

Tee kohal paiknevate juhatusmärkide loetavuse uuring

2020



Tee kohal paiknevate juhatismärkide loetavuse uuring

Tellija	Maanteeamet
Tellija esindaja ja kontaktandmed	Ergo Tammel Ergo.Tammel@mnt.ee Teelise 4 10916 Tallinn Tel: 56458379
Lepingu nr	nr 1-12/20/2570-1
Aruande kuupäev	11. detsember 2020
Aruande nr	ERC/24/2020
Märksõnad	Juhatusmärk, Halogeen esituli, LED esituli, Matrix LED esituli, Bi-Xenon esituli, lähituled, kaugtuled
Keywords	Traffic control signs, halogen headlight, LED headlight, Matrix LED headlight, Bi-Xenon headlight, low beam headlights, high beam headlights
Töös osalesid	Tiit Kaal <i>Konsultant, ERC Konsultatsiooni OÜ</i> Toomas Kaal <i>Spetsialist, 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

SISUKORD

Sissejuhatus	2
1. Mõõtmiste põhimõte.....	3
2. Mõõtmistel kasutatud sõidukid	4
3. Juhatusmärgid	5
4. Mõõtmiste tulemused	7
5. Kokkuvõte	16
LISA 1. Töö tehniline kirjeldus	17

LISAD (esitatud elektrooniliselt eraldi failidena)

Uuringu vaatlusvideod

SISSEJUHATUS

Käesoleva uuringu eesmärk on uurida riigiteedele tee kohale paigaldatud juhatusmärkide loetavust pimedal ajal kasutades selleks eri liiki sõidukeid ja ka eri liiki sõiduki tulesid. Maanteeametile teadaolevalt on uute tulede liikide kasutuslevõttust tulenevalt jäänud vähemaks sõidukite tulede puhul hajusvalgust, mis võib põhjustada olukorra kus tee kohal paiknevad juhatusmärgid ei peegelda piisavalt valgus tagasi.

Uuringuga on hõlmatud kaks teelõiku:

- Maantee nr 2 Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa teelõik km 8,3-62,0
- Maantee nr 4 Tallinn-Pärnu-Ikla teelõik km 13,6-26,7

Tee kohal paiknevate juhatusmärkide loetavuse uuring sisaldab järgmiseid teemasid:

- Uuritavatel teelõikudel tee kohal paiknevate juhatusmärkide kõrguse määramine teekattest;
- Erinevate esituledega sõidukitega paremal sõidurajal liikudes juhatusmärkide loetavuse/nähtavuse määramine. Uuringus tuleb kasutada sõidukeid, millistel on järgmised esituled (nii lähi- kui kaugtuled)
 - Halogeen tüüpi esituled
 - LED tüüpi esituled
 - Kohalduvate (nt Matrix) LED tüüpi või Bi-Xenon tüüpi esituled
 - Laser tüüpi või Bi-Xenon tüüpi esituled
- Mõõtmistulemuste analüüs koos eksperthinnangu ja ettepanekutega Riigiteede liikluskorralduse juhise võimalikeks täiendusteks

Uuringutööde teostamisele eelnenud projekti avakoosolekul täpsustati töö teostamisega seotud küsimusi ja lepiti kokku järgmises:

- Uuringuga seotud välitööd tuleb teha kuivades tingimustes, teekate võib olla niiske aga sademeid ei tohi olla;
- Juhatusmärkide kõrguste määramisel võib kasutada 2019/2020 teostatud altlääbisõidukõrguste mõõtmiste tulemusi;
- Juhatusmärkide nähtavus erinevate esitulede valguses määratakse visuaalselt ja registreeritakse see kaugus kui viit muutub esitulede valguse mõjul siniseks.

Uuringu tehniline kirjeldus on täies ulatuses toodud Lisas 1.

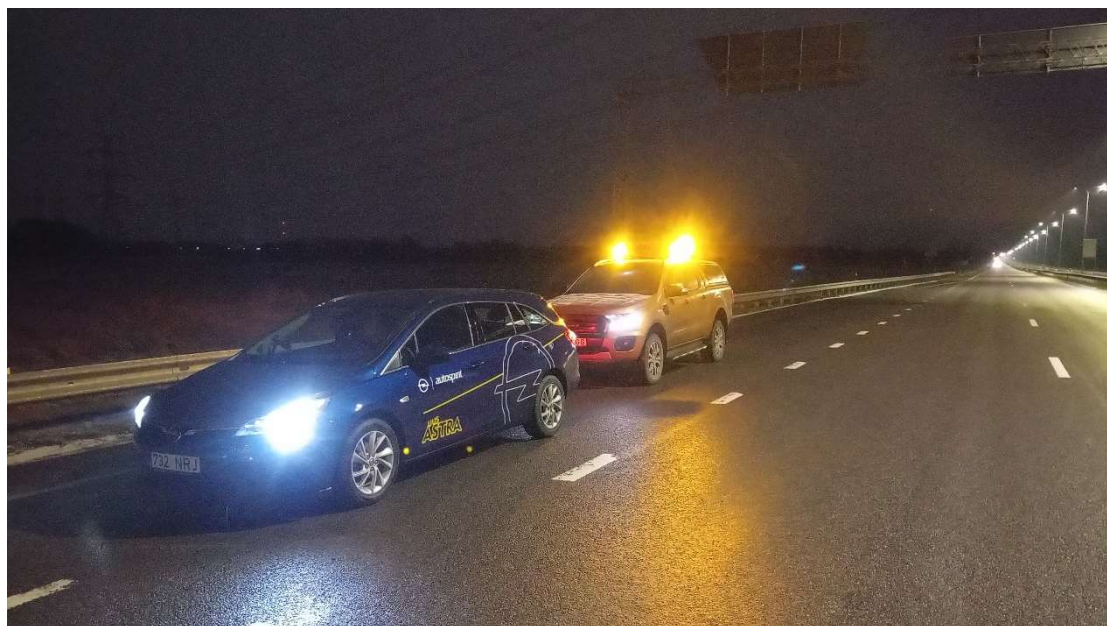
Töö tellija on Maanteeameti Taristu arendamise osakond.

1. MÕÕTMISTE PÕHIMÕTE

Juhatusmärkide loetavuse määramiseks on välitöödel kasutatud kahte sõidukit (joonis 1.1). Esimene sõiduk liikus ees ja selles määrati asukohad kus juhatusmärgile hakkas vastav esituli paistma. Vajalikud erinevad kaugused mõõdeti teises sõidukiga, millele oli paigaldatud teepikkusmõõtur ELTRIP. Kahe sõiduki vahel oli pidev side ja teine sõiduk töötas mõõtmiste ajal ka turvasõidukina. Sõiduk oli varustatud vastavate ohutusvilkuritega ja mõõtmistööde sildiga. Välitööd on teostatud hilisõhtul/ööl, ajavahemikul kella 21:30 – 01:00.

Kasutatud uuritavate esituledega sõidukid olid rendi- või eraautod ja nendele ei olnud võimalik erinevaid ohutus- või mõõteseadmeid paigaldada. Tagumisel sõidukil olid esituled lülitatud mõõtmiste ajal päevatulede režiimile ja sellel asuvad vilkurid tööde teostamist ei mõjutanud, nende valguskiired ei ulatunud esitulede mõjukaugusel juhatusmärkideni.

Kõikide läbikute puhul oli esitulede mõju juhatusmärkide nähtavusele määrajaks sama isik, et välistada erinevate inimeste silmadest tingitud subjektiivsust mõõtmistulemustele.



Joonis 1.1. Esimene esitulede mõju määramise sõiduk ning tagumine pikkuste mõõtmise ja turvasõiduk

Andmed juhatusmärkide kõrguste kohta teekattest põhinevad enamuses varasemalt tehtud altläbisõidukõrguste mõõtmiste tulemustel. Enne antud uuringuga seotud välitööde teostamist on uuringulõikudel paiknevad tee kohal asuvad juhatusmärgid üle vaadatud ja vajadusel on nende kõrgused üle kontrollitud samade seadmetega ja samal põhimõttel nagu on mõõtmised tehtud altläbisõidukõrguste mõõtmise töös. Uuringulõikudel asuvate juhatusmärkide loetelu on toodud tabelis 3.1.

Erinevate esituledega sõidukitega tehtud läbisõitudest uuringulõikudel on tehtud videod, mis on esitatud töö tellijale eraldi andmekandjal. Töö käigus selgus, et õistes tingimustes tuleks kasutada selleks sobivaid kaameraid, et saada parema kvaliteediga tulemus.

2. MÕÕTMISTEL KASUTATUD SÕIDUKID

Tee kohal paiknevate juhatusmärkide loetavuse määramiseks on kasutatud nelja erinevat erinevate esituledega sõidukit. Kolm sõidukit on uurimistöö teostamiseks renditud firmast Ascar Auto AS ja üks sõiduk oli erasõiduk. Uurimistöös kasutatud sõidukite andmed on toodud tabelis 2.1.

Tabel 2.1. Uurimistöös kasutatud sõidukid ja nende andmed

Halogeen tüüpi esituled Opel Mokka X (2018) Esitulede kõrgus 82 cm Juhi silmade kõrgus 145 cm Mõõtmised on tehtud 26.11.20	LED tüüpi esituled Opel Corsa (2020) Esitulede kõrgus 73 cm Juhi silmade kõrgus 125 cm Mõõtmised on tehtud 28.11.20
	
Matrix LED tüüpi esituled Opel Astra (2020) Esitulede kõrgus 72 cm Juhi silmade kõrgus 130 cm Mõõtmised on tehtud 30.11.20	Bi-Xenon tüüpi esituled Volkswagen Golf (2015) Esitulede kõrgus 67 cm Juhi silmade kõrgus 110 cm Mõõtmised on tehtud 5.12.20
	

Matrix LED tüüpi esituledega sõidukil oli mõõtmiste ajal rakendatud tulede lülitamise automaatsüsteem, mistõttu lähitulede lülitamine oli praktiliselt võimatu. Matrix LED tüüpi esituledega sõiduki reaalses kasutamises lähitulesid selle tavatähenduses praktiliselt kasutada ei ole vaja.

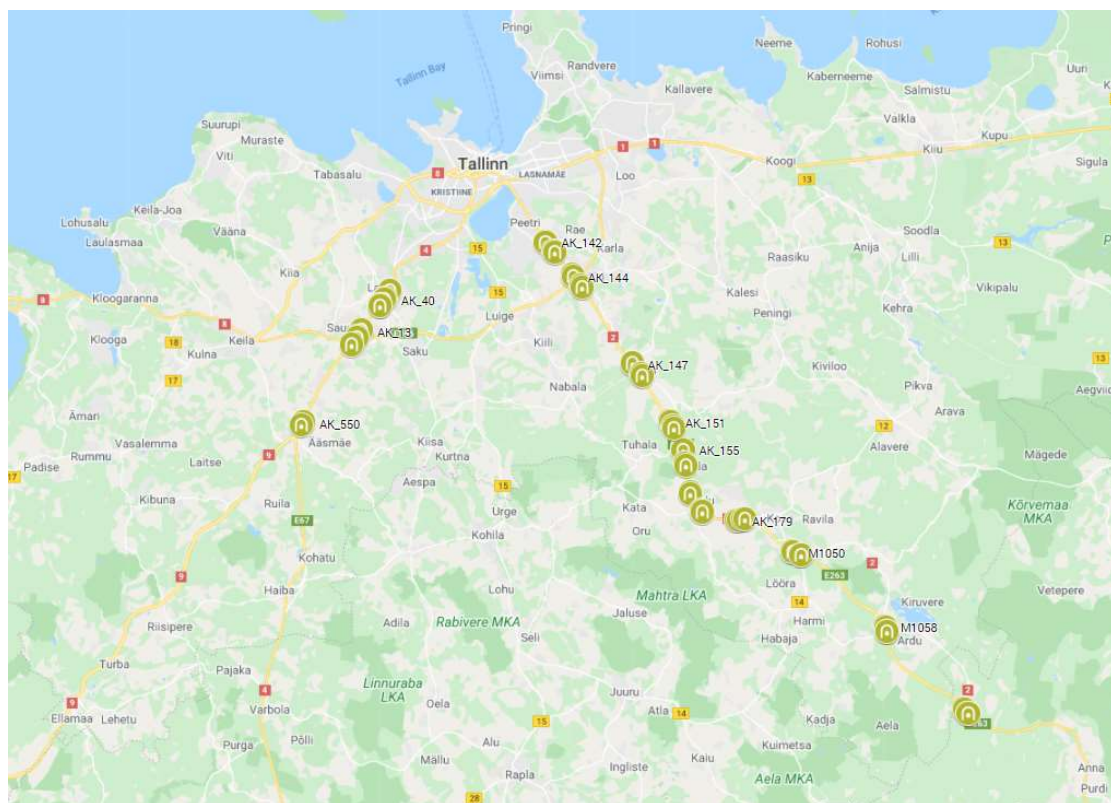
3. JUHATUSMÄRGID

Andmed uuringulõikudel paiknevate juhatusmärkide kohta on toodud tabelis 3.1 ja joonisel 3.1. Tabelis on lisaks juhatusmärgi asukohale toodud ka selle märgi kõrgus teekattest ning informatsioon selle kohta kas juhatusmärk asus valgustatud (kood 1) või mitte valgustatud (kood 0) teelõigul.

Tabel 3.1. Uuringulõikudel paiknevate juhatusmärkide andmed

Rajatise ID	Mnt nimetus	Mnt nr	STEE	Km	Rajatise nimetus	Valgustus	Kõrgus
AK_142	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	2	1	8.373	Portaal	1	6.5
AK_143	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	2	1	8.470	Poolportaal	1	6.3
AK_144	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	2	1	11.796	Portaal	1	7.7
AK_575	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	2	1	11.940	Poolportaal	1	6.3
AK_147	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	2	1	20.268	Portaal	1	6.4
AK_148	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	2	1	20.365	Poolportaal	1	6.4
AK_151	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	2	1	25.755	Portaal	1	6.1
AK_152	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	2	1	25.851	Poolportaal	1	6.5
AK_155	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	2	1	28.253	Portaal	0	6.4
AK_156	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	2	1	28.369	Poolportaal	0	6.0
AK_163	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	2	1	31.765	Portaal	1	6.2
AK_164	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	2	1	31.921	Poolportaal	1	6.1
AK_179	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	2	1	36.589	Portaal	1	6.1
AK_180	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	2	1	36.708	Poolportaal	1	6.2
M1050	Tallinn - Tartu	2	1	41.969	VMS portaal/Viit	0	7.0
M1051	Tallinn - Tartu	2	1	42.050	Konsool	0	5.8
M1058	Tallinn - Tartu	2	1	51.697	VMS portaal/Viit	0	6.9
M1059	Tallinn - Tartu	2	1	51.789	Konsool	0	5.9
M1067	Tallinn - Tartu	2	1	61.348	VMS portaal	0	6.9
M1068	Tallinn - Tartu	2	1	61.423	Konsool	1	6.2
AK_211	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	2	2	9.378	Poolportaal	1	6.2
AK_210	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	2	2	9.474	Portaal	1	6.5
AK_577	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	2	2	12.886	Poolportaal	1	6.3
AK_208	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	2	2	13.060	Portaal	1	8.0
AK_207	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	2	2	21.426	Poolportaal	1	6.3
AK_206	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	2	2	21.568	Portaal	1	6.2
AK_169	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	2	2	26.344	Poolportaal	1	6.5
AK_168	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	2	2	26.446	Portaal	1	6.7
AK_167	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	2	2	29.490	Poolportaal	1	6.0
AK_166	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	2	2	29.624	Portaal	1	6.3
AK_197	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	2	2	33.562	Poolportaal	1	6.2
AK_196	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	2	2	33.707	Portaal	1	6.3
AK_192	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	2	2	37.126	Poolportaal	1	6.0
AK_190	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	2	2	37.312	Portaal	1	6.6

Rajatise ID	Mnt nimetus	Mnt nr	STEE	Km	Rajatise nimetus	Valgustus	Kõrgus
M1093	Tallinn - Tartu	2	2	42.671	Konsool	0	5.9
M1092	Tallinn - Tartu	2	2	42.730	VMS portaal/Viit	0	6.9
M1086	Tallinn - Tartu	2	2	52.193	Konsool	0	5.8
M1085	Tallinn - Tartu	2	2	52.250	VMS portaal/Viit	0	6.9
M1076	Tallinn - Tartu	2	2	61.862	Konsool	1	5.8
M1075	Tallinn - Tartu	2	2	61.929	VMS portaal/Viit	0	6.9
AK_614	Tallinn - Pärnu - Ikla	4	1	13.761	Portaal	1	7.1
AK_40	Tallinn - Pärnu - Ikla	4	1	14.535	Portaal	1	6.4
AK_41	Tallinn - Pärnu - Ikla	4	1	14.630	Poolportaal	1	6.4
AK_13	Tallinn - Pärnu - Ikla	4	1	17.641	Portaal	1	7.7
AK_14	Tallinn - Pärnu - Ikla	4	1	18.307	Kanama viadukt	1	5.8
AK_550	Tallinn - Pärnu - Ikla	4	1	26.273	Portaal	0	7.5
AK_16	Tallinn - Pärnu - Ikla	4	1	26.635	Portaal	0	6.6
AK_45	Tallinn - Pärnu - Ikla	4	2	15.200	Poolportaal	1	6.0
AK_44	Tallinn - Pärnu - Ikla	4	2	15.252	Portaal	1	6.5
AK_15	Tallinn - Pärnu - Ikla	4	2	18.326	Kanama viadukt	1	5.4
AK_21	Tallinn - Pärnu - Ikla	4	2	19.015	Portaal	0	7.5



Joonis 3.1. Uuringulõigud ja juhatusmärgid teedevõrgul

4. MÕÕTMISTE TULEMUSED

Järgnevalt on toodud juhatusmärkide loetavuse/nähtavuse määramise tulemused eraldi iga juhatusmärgi või nende komplekti kohta. Juhatusmärke, mis asetsevad üksteisele lähemal kui 200 meetrit on vaadeldud ühe objektina, kuna arvestades esitulede mõjukaugusi, mis ulatusid kohati kilomeetritesse, ei olnud lähestikku asetsevate juhatusmärkide nähtavuse osas eristamine võimalik. Piiravaks teguriks on inimsilm, mis ei ole pimedas (ka valges) selliste kauguste puhul selleks lihtsalt võimeline.

Lisaks pimedal ajal määratud juhatusmärkide nähtavusele on võrdluseks määratletud nende nähtavus ka päevasel ajal. Erinevate mõõtmiste tulemused koos juhatusmärkide fotode ja kommentaaridega on toodud tabelis 4.2.

Üldise kommentaarina tuleb välja tuua see, et mitme tee kohal paikneva juhatusmärgi nähtavust mõjutas pigem maantee enda geomeetria (horisontaal ja/või vertikaalkõver) kui sõiduki esitule tüüp või juhatusmärgi kõrgus. Lisaks oli mõnes kohas takistuseks enne juhatusmärki paiknev viadukt/sild või piirasid nähtavust maantee serva paigaldatud suunaviidad. Erinevad mõõtetööde ajal esile tulnud märkused ja tähelepanekud on toodud kommentaaridena tabelis 4.2.

Uuringulõikudel asetsenud 51-st juhatusmärgist 36 tk olid valgustuse mõjupiirkonnas. Nende juhatusmärkide puhul oli sõidukite lähitulede mõju määratlemine mõnevõrra keerulisem.

Eraldi tuleb välja tuua maanteel nr 4 mõlemal sõiduteel Kanama viadukti küljes paiknevad juhatusmärgid (ID-d AK_14 ja AK_15). Nende juhatusmärkide nähtavus oli eriti sõidukite lähitulede valguses üsna piiratud. Kui kõigi juhatusmärkide keskmine nähtavuskaugus kõigi erinevate esitulede puhul oli 706 m, siis Kanama viaduktil paiknevate juhatusmärkide puhul (asusid sirgel ilma füüsiliste takistusteta teelõigul) oli see väärtus kõigest 555 m. Nimetatud juhatusmärkide piiratud nähtavuse põhjuseks on ilmselt see, et need ei paikne sõidutee suhtes risti, vaid on nurga all ja esitulede valgus ei peegeldu neist sõiduki juhile tagasi. Nende juhatusmärkide paigaldus tuleks üle kontrollida ja teha vajalikud muudatused.

Tabelis 4.1 on toodud erinevate sõidukite esituledega mõõdetud juhatusmärkide nähtavuste koondtulemused.

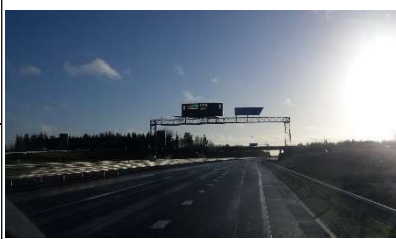
Tabel 4.1. Juhatusmärkide nähtavuse koondtulemused

	Esitule keskmine mõjukaugus, m							
	Bi-Xenon		Matrix LED		LED		Halogeen	
	Kaug	Lähi	Kaug	Lähi	Kaug	Lähi	Kaug	Lähi
Kõik juhatusmärgid kokku	1584	798	1564	531	1648	984	1294	517
Sirgel teelõigul asuvad juhatusmärgid	2445	975	2339	592	2556	1228	1823	583
Erinevus parimast (sirgel teelõigul), %	-4.3%	-20.6%	-8.5%	-51.8%	0.0%	0.0%	-28.7%	-52.5%
Lühim mõõdetud nähtavuskaugus	485	485	484	284	477	477	473	313
Pikim mõõdetud nähtavuskaugus	2860	1449	2898	835	3014	1552	2078	848

Tabel 4.2. Juhatusmärkide nähtavuse mõõtmistulemused

Juhatus- märgi ID	Asukoha km	Kaugus eelmisest, km	Valgus- tus	Esitule mõjukaugus, m								Nähtavus kaugus päeval	Juhatusmärgi foto	Kommentaariid
				Bi-Xenon		Matrix LED		LED		Halogeen				
				Kaug	Lähi	Kaug	Lähi	Kaug	Lähi	Kaug	Lähi			
Maantee nr 2 STEE 1														
AK_142	8.373	0.000	1	1961	781	2460	606	2505	1143	1912	837	2407		Kaks järjestikust juhatusmärki, vahekaugusega 97 m. Tagumise märgi nähtavuskauguste määramine ei ole võimalik. Mõlemad paiknevad ligi 2,5 km pikkusel valgustatud teelõigul. Füüsilisi nähtavust piiravaid takistusi ei ole. Lähitulede hindamist mõjutab valgustus.
AK_143	8.470	0.097	1	Juhatusmärk oli eelneva juhatusmärgi taga peidus ja sellest tulenevalt muutus nähtavaks kõikide esitule tüüpidega sõidukitele samaaegselt								754		
AK_144	11.796	3.326	1	2115	842	1908	448	3014	1552	1870	848	2653		Kaks järjestikust juhatusmärki, vahekaugusega 144 m. Tagumise märgi nähtavuskauguste määramine ei ole võimalik. Mõlemad paiknevad ligi 3,0 km pikkusel valgustatud teelõigul. Füüsilisi nähtavust piiravaid takistusi ei ole. Lähitulede hindamist mõjutab valgustus.
AK_575	11.940	0.144	1	Juhatusmärk oli eelneva juhatusmärgi taga peidus ja sellest tulenevalt muutus nähtavaks kõikide esitule tüüpidega sõidukitele samaaegselt								1847		
AK_147	20.268	8.328	1	1084	710	1103	467	993	807	1016	464	1100		Kaks järjestikust juhatusmärki, vahekaugusega 97 m. Tagumise märgi nähtavuskauguste määramine ei ole võimalik. Mõlema juhatusmärgi nähtavust piirab eelnev kurv vasakule, kaugtulede mõjukaugus on võrreldes eelnevate märkidega ca 2 korda väiksem. Lähitulede hindamist mõjutab valgustus.
AK_148	20.365	0.097	1	Juhatusmärk oli eelneva juhatusmärgi taga peidus ja sellest tulenevalt muutus nähtavaks kõikide esitule tüüpidega sõidukitele samaaegselt								798		

Juhatus- märgi ID	Asukoha km	Kaugus eelmisest, km	Valgus- tus	Esitule mõjukaugus, m								Nähtavus kaugus päeval	Juhatusmärgi foto	Kommentaariid
				Bi-Xenon		Matrix LED		LED		Halogeen				
				Kaug	Lähi	Kaug	Lähi	Kaug	Lähi	Kaug	Lähi			
AK_151	25.755	5.390	1	2805	1042	2580	527	2286	1186	2078	538	3104		Kaks järjestikust juhatusmärki, vahekaugusega 96 m. Tagumise märgi nähtavuskauguste määramine ei ole võimalik. Mõlemad paiknevad ligi 5,0 km pikkusel sirge teelõigu lõpus, märgid on valgustatud teelõigul. Lähitulede hindamist mõjutab valgustus.
AK_152	25.851	0.096	1	Juhatusmärk oli eelneva juhatusmärgi taga peidus ja sellest tulenevalt muutus nähtavaks kõikide esitule tüüpidega sõidukitele samaaegselt								800		
AK_155	28.253	2.402	0	956	675	969	415	929	803	851	526	940		Kaks järjestikust juhatusmärki, vahekaugusega 116 m. Tagumise märgi nähtavuskauguste määramine ei ole võimalik. Mõlema juhatusmärgi nähtavust piirab eelnev kurv paremale, kaugtulede mõjukaugus on oluliselt väiksem, ka lähitulede mõjukaugus on väiksem. Teelõik ei ole valgustatud.
AK_156	28.369	0.116	0	Juhatusmärk oli eelneva juhatusmärgi taga peidus ja sellest tulenevalt muutus nähtavaks kõikide esitule tüüpidega sõidukitele samaaegselt								377		
AK_163	31.765	3.396	1	2228	1085	2206	698	2160	1150	2064	670	2170		Kaks järjestikust juhatusmärki, vahekaugusega 156 m. Tagumise märgi nähtavuskauguste määramine ei ole võimalik. Mõlemad paiknevad ligi 3,5 km pikkuse sirge teelõigu lõpus, märgid on valgustatud teelõigul, mis mõjutab lähitulede hindamist.
AK_164	31.921	0.156	1	Juhatusmärk oli eelneva juhatusmärgi taga peidus ja sellest tulenevalt muutus nähtavaks kõikide esitule tüüpidega sõidukitele samaaegselt								924		
AK_179	36.589	4.668	1	1325	790	1362	434	1344	1124	1214	600	1270		Kaks järjestikust juhatusmärki, vahekaugusega 119 m. Tagumise märgi nähtavuskauguse määramine ei ole võimalik. Märkidele eelneb kurv vasakule, mis piirab nende nähtavust. Märgid on valgustatud teelõigul, mis mõjutab lähitulede hindamist.
AK_180	36.708	0.119	1	Juhatusmärk oli eelneva juhatusmärgi taga peidus ja sellest tulenevalt muutus nähtavaks kõikide esitule tüüpidega sõidukitele samaaegselt								1390		

Juhatus- märgi ID	Asukoha km	Kaugus eelmisest, km	Valgus- tus	Esitule mõjukaugus, m								Nähtavus kaugus päeval	Juhatusmärgi foto	Kommentaariid
				Bi-Xenon		Matrix LED		LED		Halogeen				
				Kaug	Lähi	Kaug	Lähi	Kaug	Lähi	Kaug	Lähi			
M1050	41.969	5.261	0	1020	641	1009	313	1012	752	761	423	1007		Kaks järjestikust juhatusmärgi, vahekaugusega 81 m. Tagumise märgi nähtavuskauguse määramine ei ole võimalik. Märkidele eelneb kurv vasakule, mis piirab nende nähtavust. Teelõik ei ole valgustatud.
M1051	42.050	0.081	0	Juhatusmärg oli eelneva juhatusmärgi taga peidus ja sellest tulenevalt muutus nähtavaks kõikide esitule tüüpidega sõidukitele samaaegselt								1088		
M1058	51.697	9.647	0	680	486	696	371	677	677	580	390	690		Kaks järjestikust juhatusmärgi, vahekaugusega 92 m. Tagumise märgi nähtavuskauguse määramine ei ole võimalik. Märkidele eelneb kurv paremale ja lisaks on takistuseks tee servas asuvad suured eelviidad, mistõttu on märkide nähtavuskaugused oluliselt lühemad. Teelõik ei ole valgustatud.
M1059	51.789	0.092	0	Juhatusmärg oli eelneva juhatusmärgi taga peidus ja sellest tulenevalt muutus nähtavaks kõikide esitule tüüpidega sõidukitele samaaegselt								682		
M1067	61.348	9.559	0	1118	750	1086	650	1098	866	969	506	1185		Kaks järjestikust juhatusmärgi, vahekaugusega 75 m. Tagumise märgi nähtavuskauguse määramine ei ole võimalik. Märkidele eelneb kurv paremale ja lisaks on takistuseks tee servas asuvad suured eelviidad, mistõttu on märkide nähtavuskaugused lühemad. Esimene ei ole valgustatud, teine on.
M1068	61.423	0.075	1	Juhatusmärg oli eelneva juhatusmärgi taga peidus ja sellest tulenevalt muutus nähtavaks kõikide esitule tüüpidega sõidukitele samaaegselt								964		

Juhatus- märgi ID	Asukoha km	Kaugus eelmisest, km	Valgus- tus	Esitule mõjukaugus, m								Nähtavus kaugus päeval	Juhatusmärgi foto	Kommentaarid
				Bi-Xenon		Matrix LED		LED		Halogeen				
				Kaug	Lähi	Kaug	Lähi	Kaug	Lähi	Kaug	Lähi			
Maantee nr 2 STEE 2														
M1075	61.929	0.000	0	818	565	814	476	838	838	836	552	595		Kaks järjestikust juhatusmärki, vahe- kaugusega 67 m. Tagumise märgi nähtavuskauguse määramine ei ole võimalik. Märkidele eelneb kurv paremale ja lisaks on takistuseks tee servas asuvad suured eelviidad, mistõttu on märkide nähtavuskaugused lühemad. Esimene ei ole valgustatud, teine on.
M1076	61.862	0.067	1	Juhatusmärk oli eelneva juhatusmärgi taga peidus ja sellest tulenevalt muutus nähtavaks kõikide esitule tüüpidega sõidukitele samaaegselt								662		
M1085	52.250	9.612	0	1216	714	1442	664	1393	1098	1327	537	1125		Kaks järjestikust juhatusmärki, vahe- kaugusega 57 m. Tagumise märgi nähtavuse määramine ei ole võimalik. Märkidele eelneb kurv paremale ja lisaks takistavad tee servas asuvad eelviidad. Märkide nähtavuskaugused on lühemad. Teelõik on valgustamata.
M1086	52.193	0.057	0	Juhatusmärk oli eelneva juhatusmärgi taga peidus ja sellest tulenevalt muutus nähtavaks kõikide esitule tüüpidega sõidukitele samaaegselt								884		
M1092	42.730	9.463	0	2318	818	2067	527	2408	778	1953	333	1261		Kaks järjestikust juhatusmärki, vahe- kaugusega 59 m. Tagumise märgi nähtavuskauguse määramine ei ole võimalik. Märgid asuvad ca 2,5 km pikkuse sirge lõpus. Teelõik ei ole valgustatud.
M1093	42.671	0.059	0	Juhatusmärk oli eelneva juhatusmärgi taga peidus ja sellest tulenevalt muutus nähtavaks kõikide esitule tüüpidega sõidukitele samaaegselt								1021		
AK_190	37.312	5.359	1	654	489	690	501	646	646	543	341	497		Kaks järjestikust juhatusmärki, vahe- kaugusega 186 m. Tagumise märgi nähtavuskauguse määramine ei ole võimalik. Märkidele eelneb kurv vasakule ja lisaks piiravad oluliselt nähtavust vahetult eelnevad 2 viadukti. Teelõik on valgustatud.
AK_192	37.126	0.186	1	Juhatusmärk oli eelneva juhatusmärgi taga peidus ja sellest tulenevalt muutus nähtavaks kõikide esitule tüüpidega sõidukitele samaaegselt								533		

Juhatus- märgi ID	Asukoha km	Kaugus eelmisest, km	Valgus- tus	Esitule mõjukaugus, m								Nähtavus kaugus päeval	Juhatusmärgi foto	Kommentaarid
				Bi-Xenon		Matrix LED		LED		Halogeen				
				Kaug	Lähi	Kaug	Lähi	Kaug	Lähi	Kaug	Lähi			
AK_196	33.707	3.419	1	979	654	980	460	845	659	664	411	808		Kaks järjestikust juhatusmärgi, vahe- kaugusega 145 m. Tagumise märgi nähtavuse määramine ei ole võimalik. Märkidele eelneb ca 1,0 km pikkune sirge ja enne seda kurv paremale. Märkide nähtavust piirab vahetult eelnev öökodukt. Teelõik on valgustatud.
AK_197	33.562	0.145	1	Juhatusmärk oli eelneva juhatusmärgi taga peidus ja sellest tulenevalt muutus nähtavaks kõikide esitule tüüpidega sõidukitele samaaegselt								453		
AK_166	29.624	3.938	1	2455	881	2230	560	2536	1168	2076	644	2572		Kaks järjestikust juhatusmärgi, vahe- kaugusega 134 m. Tagumise märgi nähtavuse määramine ei ole võimalik. Märkidele eelneb ca 2,5 km pikkune sirge. Märgid asuvad tõusu/viadukti peal. Teelõik on valgustatud.
AK_167	29.490	0.134	1	Juhatusmärk oli eelneva juhatusmärgi taga peidus ja sellest tulenevalt muutus nähtavaks kõikide esitule tüüpidega sõidukitele samaaegselt								1306		
AK_168	26.446	3.044	1	1137	782	1235	467	1115	915	956	368	988		Kaks järjestikust juhatusmärgi, vahe- kaugusega 102 m. Tagumise märgi nähtavuse määramine ei ole võimalik. Märkidele eelneb kurv vasakule, mistõttu on nähavuskaugused väiksemad. Teelõik on valgustatud.
AK_169	26.344	0.102	1	Juhatusmärk oli eelneva juhatusmärgi taga peidus ja sellest tulenevalt muutus nähtavaks kõikide esitule tüüpidega sõidukitele samaaegselt								690		
AK_206	21.568	4.776	1	2860	910	2005	337	2275	1235	1188	346	1668		Kaks järjestikust juhatusmärgi, vahe- kaugusega 142 m. Tagumise märgi nähtavuse määramine ei ole võimalik. Juhatusmärkidele eelneb üle 4,0 km pikkune sirge. Teelõik on valgustatud.
AK_207	21.426	0.142	1	Juhatusmärk oli eelneva juhatusmärgi taga peidus ja sellest tulenevalt muutus nähtavaks kõikide esitule tüüpidega sõidukitele samaaegselt								811		

Juhatus- märgi ID	Asukoha km	Kaugus eelmisest, km	Valgus- tus	Esitule mõjukaugus, m								Nähtavus kaugus päeval	Juhatusmärgi foto	Kommentaariid
				Bi-Xenon		Matrix LED		LED		Halogeen				
				Kaug	Lähi	Kaug	Lähi	Kaug	Lähi	Kaug	Lähi			
AK_208	13.060	8.366	1	1654	1048	1340	505	1638	1066	1242	812	1495		Kaks järjestikust juhatusmärki, vahe- kaugusega 174 m. Tagumise märgi nähtavuse määramine ei ole võimalik. Märkidele eelneb kurv vasakule, mistõttu on nähavuskaugused väiksemad. Nähtavuse määramist häärisid tee ääres asuvate firmade reklaamide tuled. Teelõik oli vaatluste teostamisel remondis ja on valgustatud.
AK_577	12.886	0.174	1	Juhatusmärk oli eelneva juhatusmärgi taga peidus ja sellest tulenevalt muutus nähtavaks kõikide esitule tüüpidega sõidukitele samaaegselt								1174		
AK_210	9.474	3.412	1	1936	760	2165	455	2700	1470	1624	584	1732		Kaks järjestikust juhatusmärki, vahe- kaugusega 96 m. Tagumise märgi nähtavuse määramine ei ole võimalik. Juhatusmärkidele eelneb ca 3,0 km pikkune sirge. Teelõik on valgustatud ja see valgustus segab kohati märkide nähtavust.
AK_211	9.378	0.096	1	Juhatusmärk oli eelneva juhatusmärgi taga peidus ja sellest tulenevalt muutus nähtavaks kõikide esitule tüüpidega sõidukitele samaaegselt								912		
Maantee nr 4 STEE 1														
AK_614	13.761	0.000	1	485	485	484	284	477	477	473	313	485		Juhatusmärgile eelneb kurv paremale, mis vähendab oluliselt selle nähtavuskaugust. Teelõik on valgustatud.

Juhatus- märgi ID	Asukoha km	Kaugus eelmisest, km	Valgus- tus	Esitule mõjukaugus, m								Nähtavus kaugus päeval	Juhatusmärgi foto	Kommentaariid
				Bi-Xenon		Matrix LED		LED		Halogeen				
				Kaug	Lähi	Kaug	Lähi	Kaug	Lähi	Kaug	Lähi			
AK_40	14.535	0.774	1	858	771	856	770	847	847	769	456	905		Kaks järjestikust juhatusmärki, vahe- kaugusega 95 m. Tagumise märgi nähtavuse määramine ei ole võimalik. Juhatusmärgile eelneb piki suunaline kumerus, mis vähendab märkide nähtavuskaugust. Teelõik on valgustatud.
AK_41	14.630	0.095	1	Juhatusmärk oli eelneva juhatusmärgi taga peidus ja sellest tulenevalt muutus nähtavaks kõikide esitule tüüpidega sõidukitele samaaegselt								905		
AK_13	17.641	3.011	1	2741	1449	2898	748	2610	1514	2075	595	2970		Juhatusmärgile eelneb pikk, ca 3,0 km pikkune sirge. Teelõik on valgustatud.
AK_14	18.307	0.666	1	1382	664	1582	460	1974	665	1643	493	2355		Juhatusmärgile eelneb pikk, ca 3,5 km pikkune sirge. Eelnev juhatusmärk võib nähtavust piirata, samas olulisem nähtavusprobleem on seotud märgi paigaldusnurgaga. Teelõik on valgustatud.
AK_550	26.273	7.966	0	1379	984	1356	656	1354	1354	1333	453	1345		Juhatusmärgile eelneb kurv paremale , mistõttu on märgi nähtavuskaugus väiksem. Teelõik ei ole valgustatud.

Juhatus- märgi ID	Asukoha km	Kaugus eelmisest, km	Valgus- tus	Esitule mõjukaugus, m								Nähtavus kaugus päeval	Juhatusmärgi foto	Kommentaariid
				Bi-Xenon		Matrix LED		LED		Halogeen				
				Kaug	Lähi	Kaug	Lähi	Kaug	Lähi	Kaug	Lähi			
AK_16	26.635	0.362	0	1118	661	1163	568	1103	753	1126	509	1258		Juhatusmärgile eelneb ca 2,0 km pikkune sirge, samas piirab märgi nähtavust eelnev juhatusmärk. Teelõik on valgustatud.
Maantee nr 4 STEE 2														
AK_21	19.015	0.000	0	2779	1196	2600	772	2915	1075	1685	470	2980		Juhatusmärgile eelneb ca 3,0 km pikkune sirge. Teelõik ei ole valgustatud.
AK_15	18.326	0.689	1	1169	547	1462	420	1392	685	1155	502	1970		Juhatusmärgile eelneb pikk, ca 3,5 km pikkune sirge. Eelnev juhatusmärk võib mõningal määral nähtavust piirata, samas olulisem nähtavusprobleem on seotud märgi paigaldusnurgaga. Teelõik on valgustatud.
AK_44	15.252	3.074	1	2702	964	2605	835	2706	1241	1530	550	2740		Kaks järjestikust juhatusmärki, vahekaugusega 52 m. Tagumise märgi nähtavuse määramine ei ole võimalik. Juhatusmärgile eelneb pikk, ca 3,5 km pikkune sirge. Teelõik on valgustatud.
AK_45	15.200	0.052	1	Juhatusmärk oli eelneva juhatusmärgi taga peidus ja sellest tulenevalt muutus nähtavaks kõikide esitule tüüpidega sõidukitele samaaegselt								441		

5. KOKKUVÕTE

Antud töö eesmärgiks oli uurida kahel riigitee teelõigul tee kohale paigaldatud juhatusmärkide loetavust pimedal ajal kasutades selleks eri liiki sõidukeid erinevate esituledega. Tehtud mõõtmiste tulemusena saab välja tuua järgmised järeldused:

- Väga mitme juhatusmärgi puhul määras selle nähtavuse pigem mingi muu takistus (kurv, suunaviit, märgi paigaldus, valgustatud teelõik, jne) kui esitule omadused;
- Tee kohale paigaldatud juhatusmärkide nn „ülevalgustust“ ei täheldatud ühegi võrdluses osalenud sõiduki ja esitule puhul;
- Parimate valgustusomadustega oli võrreldud sõidukitest LED tüüpi esituledega sõiduk ja kõige kehvemate valgustusomadustega Halogeen tüüpi esituledega sõiduk;
- Sirgel, ilma muude takistusteta teelõigul asuvate juhatusmärkide nähtavuskauguste võrdluses erinesid kaugtulede osas LED-tüüpi esituledest vähem Bi-Xenon (-4,3%) ja Matrix LED (-8,5%) tüüpi tuled. Seevastu Halogeen tüüpi kaugtulede nähtavuskaugus oli võrreldes LED-tüüpi tuledega selgelt (-28,7%) väiksem;
- Sirgel, ilma muude takistusteta teelõigul asuvate juhatusmärkide nähtavuskauguste võrdluses erinesid Bi-Xenon lähituled LED-tüüpi tuledest -20,6%. Selgelt suurem oli erinevus Matrix LED (-51,8%) ja Halogeen tüüpi (-52,5%) tuledel;
- Eraldi saab tehtud võrdluses kasutatud sõidukite ja erinevate esitulede osas välja tuua Matrix LED tüüpi tuledel lähitulede üsnagi nõrga valgustatuse. Samas ei ole normaalttingimustes tegelikult vajadust lähitulede kasutamiseks, kuna Matrix LED tüüpi „kaugtuled“ kohalduvad vastavalt vajadusele ja neid ei ole vaja vastutulevate sõidukite puhul välja lülitada. Ehk siis lähitulede kasutamisevajadus on minimaalne, neid rakendatakse põhimõtteliselt ainult valgustatud teelõikudel.

Teostatud uuringute ja mõõtmiste tulemusena saab teha ühe ettepaneku Riigiteede liikluskorralduse juhise täiendamiseks. Antud juhise punkti 1.6.5 tuleks täiendada järgmiselt:

- tee kohale paigaldatud juhatusmärk peab olema selle alt läbi mineva teega 90° nurga all.

Juhatusmärkide nähtavuse mõõtmine tuli teha liiklusele avatud teelõikudel ja see avaldas rohkemal või vähemal määral oma mõju uuringu tulemustele. Uuringulõigud asusid suure liiklussagedusega maanteedel, kus isegi hilistel õhtu- ja öötundidel liiklus ei kao. Juhul kui Maanteeametil on plaan sarnaste uuringutega jätkata siis tasuks mõelda variandile teha sarnased võrdlusmõõtmised spetsiaalsel polügonil, kus on võimalik uuringutingimusi kontrollida. Näiteks võiks kasutada mõnda vähekasutatud lennuvälja, kuhu saaks ehitada/paigaldada erinevad juhatusmärgid erinevatele asukohtadele (tee kohale, tee kõrvale, erinevale kõrgusele, jne). Sellistes tingimustes on võimalik ka täpsemalt spetsiaalsete mõõtmisvahenditega mõõta sõiduki esitulede valgustugevust ja -hajuvust. Liiklusele avatud teelõikudel on alati olemas võimalus, et esineb mingi mitte kontrollitav kõrvalmõju. Lisaks on liiklusele avatud teelõigul pimedal ajal üsna ohtlik tegutseda.

LISA 1. TÖÖ TEHNILINE KIRJELDUS

Tee kohal paiknevate juhatusmärkide loetavuse uuring

- 1.1. Käesoleva hanke eesmärgiks on uurida riigiteede tee kohale paigaldatud juhatusmärkide loetavust pimedal ajal kasutades selleks eri liiki sõidukeid ja ka eri liiki sõiduki tulesid. Maanteeametile teadaolevalt on uute tulede liikide kasutuslevõttust tulenevalt jäänud vähemaks sõidukite tulede puhul hajusvalgust, mis võib põhjustada olukorra kus tee kohal paiknevad juhatusmärgid ei peegelda piisavalt valgus tagasi.
- 1.2. Töövõtja peab mõõtma järgnevatel teelõikudel mõlemal suunal tee kohal olevate märkide alusserva kõrgust teekattest sõites parempoolsel sõidurajal:
 - 1.2.1. T4 Tallinn – Pärnu – Ikla maantee km 13,6 – 26,7.
 - 1.2.2. T2 Tallinn – Tartu – Võru – Luhamaa maantee km 8,3 – 62.
- 1.3. Töövõtja peab sõitma eelnimetatud lõigud läbi järgnevalt nimetatud erinevate sõiduki- ja esitule tüüpidega ning tegema iga juhatusmärgi või juhatusmärkide komplekti juures parempoolsel sõidurajal selgeks juhatusmärkide loetavuse kauguse pimedal ajal ning dokumenteerima tulemused.
- 1.4. Kasutada tuleb järgnevaid sõidukeid:
 - 1.4.1. Sõiduautot Halogeen tüüpi esituledega;
 - 1.4.2. Sõiduautot LED Tüüpi esituledega;
 - 1.4.3. Sõiduautot kohalduvate (nt Matrix) LED tüüpi esituledega;
 - 1.4.4. Sõiduautot Laser tüüpi esituledega;
- 1.5. Töövõtja esitab tellijale taasesitataval kujul .docx formaadis eestikeelselt lõpparuande tulemustega koos võimalike piltidega, analüüsi ja eksperthinnanguga koos ettepanekutega Riigiteede liikluskorralduse juhise võimalikeks täiendusteks. Võimaliku videomaterjali saadab Töövõtja Tellijale digitaalselt kasutades näiteks mõnd pilveteenust.

2. TÖÖ TEOSTAMISE AJAKAVA

- 2.1. Avakoosolek toimub pärast lepingu sõlmimist viie tööpäeva jooksul. Avakoosolekul töövõtja tutvustab uuringu teostajaid, tellija väljendab ootusi tööle ja vajadusel täpsustab lähteülesannet. Töövõtjal on kohustus protokollida kõiki koosolekuid, mis töö teostamise jaoks vajalikuks osutuvad.
- 2.2. Töö lõpparuanne tuleb esitada hiljemalt 4 nädalat pärast lepingu sõlmimist elektroonsel kujul (MS Word, Excel, PDF, dwg) ja paberkuul köidetult kahes eksemplaris. Lõpparuanne peab sisaldama töö sisu ja kokkuvõtet. Tellijale jääb kuni 4 kalendripäeva lõpparuande ülevaatamiseks ning tellijal on õigus esitada korrigeerimisetpanekuid, mida töövõtja peab arvestama. Töövõtjal on aega 1 nädal,

et tellija poolt ette nähtud võimalike korrektuurid sisse viia. Protsessi vajadusel korratakse kuni tellijal ei ole rohkem korrigeerimisettepanekuid.

3. MUUD NÕUDED

- 3.1. Töös esitatavad põhjendused, selgitused ja väited peavad vastama üldtunnustatud akadeemilisele tavale, sh:
 - 3.1.1. Kõik eeldused ning üldistused peavad tuginema usaldusväärsete allikates toodule ning allikad peavad olema korrektselt viidatud. Kui see ei ole võimalik või asjakohane, siis peavad seisukohad olema loogiliselt argumenteeritud.
 - 3.1.2. Kõik väited peavad olema (va üldtunnustatud faktid) põhjendatud. Kasutatavaid argumente peavad toetama viited tekstidele või muudele materjalidele, kvantitatiivne või kvalitatiivne analüüs.
 - 3.1.3. Refereeritav tekst peab olema uuringu koostaja seisukohtadest selgesti eristatav.
 - 3.1.4. Tehnilised lahendused peavad olema planeeritud parima praktika kohaselt ja viisil, et need oleks vajadusel sisendiks edasise planeerimisprotsessi käigus. Planeeritud lahendused ei pea olema kolmandate osapooltega läbiräägitud ega kooskõlastatud. Tellija arvestab, et hilisemates planeerimisetappides lisanduv teave võib pakutud lahendusi muuta.
 - 3.1.5. Tehtud järeldused peavad olema selgesti eristatavad ning nendeni jõudmise loogika arusaadav.
- 3.2. Digitaalses versioonis kasutada järgmisi failide formaate: tekstifailid – *.docx (*.doc); tabelite failid– Excel (*.xls või *.xlsx). Referentsid peavad olema põhifailidega automaatselt seotud.
- 3.3. Failid peavad olema katalogiseeritud arusaadavalt ning võimalikult lühikeste samas selgete nimedega. Peakataloogis peab olema sisukord (koos jooniste numbrite ning failide nimetustega), kus joonised/failid on lingitud ning avanevad automaatselt.
- 3.4. Tööga seotult kogutud andmed, analüütiline loogika ja muu sarnane kuuluvad töö juurde. Töö esitamisel esitatakse andmed ja analüütiline loogika sellises ulatuses, mis on töö sisu jaoks vajalik, ülejäänud osa esitatakse vajadusel tellija palvel.
- 3.5. Töö tiitelleht tuleb vormistada vastavalt Maanteeameti juhendmaterjalide vormistamise nõuetele, mis on toodud lisa 4 ja lisa 5.