehk, samaaegselt suudab mõõteseadmes kasutatav tehnoloogia tuvastada ühe sõiduraja parem- ja vasakpoolsed äärejoone(d), tee keskel olevad märgistused (nooded vmt) ning ka teekattesse paigaldatud markerid (RPM).



Joonis 2.2. RetroTek-D™ mõõteseadme poolt mõõdetavad erinevad teekattemärgistused

Andmetöötluse käigus genereeritakse igale teemärgistusele individuaalne mõõtmistulemus. RetroTek-D™ tehnoloogia plussiks on veel see, et riistvara on lihtne kalibreerida ja kasutada, piisab põhimõtteliselt ühest inimesest, kes samal ajal nii sõidab kui ka kasutab mõõtesüsteemi. Tehnoloogia kasutamiseks piisab liiklusreeglite järgimisest, sõidukiirus ei pea erinema teiste liiklejate omast. Mõõtmisseadet on turvaline kasutada liikluses, kuna see on paigaldatud otse auto ette, mitte kõrvale, kus see võiks häirida kaasliiklejaid. Maksimaalne laius, mida mõõteseade suudab sõidurajal paiknevate märgistuste mõõdistamiseks korraga hallata on 4,9 m. RetroTek-D™ seadmega saab mõõtmisi teha nii päeval kui ka öösel.

RetroTek-D™ mõõtesüsteemis kasutatav tehnoloogia vastab standardite EVS-EN 1436 (Teekattemärgised. Eksploatasioonimadused teede kasutajatele) ning ASTM E-1710 (Standard Test Method for Measurement of Retroreflective Pavement Marking Materials with CEN-Prescribed Geometry Using a Portable Retroreflectometer) nõuetele.

Mõõteseadet RetroTek-D™ on hinnanud sõltumatu asutus StrausZert, väljastades sellele sertifikaadi No. 0913-2020-02. Sertifikaat tõendab RetroTek- D™ mobiilse retroreflektomeetri sobivust teekatte märgistuse valguspeegelduvuse mõõtmiseks nagu on märgitud katsesertifikaadis.

Lisaks teekattemärgistuse valguspeegelduvusele saab seadmega mõõta veel valgete või kollaste joonte laiust, nii katkend- kui pidevjoonte puhul. Mõõtmisandmeid kogudes salvestab süsteem kuupäeva, algus- ja lõpp-kellaajad, mõõtmise vahemaa, sõidukiiruse, tee nime/numbri, mõõdistamise tulemused, temperatuuri ning õhuniiskuse. RetroTek- D™ salvestab mõõtmise ajal ka video, mis on seotud GPS koordinaatidega.

RetroTek-D™ seadme mõõtmistäpsus ei sõltu sõidukiirusest, mõõteseade mõõdab valguspeegelduvust täpsusega +/- 5% ja mõõtmistulemuste korratavus on tüüpiliselt vahemikus +/- 3%.

Pärast mõõteseadme RetroTek-D™ sõidukile paigaldamist ja kalibreerimist ning enne reaalse mõõtmistega alustamist on seadme töökorras olekut kontrollitud vastava valideerimisprotseduuriga. Vastav aruanne on toodud antud aruande lisa 2.

3. KOKKUVÕTE MÕÕTMISTULEMUSTEST

Detailed teekattemärgistuse valguspeegelduvuse mõõtmistulemused on toodud elektrooniliselt üle antud Exceli failides, kus iga põhimaantee ja kõrvalmaantee iga mõõdetud sõiduraja kohta on toodud järgmised andmed:

- Road no – maantee number
- CW – sõidutee number
- SEC – teeosa number
- Direction – mõõtmise suund, DIR_1 teeregistri järgne suund või DIR_2 teeregistrile vastupidine suund
- Lane – mõõdetud sõiduraja kood, L1 maantee põhisõidurada (välimine) või L2 maantee teine põhisõidurada (sisemine)
- Start_Distance – 100m teelõigu alguse kaugus teeosa algusest (m)
- End_Distance – 100m teelõigu lõpu kaugus teeosa algusest (m)
- Start_Km – 100m teelõigu alguse kaugus tee algusest (km)
- End_Km – 100m teelõigu lõpu kaugus tee algusest (km)
- Length – teelõigu pikkus (m)
- Date – mõõtmise kuupäev
- Time – mõõtmise kellaaeg
- Weather – ilmaolud mõõtmise ajal (Dry – kuiv)
- RL_left – sõiduraja vasaku äärejoone teekattemärgistuse valguspeegelduvus
- RL_right – sõiduraja parema äärejoone teekattemärgistuse valguspeegelduvus
- Temperature – temperatuur mõõtmise ajal (C°)
- Humidity – õhuniiskuse mõõtmise ajal (%)
- Speed – sõidukiirus mõõtmise ajal (km/h)
- Device – kasutatud mõõteseadme tunnus (RMS 3051)
- Remarks – mõõtmise ajal registreeritud märkused
- GPS Latitude Start – 100m teelõigu alguse laiuskraad
- GPS Longitude Start – 100m teelõigu alguse pikkuskraad
- GPS Latitude End – 100m teelõigu lõpu laiuskraad
- GPS Longitude End – 100m teelõigu lõpu pikkuskraad

Lühikokkuvõtte mõõtmistulemustest on toodud järgnevates aruande peatükkides.

3.1. Põhimaanteed

Käesoleva projekti raames mõõdeti teekattemärgistuse valguspeegelduvust kõigil riigi põhimaanteedel. Mõõtmised teostati sõiduradade kaupa ja kokkuvõtte mõõtmismahtudest on toodud tabelis 3.1. Tabelis toodud andmete selgituseks:

- DIR_1 – maantee teeregistri järgne suund
- DIR_2 – maantee teeregistrile suunale vastupidine suund
- L1 – maantee põhisõidurada (välimine)
- L2 – maantee teine põhisõidurada (sisemine)

Tabel 3.1. Teekattermärgistuse valguspeegelduvuse mõõtmismahud põhimaanteedel (m)

Maantee nr ja nimi	DIR_1			DIR_2			Kõik kokku
	L1	L2	Kokku	L1	L2	Kokku	
1 Tallinn-Narva	199936	88082	288018	199936	88072	288008	576026
2 Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	278855	73189	352044	278855	71434	350289	702333
3 Jõhvi-Tartu-Valga	209834	593	210427	209834	593	210427	420854
4 Tallinn-Pärnu-Ikla	179181	24992	204173	179181	26474	205655	409828
5 Pärnu-Rakvere-Sõmeru	182928	1813	184741	182928	1400	184328	369069
6 Valga-Uulu	123375		123375	123375		123375	246750
7 Riia-Pihkva	21353		21353	21353		21353	42706
8 Tallinn-Paldiski	35844		35844	35844		35844	71688
9 Ääsmäe-Haapsalu-Rohuküla	77315		77315	76278		76278	153593
10 Risti-Virtsu-Kuivastu-Kuressaare	140927		140927	140927		140927	281854
11 Tallinna ringtee	38143	29551	67694	37496	28904	66400	134094
92 Tartu-Viljandi-Kilingi-Nõmme	117725		117725	117725		117725	235450
Kõik kokku	1605416	218220	1823636	1603732	216877	1820609	3644245

Kokku mõõdeti riigi põhimaanteedel erinevatel sõiduradadel teekattermärgistuse valguspeegelduvust 3644,2 km. Sellest 3209,2 km mõõdeti sõidurajal L1 (välimine põhisõidurada ja 435,1 km mõõdeti sõidurajal L2 (sisemine põhisõidurada).

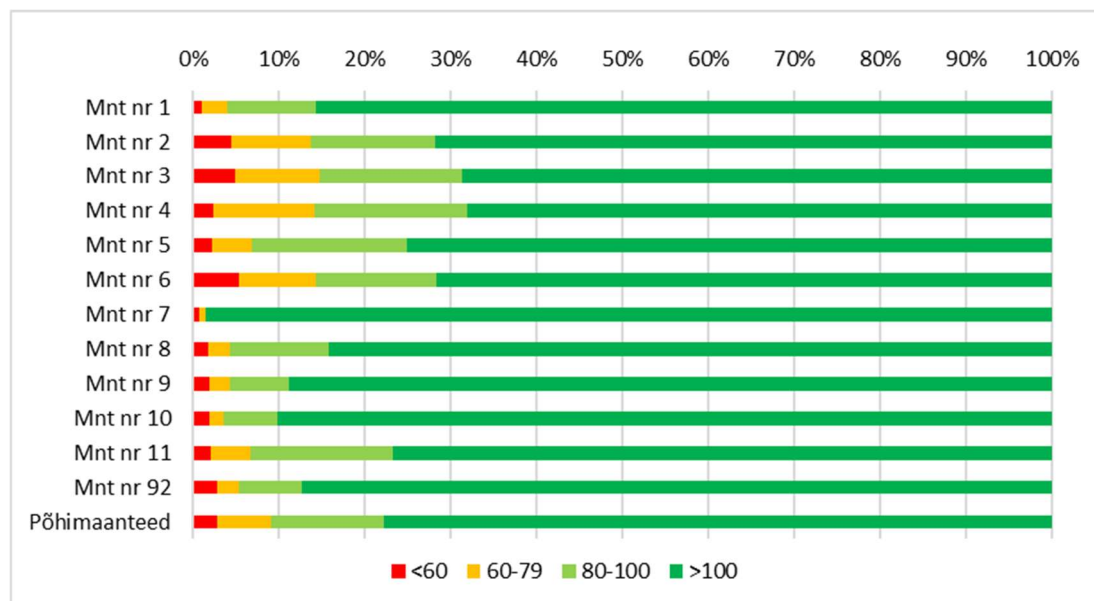
Teekattermärgistuse valguspeegelduvuse mõõtmiste teostamise ajal oli mitmeid teelõike, mis olid kas remondis või kus oli teekattermärgistus eemaldatud (enne uut märgistust). Neid teelõike ei ole järgnevatel graafikutel toodud andmetes arvestatud. Tabelis 3.2 on toodud kokkuvõtte nimetatud teelõikude mahtudest maanteede kaupa.

Tabel 3.2. Teekattermärgistuse valguspeegelduvuse mõõtmiste ajal remondis olnud teelõikude mahud

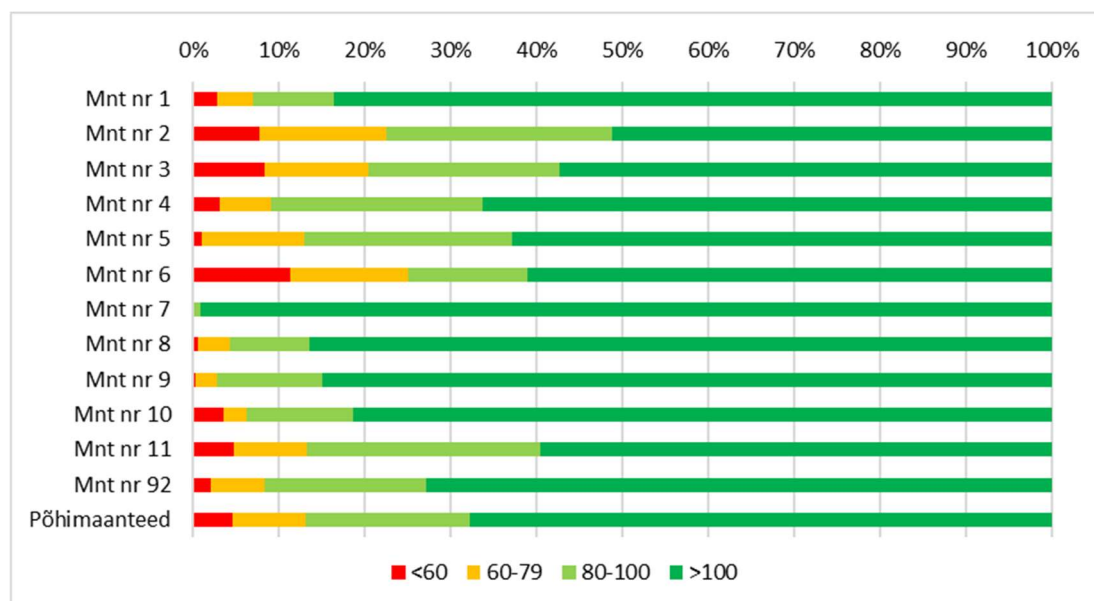
Maantee nr	Telgjoon eemaldatud		Kõik jooned eemaldatud		Remonditööd		Kõik kokku
	DIR_1	DIR_2	DIR_1	DIR_2	DIR_1	DIR_2	
Mnt nr 1					5049		9842
Mnt nr 2			6700	6800	28103	15336	56939
Mnt nr 3			30696	30317	24741	24723	110477
Mnt nr 5	4400	4400			3726		12526
Mnt nr 6					10870	10812	21682
Mnt nr 10			6051	5966			12017
Mnt nr 11					1894	1120	3014
Mnt nr 92			3492	3594			7086
Kõik kokku	4400	4400	46939	46677	71276	56784	233583

Põhimaanteede teekattemärgistuse valguspeegelduvuse mõõtmistulemuste jagunemine seisukorralklassidesse on toodud järgmistel joonistel. Mõõtmistulemuste jagamisel seisukorralklassidesse on kasutatud järgmist jaotust:

- Väga hea – $R_L > 100$ [mcd/m²/lx]
- Hea – $R_L = 80 - 100$ [mcd/m²/lx]
- Rahuldav – $R_L = 60 - 80$ [mcd/m²/lx]
- Halb – $R_L < 60$ [mcd/m²/lx]

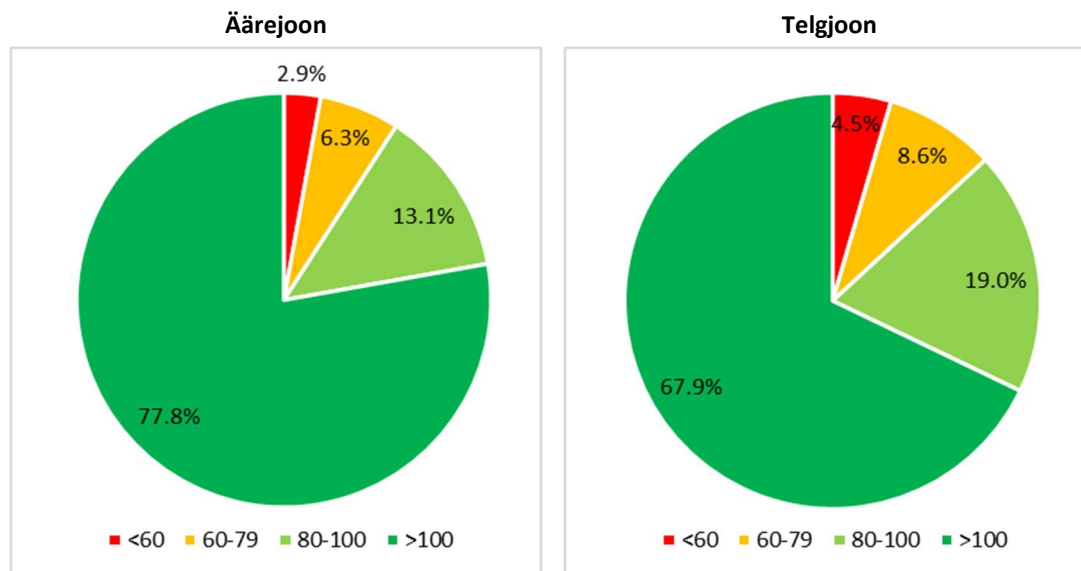


Joonis 3.1. Põhimaanteede **äärejoonte** teekattemärgistuse valguspeegelduvuse mõõtmistulemuste jagunemine seisukorra klassidesse



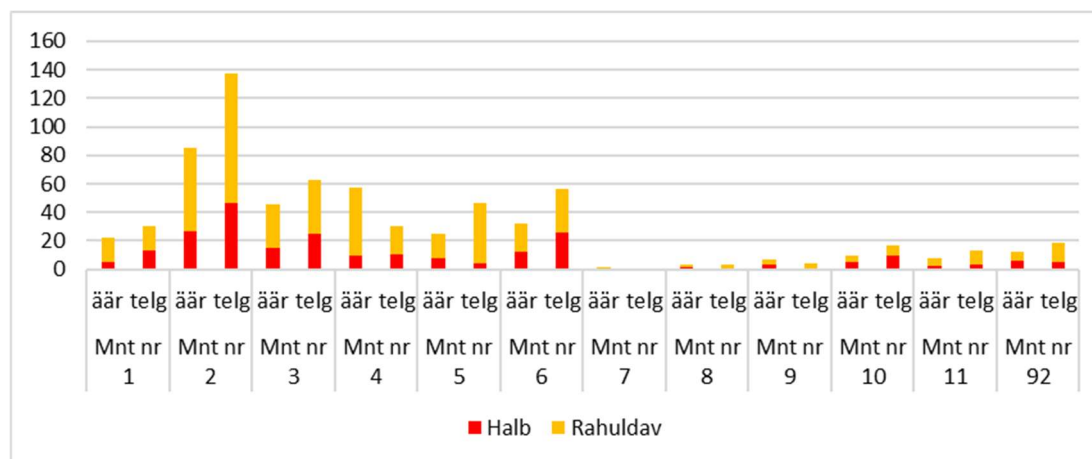
Joonis 3.2. Põhimaanteede **telgjoonte** teekattemärgistuse valguspeegelduvuse mõõtmistulemuste jagunemine seisukorra klassidesse

Kokkuvõttes vajab põhimaanteede äärejoonte teekattemärgistuse kogupikkusest kohest uuendamist (R_L väärtus alla 60 [mcd/m²/lx]) 2,9% (ca 97,7 km) ja telgjoonte kogupikkusest 4,5% (ca 154,7 km). Samas on suhteliselt madala R_L väärtusega (R_L väärtus vahemikus 60-80 [mcd/m²/lx]) veel vastavalt 6,3% (213,7 km) ja 8,6% (293,0 km) põhimaanteedest (joonis 3.3).



Joonis 3.3. Põhimaanteede teekattemärgistuse valguspeegelduvuse mõõtmistulemuste seisukorra klassidesse jagunemise koond

Halvas ja rahuldavas seisukorras oleva teekattemärgistuse mahud erinevad maanteede kaupa üsna oluliselt (joonis 3.4). Suhteliselt palju esineb selliseid teelõike maanteel nr 2.



Joonis 3.4. Põhimaanteedel halvas ja rahuldavas seisukorras oleva teekattemärgistuse mahud (km)

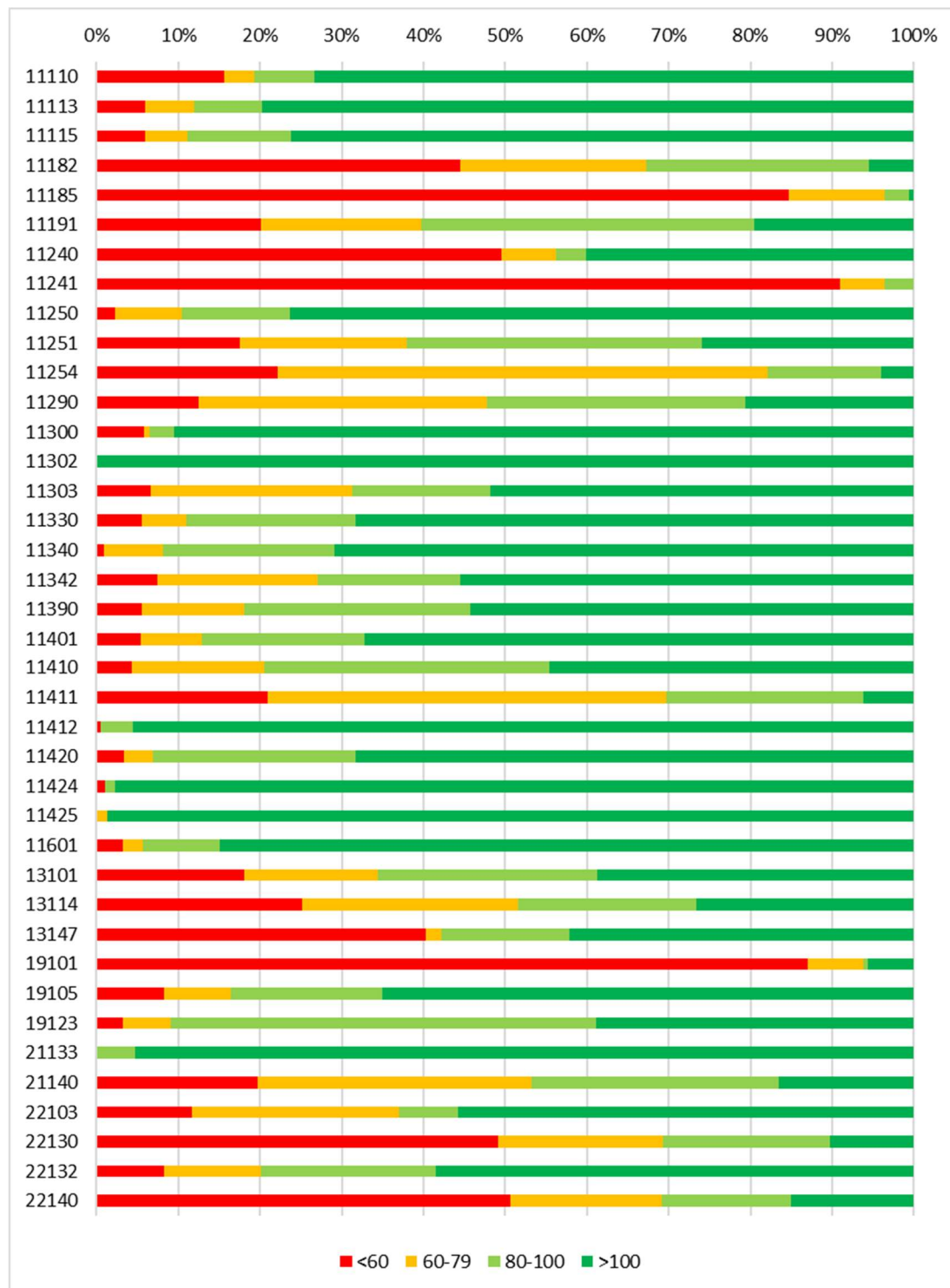
3.2. Kõrvalmaanteed

Käesoleva projekti raames mõõdeti teekatemärgistuse valguspeegelduvust osadel riigi kõrvalmaanteedel. Kokku teostati valguspeegelduvuse mõõtmised 39-l kõrvalmaanteel kogupikkusega 304,3 km, mis ületab tellitud mahtu 18,3 km võrra. Mõõtmised teostati sõiduradade kaupa ja kokkuvõtte mõõtmismahtudest on toodud tabelis 3.3.

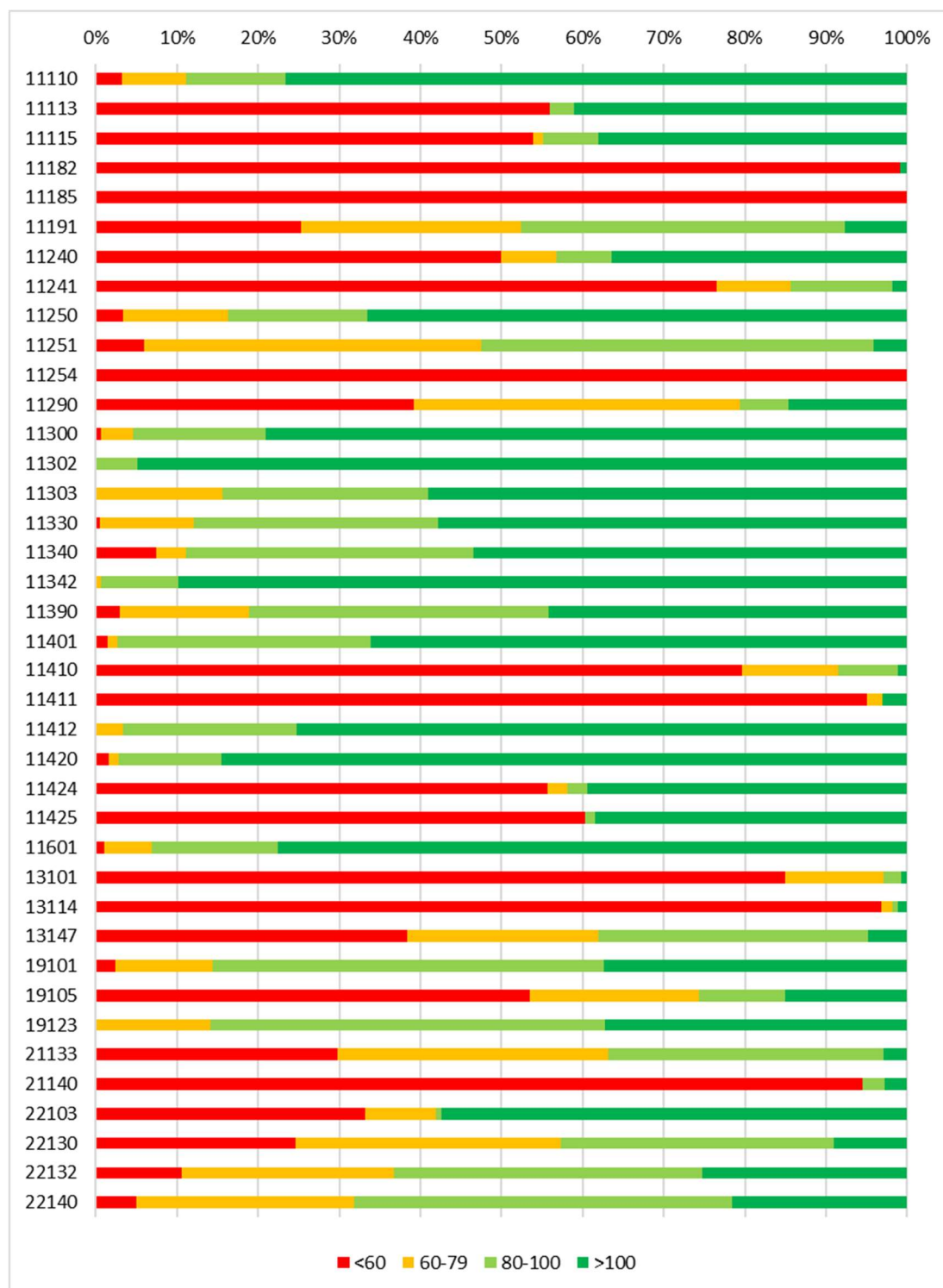
Tabel 3.3. Teekatemärgistuse valguspeegelduvuse mõõtmismahud kõrvalmaanteedel (m)

Mnt nr	Maantee nimi	DIR_1			DIR_2			Kõik kokku
		L1	L2	Kokku	L1	L2	Kokku	
11110	Nehatu-Loo-Lagedi	4047		4047	4047		4047	8094
11113	Assaku-Jüri	5050		5050	5050		5050	10100
11115	Kurna-Tuhala	20837		20837	20837		20837	41674
11182	Järvekald tee	915		915	915		915	1830
11185	Hüüru-Alliku-Saue	6826		6826	6826		6826	13652
11191	Harku-Rannamõisa	5884		5884	5884		5884	11768
11240	Tõdva-Hageri	9478		9478	9478		9478	18956
11241	Kasemetsa-Kiisa	2773		2773	2773		2773	5546
11250	Viimsi-Randvere	9099	820	9919	9099	820	9919	19838
11251	Viimsi-Rohuneeme	7335		7335	7335		7335	14670
11254	Muuga tee	2505		2505	2505		2505	5010
11290	Tallinn-Lagedi	4112		4112	4112		4112	8224
11300	Lagedi-Aruküla-Peningi	16371		16371	16371		16371	32742
11302	Lagedi-Kostivere	1580		1580	1580		1580	3160
11303	Jüri-Aruküla	8300		8300	8300		8300	16600
11330	Järveküla-Jüri	9081		9081	9081		9081	18162
11340	Tallinn-Saku	8687		8687	8687		8687	17374
11342	Saku-Tõdva	7378		7378	7378		7378	14756
11390	Tallinn-Rannamõisa-Kloogaranna	34147	2012	36159	34147	2012	36159	72318
11401	Laagri-Harku	4019		4019	4019		4019	8038
11410	Kiia-Vääna-Viti	13579		13579	13579		13579	27158
11411	Vääna-Keila-Joa	6444		6444	6444		6444	12888
11412	Liikva-Rannamõisa	5151		5151	5151		5151	10302
11420	Saku-Laagri	8640		8640	8640		8640	17280
11424	Jälgimäe tee	3994		3994	3994		3994	7988
11425	Kanama-Saku	3900		3900	3900		3900	7800
11601	Loo-Loovälja	7042		7042	7042		7042	14084
13101	Jõhvi-Ereda	9234		9234	9234		9234	18468
13114	Kalma-Mustvee	7372		7372	7372		7372	14744
13147	Peeterristi-Kudruküla	5116		5116	5116		5116	10232
19101	Audru-Tõstamaa-Nurmsi	8819		8819	8819		8819	17638
19105	Audru tee	4316		4316	4316		4316	8632
19123	Nurme-Papsaare	7795		7795	7795		7795	15590
21133	Kuressaare-Püha-Masa	13827		13827	13827		13827	27654
21140	Kuressaare-Sikassaare	1815		1815	1815		1815	3630
22103	Tartu-Ilmatsalu-Rõhu	6920		6920	6920		6920	13840
22130	Tartu-Ülenurme	2942		2942	2942		2942	5884
22132	Ülenurme-Külitse	6318		6318	6318		6318	12636
22140	Tõrvandi-Roiu-Uniküla	9865		9865	9865		9865	19730
Kõik kokku		301513	2832	304345	301513	2832	304345	608690

Kõrvalmaanteede teekattemärgistuse valguspeegelduvuse mõõtmistulemuste jagunemine seisukorralklassidesse on toodud järgmistel joonistel. Mõõtmistulemuste jagamisel seisukorralklassidesse on kasutatud sama jaotust nagu põhimaanteedel. Mõõtmiste teostamise ajal oli 6,0 km teeremont, neid teelõike ei ole toodud analüüsis arvestatud

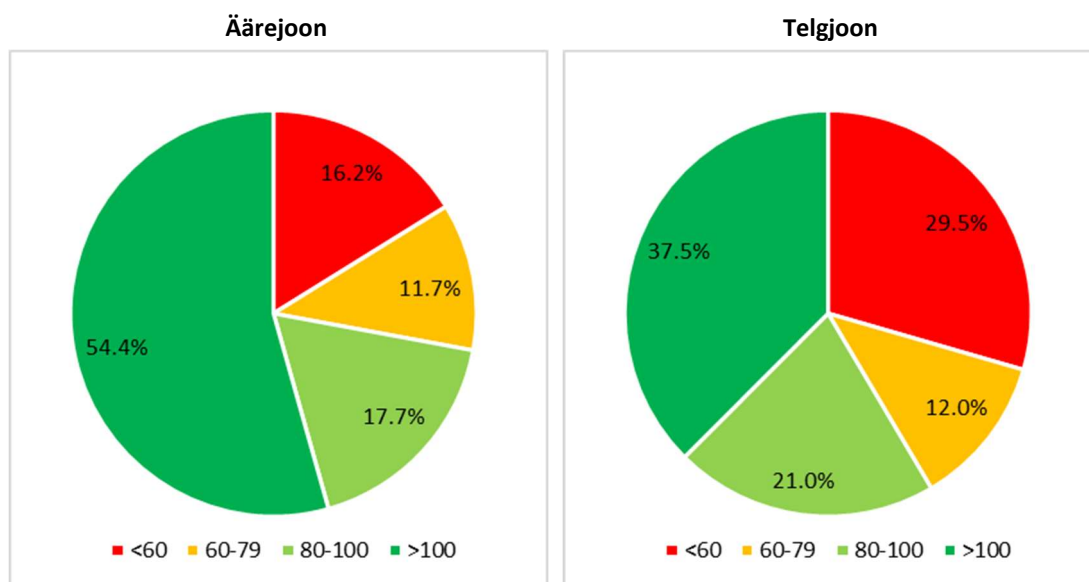


Joonis 3.5. Kõrvalmaanteede **äärejoonte** teekattemärgistuse valguspeegelduvuse mõõtmistulemuste jagunemine seisukorra klassidesse



Joonis 3.6. Kõrvalmaanteede telgjoonte teekattemärgistuse valguspeegelduvuse mõõtmistulemuste jagunemine seisukorra klassidesse

Kokkuvõttes vajab kõrvalmaanteede äärejoonte teekattemärgistuse kogupikkusest kohest uuendamist (R_L väärtus alla 60 [mcd/m²/lx]) 16,2% (ca 96,4 km) ja telgjoonte kogupikkusest 29,5% (ca 175,8 km). Samas on suhteliselt madala R_L väärtusega (R_L väärtus vahemikus 60-80 [mcd/m²/lx]) veel vastavalt 11,7% (70,0 km) ja 12,0% (71,8 km) kõrvalmaanteedest (joonis 3.7).



Joonis 3.7. Kõrvalmaanteede teekattemärgistuse valguspegelduvuse mõõtmistulemuste seisukorra klassidesse jagunemise koond

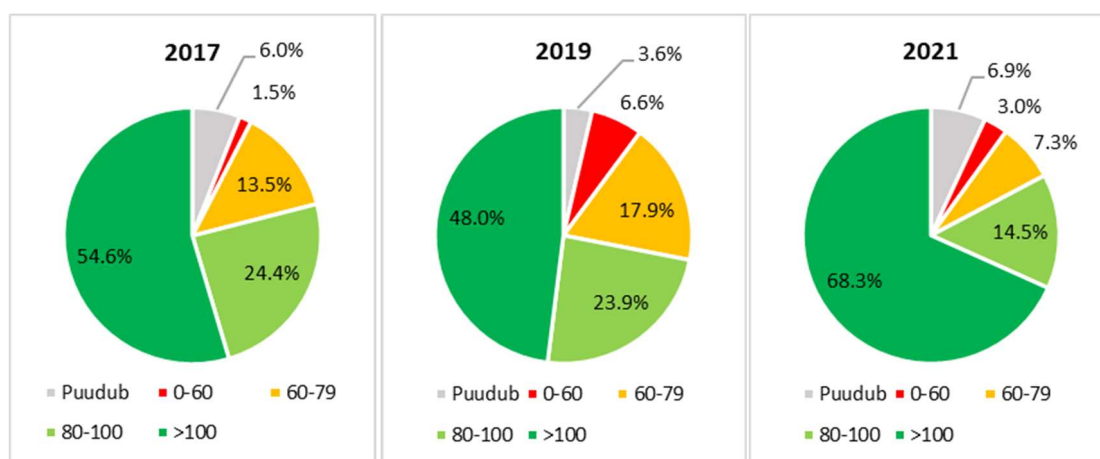
4. MÕÕTMISTULEMUSTE VÕRDLUS

Vastavalt töö tehnilisele kirjeldusele on 2021 aastal põhi- ja kõrvalmaanteedel mõõdetud teekatemärgistuse valguspeegelduvuse tulemusi võrreldud varasemate aastate mõõtmistulemustega. Võrdluses on kasutatud nii 2019 kui ka 2017 aastal tehtud mõõtmiste tulemusi. Kuna 2019 aasta mõõtmistulemustes ei olnud toodud andmeid võimalike remonditööde vmt olukordade kohta, siis on erinevate aastate andmete võrdluses kasutatud kõiki mõõtmistulemusi.

Esitatud tulemuste osas tuleb arvestada sellega, et 2017 ja 2019 aastal on mõõtmised tehtud kevadel aprilli ja mai kuus ning 2021 aastal suvel juuni ja juuli kuus. 2017 ja 2021 aastal on mõõtmised tehtud seadmega Retrotek ning 2019 aastal seadmega Delta. Erinevate seadmete mõju mõõtmistulemustele ei ole uuritud.

4.1. Põhimaanteed

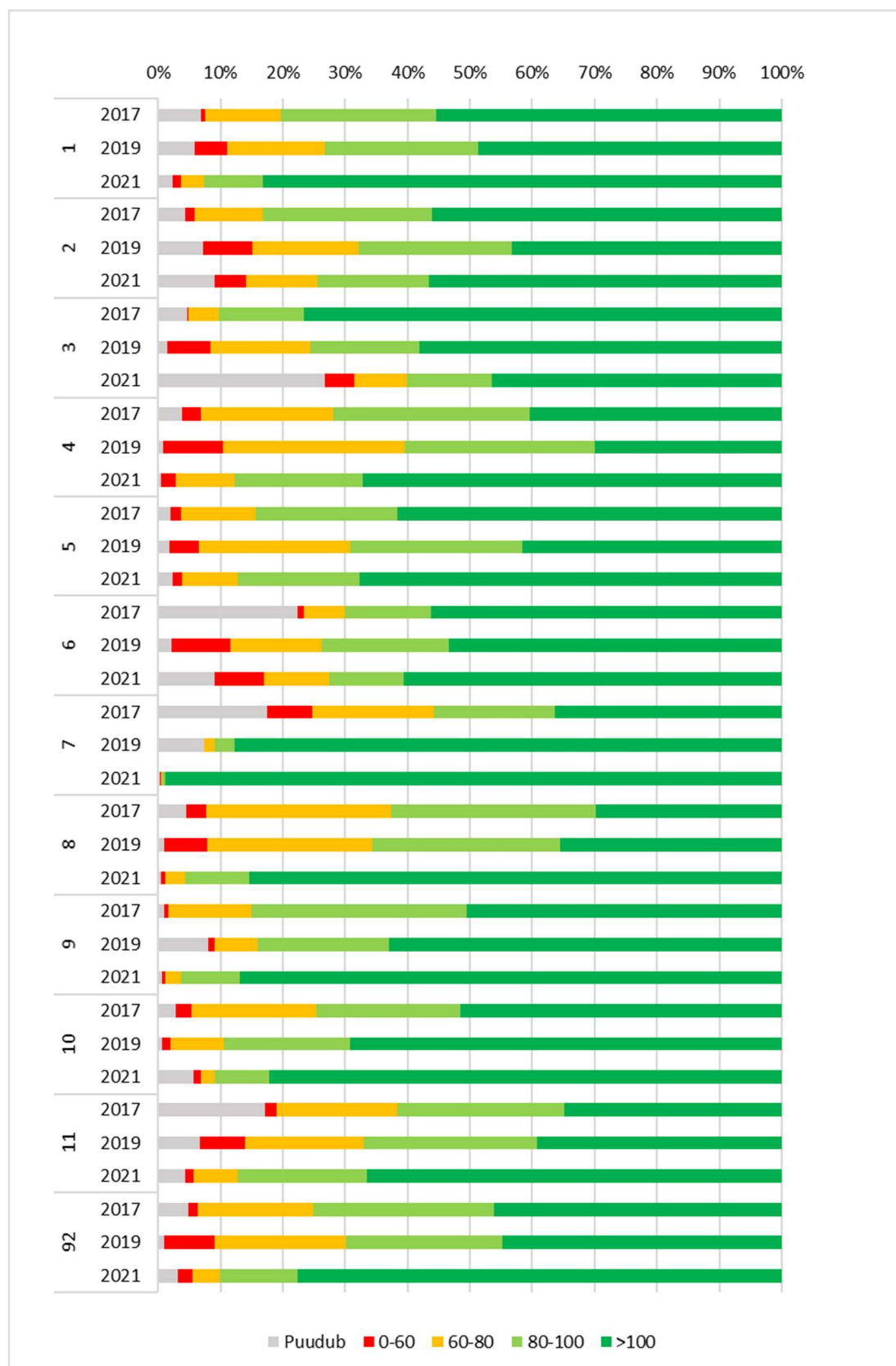
Erinevatel aastatel põhimaanteedel tehtud teekatemärgistuse valguspeegelduvuse mõõtmistulemuste koondjaotus seisukorralklassidesse on toodud joonisel 4.1.



Joonis 4.1. Põhimaanteede teekatemärgistuse valguspeegelduvuse mõõtmistulemuste jagunemine seisukorralklassidesse aastatel 2017, 2019 ja 2021

Kui 2019 aastal väga heas seisukorras oleva teekatemärgistuse osakaal põhimaanteedel langes siis 2021 aasta mõõtmistulemuste põhjal on see selgelt kasvanud, ulatudes 68,3%-ni.

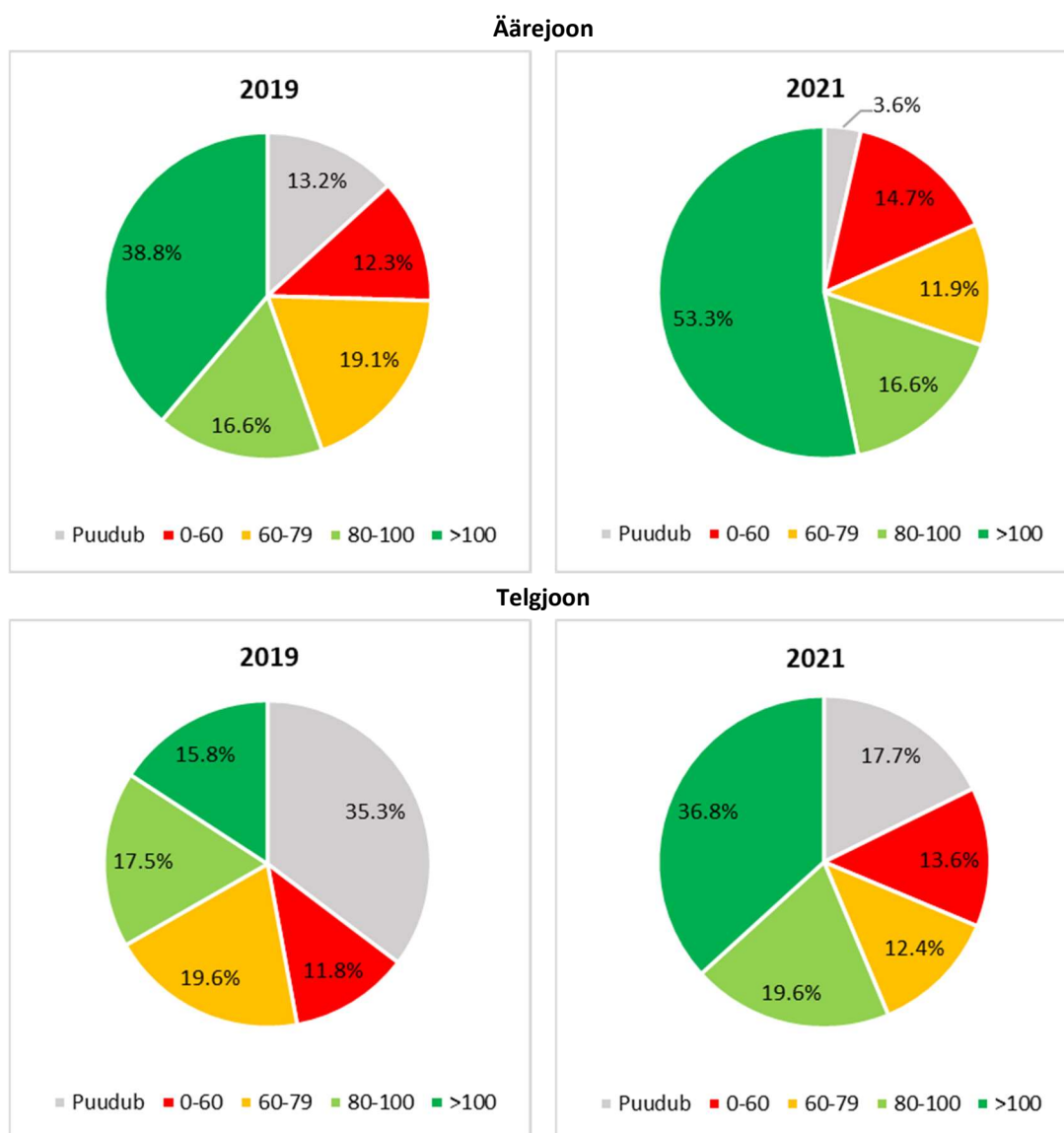
Sarnane jaotus teekatemärgistuse valguspeegelduvuse jagunemise kohta seisukorralklassidesse erinevate põhimaanteede kaupa on toodud joonisel 4.2. Põhimaanteedel on väga heas seisukorras oleva teekatemärgistuse valguspeegelduvuse osakaal kasvanud võrreldes aastaid 2017 ja 2021 kokku 13,7%. Suuremad muutused väga heas seisukorras oleva teekatemärgistuse osas 2021 aasta vs 2017 aasta on toimunud maanteedel nr 7 (+62,4%), nr 8 (+55,5%) ja nr 9 (+36,4%). Olukord on jäänud praktiliselt muutumatuks maanteedel nr 2 (+0,5%), nr 6 (+4,3%) ja nr 5 (+6,0%). Ainsana on olukord läinud selgelt kehvemaks maanteel nr 3 (-30,1%).



Joonis 4.2. Teekattemärgistuse valguspeegelduvuse mõõtmistulemuste seisukorralclasside jaotuse muutus aastatel 2017-2021 riigi põhimaanteedel

4.2. Kõrvalmaanteed

Kõrvalmaanteede osas on võrdluse teostamine erinevate aastate teekattemärgistuse valguspegelduvuse tulemuste osas komplitseeritud, kuna erinevatel aastatel on mõõdetud osaliselt erinevaid kõrvalmaanteid. 2019 aastal mõõdeti kõrvalmaanteid 655,2 km ja 2021 aastal mõõdeti kõrvalmaanteid 304,3 km, ehk siis enam kui 2 korda vähem. Seetõttu on kõrvalmaanteede osas esitatud ainult üldistatud mõõtmistulemuste võrdluse tulemused.



Joonis 4.3. Kõrvalmaanteede teekattemärgistuse valguspegelduvuse mõõtmistulemuste jagunemine seisukorralklassidesse aastatel 2019 ja 2021

Joonisel 4.3 toodud mõõtmistulemuste võrdluse põhjal võiks eeldada, et teekattemärgistuse olukord kõrvalmaanteedel on mõnevõrra paranenud, samas peab arvestama, et võrreldav teedevõrk ei ole identne ja seetõttu ei saa nende andmete alusel teha põhjanevaid järeldusi. Kõrvalmaanteedel tehtavad mõõtmised peavad olema süstemaatilisemad ja neid tuleb teha oluliselt suuremas mahus.

5. SOOVITUSED JA ETTEPANEKUD

Eesti põhimaanteedel 2021 aastal teostatud teekattemärgistuse valguspeegelduvuse mõõtmiste põhjal saab välja tuua järgmised soovitused ja ettepanekud:

- Teekattemärgistuse valguspeegelduvuse teedevõrgu põhiste süsteemsete mõõtmistega tuleb kindlasti jätkata. Teekattemärgistuse olemasolu ja selle nõuetele vastavus on oluline parameeter, mis aitab liiklejaid ning kindlasti mõjub positiivselt ka liiklusohutuse parandamisele;
- Erinevatel aastatel on teekattemärgistuse valguspeegelduvust mõõdetud erinevatel aastaaegadel. Mõõtmisi on tehtud nii kevadel, suvel kui ka sügisel. Mõõtmisandmete võrdluse osas on soovitus mõõtmised teostada erinevatel aastatel samal perioodil. Varasem kogemus on näidanud, et sobivaim aeg mõõtmiste teostamiseks on siiski kevad. Suvisel perioodil mõjutavad mõõtmistulemusi üsna olulisel määral erinevad remondi- ja teekattemärgistustööd ning sügisel on takistuseks väga muutlik ilm (mõõtmiseid saab teha ainult kuiva teekatte tingimustes);
- Erinevatel aastatel on teekatte telgjoonte mõõtmistel rakendatud erinevaid põhimõtteid. Selge soovitus on siiski teostada telgjoonte mõõtmised mõlemas sõidusuunas, et oleks võimalik täpselt määratleda telgjoonte tegelik seisukord;
- Lisaks pikijoontele tuleks mõõta ja kontrollida ka erinevate teekatte (sõiduraja keskele) kantud tähiste (nooled jmt) valguspeegelduvus;
- Teekattemärgistuse valguspeegelduvuse mõõtmiste jätkamisel on mõistlik kasutada pikemaajalist (vähemalt 3 aastane, soovituslikult 5 aastane) lepingut. See annab ühelt poolt mõõtjale kindluse vajalike investeeringute ja arendustööde tegemiseks ning teiselt poolt tagab tellijale mõõtmistulemuste ja mõõtmispõhimõtete järjepidevuse ning usaldatavuse;
- Teekattemärgistuse valguspeegelduvust on teedevõrgu tasemel mõõdetud järjepidevalt mitmeid aastaid ja need mõõtmistulemused on mõistlik lisada teeregistrisse.

LISA 1. TÖÖ TEHNILINE KIRJELDUS

Käesolev Tehniline kirjeldus on koostatud riigi põhimaanteedel ja kõrvalmaanteedel teekattemärgistuse valgustpeegeldavuse mõõtmiseks mobiilse seadmega.

1. Lähtematerjalid

- 1.1. Maanteeameti juhised „[Riigiteede liikluskorralduse juhised](#)“
- 1.2. Maanteeameti juhised „[Riigiteede ajutine liikluskorraldus](#)“
- 1.3. EVS 614 „Teemärgised ja nende kasutamine“
- 1.4. EVS-EN 1436 „Teekattemärgised. Eksploatatsiooniomadused teede kasutajatele“

2. Tööde maht

- 2.1. Teekattemärgistuse valgustpeegeldavus tuleb mõõta riigi põhi- ja kõrvalmaanteedel.

Jrk. nr	Tee liik	Pikkus km
1	Põhimaanteed	1548,13
2	Kõrvalmaanteed	285,99
KOKKU		1834,12

- 2.2. Teede loetelu ja nende pikkused vastavalt Tehnilise kirjelduse Lisa 1 Teede nimekiri toodud tabelile. Algas ja lõpp-punktid on toodud vastavalt Teeregistri andmetele.
- 2.3. Mõõta on vaja sõidutee pikimärgiseid (jooni), mis piiritlevad läbivaid sõiduradu. 2 + 2 ja 2 + 1 teedel on vaja mõõta mõlemaid samasuunalisi sõiduradu piiritlevaid jooni.
- 2.4. Kui looduses tekib algus ja lõpp-punkti määramisel raskusi, lepatakse nende täpne asukoht kokku koos Tellija esindajaga.
- 2.5. Teostada tuleb ka mõõtetulemuste analüüs, mille tingimused on toodud Tehnilise kirjelduse punktis 6.

3. Töö käik

- 3.1. Teekattemärgistuse valgustpeegeldavuse väärtuste RL [mcd/m²/lx] mõõtmiseks kasutada sõidukile kinnitatud seadet.
- 3.2. Mõõta tuleb sõidutee pikimärgiseid (jooned, mis piiritlevad sõiduradu).
- 3.3. Telgjoont tuleb mõõta mõlemas sõidusuunas lõikudes, kus on laiad teekattemärgisega 915; 916; 917 tähistatud eraldussaadet.

4. Tingimused teekattemärgistuse valgustpeegeldavuse mõõtmisele

- 4.1. Mõõtmisel tuleb fikseerida mõõtekoha kohta vähemalt järgmised andmed:
 - 4.1.1. Mõõtmise aeg;
 - 4.1.2. Mõõtmiskoha GPS koordinaadid;
 - 4.1.3. Valgustpeegeldavus RL;
 - 4.1.4. Temperatuur;
 - 4.1.5. Õhuniiskus;
 - 4.1.6. Mõõtmiskiirus;
 - 4.1.7. Mõõtmisest video.
- 4.2. Tulemuste kohta tuleb koostada aruanne pdf. formaadis ning tulemused tuleb lisaks esitada:

- 4.2.1. Kaardirakendusel, millel on Tellijale antud piiranguteta juurdepääs vähemalt kolmeks aastaks alates lepingu lõpetamisest või Google maps või Google Earth keskkonnas.
- 4.2.2. csv ja xls formaadis. Koordinaadid tuleb teisendada tee kilomeetriteks ja pikkade (üle 1000 m) joonte puhul tuleb tulemused keskmistada 100 m lõikudele.

5. Nõuded mõõtmisele ja seadmele:

- 5.1. Mõõtmisi tuleb teostada sõidukile paigaldatud seadmega liiklusvoo kiirusega.
- 5.2. Mõõtmistööde ajal peab mõõtesõiduk olema tähistatud Majandus- ja taristuministri 13.07.2018 määruse nr 43 § 26 kohaselt.
- 5.3. Sõidukile kinnitatud seade peab suutma mõõta valgustpeegeldavust RL vastavalt standardile EN 1436 nii tavalisel kui ka struktuursetel märgistel.
- 5.4. Seade peab olema kalibreeritud ning mõõtetäpsus peab olema kontrollitud pädeva asutuse poolt.
- 5.5. Enne mõõtetööde teostamist tuleb Tellijale esitada kalibreerimise kohta dokumendid. Viimane kalibreerimine peab olema tehtud mitte kauem kui 10 päeva enne mõõtetööde alustamist.

6. Nõuded mõõtmistulemuste analüüsiks

- 6.1. Teostada tuleb võrdlev analüüs Maanteeameti poolt 2019 aastal tellitud mõõtmistulemustega.
- 6.2. Analüüsis tuleb võrrelda eraldi põhimaanteede mõõtmistulemusi 2019 ning eraldi kõrvalteede mõõtmistulemusi 2019 aasta kohta.
- 6.3. Tuleb koostada kokkuvõte, eraldi põhimaanteed ja kõrvalteed, kuidas on mõõtmistulemused 2019 versus 2021 kokkuvõtvalt muutunud.
- 6.4. Varasemad mõõtmistulemused annab Tellija Töövõtjale üle xls. formaadis avakoosolekul, mis toimub peale lepingu sõlmimist viie tööpäeva jooksul.
- 6.5. Analüüs tuleb esitada mõõtmistulemustest eraldi aruandena pdf. formaadis ja aruandes toodud tabelid ja graafikud täiendavalt xls. formaadis.

7. Tööde tegemise periood

- 7.1. Tööde (ettevalmistustööd seadmega, avakoosolek, kus pannakse paika ajakava jm) teostamise kavandatav algus on mais või juunis 2021. a.
- 7.2. Mõõtmised tuleb teostada eeldatavalt ajavahemikus juuni – juuli 2021.a.
- 7.3. Töövõtjal on mõõtmistöö tegemiseks aega 60 kalendripäeva alates alustamise kuupäevast.
- 7.4. Mõõtmistulemused tuleb töödelda ja koostada mõõtmistulemuste kohta aruanne ning need esitada koos Tehnilise kirjelduse punktis 6 toodud analüüsi aruandega 15 kalendripäeva jooksul peale mõõtmistööde lõppu Tellijale, koos Töövõtja poolt allkirjastatud tööde üleandmis- ja vastuvõtmisaktiga.
- 7.5. Tellija vaatab Töö üle 15 kalendripäeva jooksul pärast Töö ning üleandmis- ja vastuvõtmisakti saamist.

8. Liikluskorraldus tööde ajal

- 8.1. Välitööde tegemisel juhinduda Maanteeameti juhise „Riigiteede ajutine liikluskorraldus“

LISA 2. MÕÕTESEADME VALIDEERIMISE ARUANNE

