

Opinnäytetyö

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri AMK

Infratekniikka

2019

Toni Salminen

TIEMERKINTÖJEN KUNTOARVIOINTIMENETELMÄN KEHITTÄMINEN

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri

Ohjaaja DI Pirjo Oksanen

2019 | 36 sivua

Toni Salminen

TIEMERKINTÖJEN KUNTOARVIOINTIMENETELMÄN KEHITTÄMINEN

Tiemerkinnöillä on oleellinen rooli liikenneturvallisuuden, liikenteen sujuvuuden, ajomukavuuden ja kuljettajan opastuksen ylläpitämisessä. Jotta nämä hyvät ominaisuudet säilyvät, tulee tiemerkintöjä uusia riittävän usein. Suomessa tiemerkintöjen korjaustarve määräytyy palvelusopimusten mukaisesti useimmiten kuntoarvon tai paluuehjastavuuden mukaan.

Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin tiemerkintöjen kuntoarvointiin. Se voidaan tehdä silmämääräisesti tai koneellisesti. Silmämääräinen tapa on tällä hetkellä yleisemmin käytössä. Tavoitteena oli tutkia Destian kehittämän skannaustekniikkaan perustuvan laitteen toimivuutta hyväksyttävänä vaihtoehtona tiemerkintöjen kuntoarvioinnin tuottamiseen.

Tutkimuksessa selvitettiin Destian skannerin vertailtavuutta silmämääräisen menetelmän kanssa. Tämä suoritettiin testireitillä saatujen tulosten avulla. Tämän lisäksi pohdittiin muita mahdollisia kehitys- ja tutkimiskohteita Destian skannerin toiminnalle.

Tulokset osoittavat, että Destian skannerin ja silmämääräisen kuntoarvioinnin tulosten välillä on hieman eroja. Ei ole havaittavissa, että jompikumpi mittaustapa antaisi yhtäjaksoisesti korkeampia tuloksia, vaan tulokset vaihtelevat. Opinnäytetyössä ehdotetaan lisätutkimuksia Destian skannerin sisäiselle ja ulkoiselle tarkkuudelle ja mahdollisia muutoksia datan käsittelyyn ja laskentaan.

ASIASANAT:

tiemerkintä, kuntoarvo, silmämääräinen arviointi

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering

Instructor Pirjo Oksanen M.Sc. Eng.

2019 | 36 pages

Toni Salminen

THE DEVELOPMENT OF A ROAD MARKING ASSESSMENT METHOD

Road markings have an essential role in maintaining road and traffic safety, driving comfort and good quality guidance for drivers to follow. To make sure these good qualities are maintained, road markings need to be renewed frequently. In Finland, according to the service contracts, the need for renewing road markings is usually determined by their service condition or return reflectivity.

This thesis discusses evaluating road markings service conditions. Service condition evaluation can be completed visually or by computer. Currently the most common method of these two is the visual method. The aim of this thesis was to investigate the functionality of Destia scanning technology-based device as an acceptable, alternative method for producing road marking evaluations.

This study investigated the comparability between the results from the Destia scanner and the results from the visual assessments. This was carried out by using scanner data and photos from earlier studies in the test route. The visual assessment of road markings was completed based on these photos and results and compared to the scanner data from earlier studies. In addition, other possible areas of development were considered for improving the operation of the Destia scanner.

The study results show that there is a slight difference between the results of the Destia scanner and the visual assessment. The results between different roads vary, but neither the scanner or visual assessment produces consistently higher results. Further investigations were proposed into the internal and external accuracy of the Destia scanner and possibly more development for data processing and computing.

KEYWORDS:

road markings, wear class, visual assessment

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 TIEMERKINNÄT	8
2.1 Tiemerkintöjen kuntomääritys	8
2.2 Tiemerkintöjen toiminnalliset ominaisuudet	8
2.3 Tiemerkintöjen arvioiminen	9
2.3.1 Arvioiminen Suomessa	9
2.3.2 Arvioiminen Ruotsissa	13
3 AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET	17
3.1 Yleistä	17
3.2 Testireitti	17
3.3 Tulokset	19
3.3.1 Esikäsittely	20
3.3.2 Reunaviiva	20
3.3.3 Tie 1471	21
3.3.4 Yhteenveto	25
4 DESTIAN SKANNERIN TULOSTEN VERTAAMINEN SILMÄMÄÄRÄISIIN TULOSSIIN	26
4.1 Yleistä	26
4.2 Datan käsittely	26
4.3 Kuntoarvojen vertaaminen	28
4.3.1 Tie 25	29
4.3.2 Tie 54	30
4.3.3 Tie 130	30
4.3.4 Tie 1471	31
4.3.5 Yhteenveto ja tulosten arviointi	31
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	34
LÄHTEET	36

KAAVAT

Kaava 1. Kuntoarvon kaava.	26
Kaava 2. Kuntoarvon muuttaminen arvoksi 5–0.	27

KUVAT

Kuva 1. Testireitti kartalla.	19
-------------------------------	----

KUVIOT

Kuvio 1. Reunaviivan kuntoarvon (%) keskiarvot ja luottamusvälit eri toimijoilla sekä mittauskerroilla.	21
Kuvio 2. Reunaviivan (maalimerkinnän) leveyden (m) keskiarvot ja luottamusvälit eri toimijoilla sekä mittauskerroilla.	22
Kuvio 3. Reunaviivan (maalimerkinnän) kuntoarvon (%) keskiarvot ja luottamusvälit eri toimijoilla sekä mittauskerroilla.	22
Kuvio 4. Tien 1471 tieosan 4 kuntoarvotulokset eri toimijoiden mittaamina.	23
Kuvio 5. Tien 1471 tieosan 1 kuntoarvotulokset eri toimijoiden mittaamina.	24
Kuvio 6. Kaikkien tulosten keskiarvot.	28
Kuvio 7. Tien 25 kuntoarvojen vertaaminen (100 m).	29
Kuvio 8. Tien 54 kuntoarvojen vertaaminen (100 m).	30
Kuvio 9. Tien 130 kuntoarvojen vertaaminen (100 m).	30
Kuvio 10. Tien 1471 kuntoarvojen vertaaminen (100 m).	31

TAULUKOT

Taulukko 1. Tiemerkintöjen kuntoarvon selitykset.	11
Taulukko 2. Kuntoarvojen vaatimukset.	11
Taulukko 3. Paluuheijastavuuden raja-arvot.	12
Taulukko 4. Tiemerkintäluokat Ruotsissa.	13
Taulukko 5. Sallitut alitukset tiemerkintäluokittain.	14
Taulukko 6. Tiemerkintöjen ominaisuuksien raja-arvot.	15
Taulukko 7. Tiemerkintöjen sijaintien toleranssit.	16
Taulukko 8. Testireitti tiestötietona esiteltynä.	18
Taulukko 9. Tien 1471 tieosan 4 silmämääräisesti inventoidut kuntoarvot.	24
Taulukko 10. Tien 1471 tieosan 1 silmämääräisesti inventoidut kuntoarvot.	25
Taulukko 11. Poistettujen rivien määrät.	27
Taulukko 12. Kaikkien tulosten keskiarvot ja keskihajonnat.	28

1 JOHDANTO

Suomessa suoritetaan keväisin tiemerkintöjen kuntoarviointi, jonka tarkoituksena on saada selville talven kuluttamien tiemerkintöjen sen hetkinen kunto. Tämä tehdään, jotta tienpidosta vastaavat (Suomen maanteillä ELY-keskukset) pystyvät suunnittelemaan tarvittavat kunnossapidon toimenpiteet ja näin ylläpitämään tieverkoillaan riittävän hyvän tason.

Suomessa tiemerkintöjen kuntoarviointi on yleisesti tehty silmämääräisesti, viisiportaisella asteikolla 1 (huono)–5 (hyvä). Tiemerkinnän kuntoarvo määräytyy jäljellä olevan, näkyvän merkinnän suhteesta kulumattoman merkinnän pinta-alaan. (Liikennevirasto 37/2015, 7)

Tiemerkintöjen korjaustarpeen määräävät ominaisuudet määritellään ELY-keskusten palvelusopimuksissa. Näin ollen korjaustarve voi määräytyä jonkin muun ominaisuuden kuin kuntoarvon mukaan. Toiminnallisiin laatuvaatimukseen perustuvassa sopimusosassa laatuvaatimukset asetetaan seuraaville ominaisuuksille (Liikennevirasto 5/2015, 13):

- kuntoarvo (päivänäkyvyys)
- paluuheijastavuus (yönäkyvyys)
- merkintöjen mitat ja sijainti
- kitka-arvo
- luminanssitekijät ja värikoordinaatit
- merkintämateriaalit
- merkintöjen tasalaatuisuus
- sallitut merkintöjen korjaustavat.

Useimmiten korjaustarpeen määrittävät kuntoarvo ja paluuheijastavuus. Muita ominaisuuksia tarkastetaan yleensä pistokokein tai jos niiden tarkastelemiseen katsotaan muutoin olevan tarvetta.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, miten luotettavasti tiemerkintöjen kuntoarvo voidaan mitata koneellisesti ja miten hyvin koneellinen mittaus vastaa silmämääräistä ja vastaavatko erilaiset kehitteillä olevat koneelliset mittaukset toisiaan.

Opinnäytetyössä tutkitaan, kuinka yhdenmukaisia Destian laserskannaustekniikalla saadut tulokset ovat verrattuna silmämääräisesti tehtyihin kuntoarvioihin. Tulosten perusteella pohditaan, miten mahdolliset eroavaisuudet mittaustapojen välillä saataisiin yhdenmukaistettua.

2 TIEMERKINNÄT

2.1 Tiemerkintöjen kuntomääritys

Tiemerkintöjen tavoitteena on osoittaa, missä ajokaista ja ajoradat sijaitsevat, reuna-, keski- ja sulkuviivojen avulla. Nuolilla ja symboleilla ohjataan liikennettä ja suojateillä opastetaan tien ylityspaikat. Tiemerkinnöissä käytetään heijastavia aineita (esim. lasihelmiä), jotka auttavat tielinjan tai merkintöjen hahmottamista myös pimeällä tai huonolla säällä (Tien kunnonvaikutus liikenneturvallisuurteen 53/2016, 14). Näin tiemerkinnät parantavat oleellisesti liikenneturvallisuuksia, liikenteensujuvuutta, ajomukavuutta ja auttavat kuljettajan opastuksessa. (Liikennevirasto 38/2015, 6).

Kuntomäärityksen tarkoituksena on todeta, että merkinnät vastaavat tielle asetettuja laatuvaatimuksia ja/tai antaa tien kunnossapitäjälle kuntotilojen luokitukset toimenpiteitä varten. Kuntoarviointien pohjalta määritetään tielle tehtävät toimenpiteet. (Liikennevirasto 5/2015, 13)

2.2 Tiemerkintöjen toiminnalliset ominaisuudet

Eurooppalainen standardi SFS-EN 1436:2018 antaa tiemerkinnöille neljä toiminnallista ominaisuutta, joiden mukaan niitä arvioidaan:

1. Tiemerkinnän heijastavuus päivänvalossa tai valaistuilla teillä
 - a. hajavalon luminanssikerroin Q_d ($mcd \times m^{-2} \times lx^{-1}$)
 - b. luminanssitekijä β ($mcd \times m^{-2} \times lx^{-1}$).

Molemmat parametrit kuvastavat tiemerkinnän kirkkautta liikenteen suuntaan tarkasteltuna, normaalissa päivänvalossa tai valaistulla tiellä. Pääero näiden kahden välillä on tarkasteluetaisyys. Hajavalon luminanssikerrointa Q_d on tarkasteltu melko pitkän etäisyyden päästä, kun taas luminanssitekijää β melko läheltä.

2. Paluuheijastavuus ajoneuvon valaistuksessa
 - a. paluuheijastavuuden kerroin R_L ($mcd \times m^{-2} \times lx^{-1}$)
 - i. kuvastaa tiemerkinän kirkkautta ajoneuvon kuljettajan paikalta tarkasteltuna, ajoneuvon omassa valaistuksessa
 - ii. voidaan tarkastella omat arvot kuivalla, märällä ja sateessa (väh. 5 min:n sade voimakkuudella 20 mm/h).
3. Kitka
 - a. mitataan SRT-arvo (Skid Resistance Tester); testaustapaa voidaan käyttää tasaisilla tai vähän teksturoiduilla tiemerkinnoillä
4. Väri
 - a. värikoordinaatisto x ja y
 - i. värikoordinaatit antavat kulmapisteet hyväksyttävälle värialueelle. (SFS-EN 1436:2018:en, 9–13)

2.3 Tiemerlintöjen arvioiminen

2.3.1 Arvioiminen Suomessa

Tiemerkintöjen arviointi Suomessa perustuu Väyläviraston antamiin laatuvaatimuksiin (Tiemerkintöjen laatuvaatimukset 38/2015). Väyläviraston ylläpitämällä maanteilla tiemerkitöjen toimivuus määritellään joko toiminnallisten ominaisuuksien mittaamisella tai silmämääräisellä arvioinnilla. Laadunvarmistus tehdään joko osaverkon mittaamisella tai satunnaisotoksin. Laadun todentamiseen voidaan myös käyttää muita sovittuja menetelmiä. Urakka-asiakirjoissa voidaan täsmentää merkintöjen laatuvaatimuksia. (Tiemerkintöjen laatuvaatimukset 38/2015, 6)

Tiemerkinnöille asetettavat laatuvaatimukset riippuvat hankintatavasta, joka voi olla kokonaishintainen, yksikköhintainen tai näiden kahden hybridi. (Liikennevirasto 38/2015, 18.)

Kokonaishintainen sopimusosa perustuu toiminnallisiin laatuvaatimuksiin:

- kuntoarvoon
- paluuheijastavuuteen
- merkintöjen mittoihin ja sijaintiin
- kitka-arvoon
- luminanssitekijöihin ja värikoordinaatteihin
- merkintämateriaaleihin
- merkintöjen tasalaatuisuuteen
- sallittuihin merkintöjen korjaustapoihin (Liikennevirasto 38/2015, 19).

Yksikköhintainen sopimusosa perustuu materiaalivaatimuksiin, joita ovat

- paluuheijastavuus
- merkintöjen mitat ja sijainti
- kitka-arvo
- luminanssitekijät ja värikordinaatit
- merkintämateriaali
- merkintämateriaalimenekki
- merkintöjen tasalaatuisuus
- sallitut merkintöjen korjaustavat (Liikennevirasto 38/2015, 18–19).

Maanteiden tiemeraintöjen ylläpitoa koskevat sopimukset ovat yleisemmin kokonaishintaisia, pois lukien uusien päällysteiden tiemeraintöt, jotka tehdään yksikköhintaisina. Kokonaishintaisissa urakoissa yleisimmät syyt tiemeraintöjen korjaamiselle ovat liian heikko kuntoarvio tai matala paluuheijastavuuden arvo. (Liikennevirasto 38/2015, 18–19)

Kuntoarvo

Kuntoarviointi tehdään tiemeraintöjen silmämääräisenä arvioimisena asteikolla 1–5. (Taulukko 1). Kuntoarvovaatimukset määräytyvät tien vaatimusluokan ja tiemeraintöjen merkintälajin perusteella. Taulukossa 2 massavaatimusten kevään kuntoarvon vaatimuksella on tarkoitus varmistaa, että kesällä korjatut merkaintöt kestävät toimintakykyisenä talven yli. (Liikennevirasto 38/2015, 19)

Taulukko 1. Tiemerkeitöjen kuntoarvon selitykset (Liikennevirasto 37/2015, 7).

Kuntoarvo	Kuvaus
1	Selvästi yli puolet merkinnästä on kulunut tai irronnut. Merkintä ei toimi.
2	Noin puolet merkinnästä on kulunut tai irronnut. Merkinnän toimivuus on merkittävästi heikentynyt.
3	Merkinnästä noin neljäsosa on kulunut tai irronnut. Merkinnän toimivuus on lievästi heikentynyt.
4	Vain vähäistä kuluneisuutta. Merkinnän toimivuus on uudenveroinen.
5	Ei kuluneisuutta. Uusi tai uudenveroinen merkintä.

Taulukko 2. Kuntoarvojen vaatimukset (Liikennevirasto 38/2015, 19).

Kategoria	Kevään kuntoarvo	Syksyn kuntoarvo
Massavaatimustiet / Pituussuuntaiset merkinnät	3 (jatkuva mittaus)	4 *) (jatkuva mittaus)
Maalivaatimustiet / Pituussuuntaiset merkinnät	-	3 (jatkuva mittaus)
Pienmerkinnät ja suojatiet	-	4

*) vaatimus on voimassa ainoastaan viimeisenä sopimusvuotena massavaatimusteiden pituussuuntaisilla merkinnöillä.

Paluuheijastavuus

Pituussuuntaisten merkintöjen paluuheijastavuus mittauksen tarkoituksena on varmistaa, että merkinnät heijastavat tarpeeksi hyvin myös pimeällä. Mittaukset suoritetaan joko jatkuvana- tai pistemittauksena merkinnän materiaalista riippuen (taulukko 3). Uusilla päällysteillä paluuheijastavuus vaatimukset ovat korkeampia, millä halutaan varmistaa pintahelmien riittävä käyttö ja tartunta merkintämateriaaliin. (Liikennevirasto 38/2015, 20)

Taulukko 3. Paluuheijastavuuden raja-arvot (Liikennevirasto 38/2015, 20).

Kategoria	Paluuheijastavuus [mcd/m ² /lx]
Massavaatimustiet / Pituussuuntaiset merkinnät	100 *) (jatkuva mittaus)
Maalivaatimustiet / Pituussuuntaiset merkinnät	80 (pistemittaus otanta-alueelta)
Pienmerkinnät ja suojatiet	Asetetaan materiaalivaatimuksena (esim. 25 massa-% lasihelmiä)

*) hankinta-asiakirjoissa voidaan soveltaa pienempää raja-arvoa alkukesän mittauksille

Mitat ja sijainti

Tiemarkinnöistä tarkastetaan silmämääräisesti mahdolliset mitta- ja sijaintipoikkeamat. Tarpeen vaatiessa nämä voidaan tarkastaa myös mittaamalla. Tarkasteltavat asiat ovat

- viivan leveys
- katkoviivan pituus
- moduulin pituus
- poikittaissuuntainen sijainti
- nuolen, symbolien ja merkintäryhmän sisäiset mitat ja sijainti
- keskiviivaston viivojen väli
- upotusmerkinnän jyrkyyden leveys ja syvyys
- valmiin merkinnän paksuus
- täristävät jyrkyydet (Liikennevirasto 38/2015, 21–22)

Kitka-arvo

Tiemarkintöjen kitka-arvovaatimukset tulevat standardin SFS-EN 1436 mukaan. Muiden merkintöjen kuin suojateiden kitka-arvo mitataan vain, jos on syytä olettaa, että se ei vastaa standardeja. (Liikennevirasto 38/2015, 21)

Luminanssi ja värikoordinaatit

Tiemarkintöjen luminanssivaatimukset tulevat standardin SFS-EN 1436 mukaan. Luminanssi ja väri mitataan standardin mukaan vain, jos silmämääräisen tarkastelun perusteella on syytä olettaa, että on tapahtunut värivirhe. (Liikennevirasto 38/2015, 21)

2.3.2 Arvioiminen Ruotsissa

Ruotsissa tiemerkintöjen laatuvaatimukset ja käytännöt määrittelee Trafikverket. Tiemerkintöjen on täytettävä standardin SS-EN 1436 asettamat tekniset vaatimukset. (TBT Vägmarkering, rev 1, 6)

Urakoitsijan on varmistettava, että tiemerkinnät täyttävät asiakirjan TBT Vägmarkering, rev 1 asettamat vaatimukset. Tarkastus suoritetaan ensisijaisesti mobiilimittalaitteella, mutta myös kannettavia mittalaitteita voidaan käyttää. Ruotsissa tiemerkinnöille asetetut vaatimukset jakautuvat toiminnallisiin ja geometrisiin vaatimuksiin. (TBT Vägmarkering, rev 1, 6)

Toiminnalliset vaatimukset:

1. paluuheijastavuus (kuiva)
2. paluuheijastavuus (märkä) KVL > 4 000 (keskimääräinen vuorokausiliikenne)
3. luminanssikerroin
4. kitka (TBT Vägmarkering, rev 1, 6)

Geometriset vaatimukset:

1. viivan leveys
2. viivan paksuus
3. katkoviivan pituus
4. viivojen välinen etäisyys (TBT Vägmarkering, rev 1, 6)

Näille kullekin on määritelty vähimmäisarvot, jotka vaihtelevat tiemerkintäluokkien mukaan. Tiemerkintäluokat on määritelty tien keskimääräisen vuorokausiliikenteen (KVL) perusteella alla olevan taulukon mukaan (taulukko 4). (TBT Vägmarkering, rev 1, 7)

Taulukko 4. Tiemerkintäluokat Ruotsissa (TBT Vägmarkering, rev 1, 7).

Tiemerkintäluokka	KVL
1	>16000
2	8000-15999
3	2000-7999
4	500-1999
5	<500

Ruotsissa tiemerkinnöille ei määritellä kuntoarvoa samaan tapaan kuin Suomessa. Trafikverket määrittelee, että tiemerkinnän merkitys ei saa olla epäselvä tai harhaanjohtava sen kulumisen, tai jonkin muun syyn takia. Tien 100 m:n jaksoissa saa olla pituussuuntaisissa merkinnöissä maksimissaan 20 % alittavia osuuksia (taulukko 5), mutta ei kahdessa 100 m osuudessa peräkkäin. (TBT Vägmarkering, rev 1, 10)

Taulukko 5. Sallitut alitukset tiemerkintäluokittain (TBT Vägmarkering, rev 1, 10).

Tiemerkintäluokka	Pituussuuntaiset merkinnät
1-4	10 %
5	20 %

Toiminnalliset vaatimukset

Tiemerkintöjen on täytettävä paluuehjastavuuksia, luminanssikerrointa ja kitkaa koskevat toiminnalliset vaatimukset (Taulukko 6). (TBT Vägmarkering, rev 1, 9)

Taulukko 6. Tiemerkintöjen ominaisuuksien raja-arvot (TBT Vägmarkering, rev 1, 9).

Paluuheijastavuus R_L					Luminanssi- kerroin Q_d	Kitka SRT (PFT)	
Kuiva		Märkä					
Tiemerkintäluokka	Pituussuuntaiset	Poikittaiset ja muut	Pituussuuntaiset	Poikittaiset	Kaikki merkinnät	Pituussuuntaiset ja muut merkinnät	Poikittaiset
1-3	≥ 150	≥ 100	$\geq 35^*$	-	≥ 160	>45 (0,45)	≥ 55 (0,58)
4-5	≥ 100	≥ 100			≥ 160	>45 (0,45)	≥ 55 (0,58)

* Märän vaatimukset koskevat $KVL > 4\ 000$

Geometriset vaatimukset

Tiemerkintöjen sijainti ja mitat saavat poiketa tilatuista taulukon 7 mukaan. Uusien merkintöjen tulee vastata vanhoja merkintöjä, mikäli vanhat ovat näkyvissä, ellei ole annettu ohjeistusta niiden muuttamisesta. (TBT Vägmarkering, rev 1, 10)

Taulukko 7. Tiemeraintöjen sijaintien toleranssit (TBT Vägmarkering, rev 1, 10).

Pituus ja etäisyys m	Maksimi poikkeama cm	Viivan leveys cm	Maksimi poikkeama cm
1	± 5	10	± 0,5
2	± 5	15	± 1,0
3	± 5	20	± 1,0
9	± 10	30	± 1,5
Merkinnän paksuus ei saa ylittää 4mm			

3 AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET

3.1 Yleistä

Ensimmäinen kokeilu tiemerkintöjen kuntoarvon mittaamisesta koneellisesti tehtiin vuonna 2017. Tämän kokeilun tavoitteena oli selvittää, soveltuuko automaattiseen mittaukseseen perustuva menetelmä nykyisen, silmämääräisen arvioinnin korvaamiseen. Kokeilu suoritettiin kolmen eri toimijan, Rambollin, Destian ja Vionicen (nykyinen Vaisala), laitteistoilla Muoniossa Vt 21:llä. Destian ja Rambollin laitteistot perustuivat laserskanneiden käyttöön ja Vaisalan kameranäköön. Työn tilaajana oli Liikennevirasto (nykyinen Väylävirasto) ja tulosten vertailun teki Destian Tiestötietoyksikkö. Tulosten perusteella käynnistettiin syksyllä 2018 jatko projekti, vertailun tulokset esiteltiin Tiemerkintäpäivillä 2019. (E. Huuskonen-Snicker, henkilökohtainen tiedonanto 13.6.2019, Destia)

Jatko projektin tavoitteena oli luoda objektiivinen ja automaattinen menetelmä tiemerkintän kuntoarvon määrittämiseen sekä yhdenmukaistaa kuntoarvon laskentaperiaatteita. Projektiin osallistuivat samat kolme toimijaa, Ramboll, Destia ja Vaisala, kuin vuoden 2017 kokeiluun. Testiä varten suunniteltiin pidempi testireitti, jotta saataisiin testattua laitteistojen toimivuutta monipuolisemmin erilaisissa tieympäristöissä ja olosuhteissa, ja näin saataisiin lisätietoa laitteiden käytännön soveltuvuudesta. Destia vastasi tässäkin projektissa tulosten vertailusta ja raportoinnista. Laskennan periaatteet otettiin voimassa olevista palvelusopimuksista. (E. Huuskonen-Snicker, henkilökohtainen tiedonanto 13.6.2019, Destia)

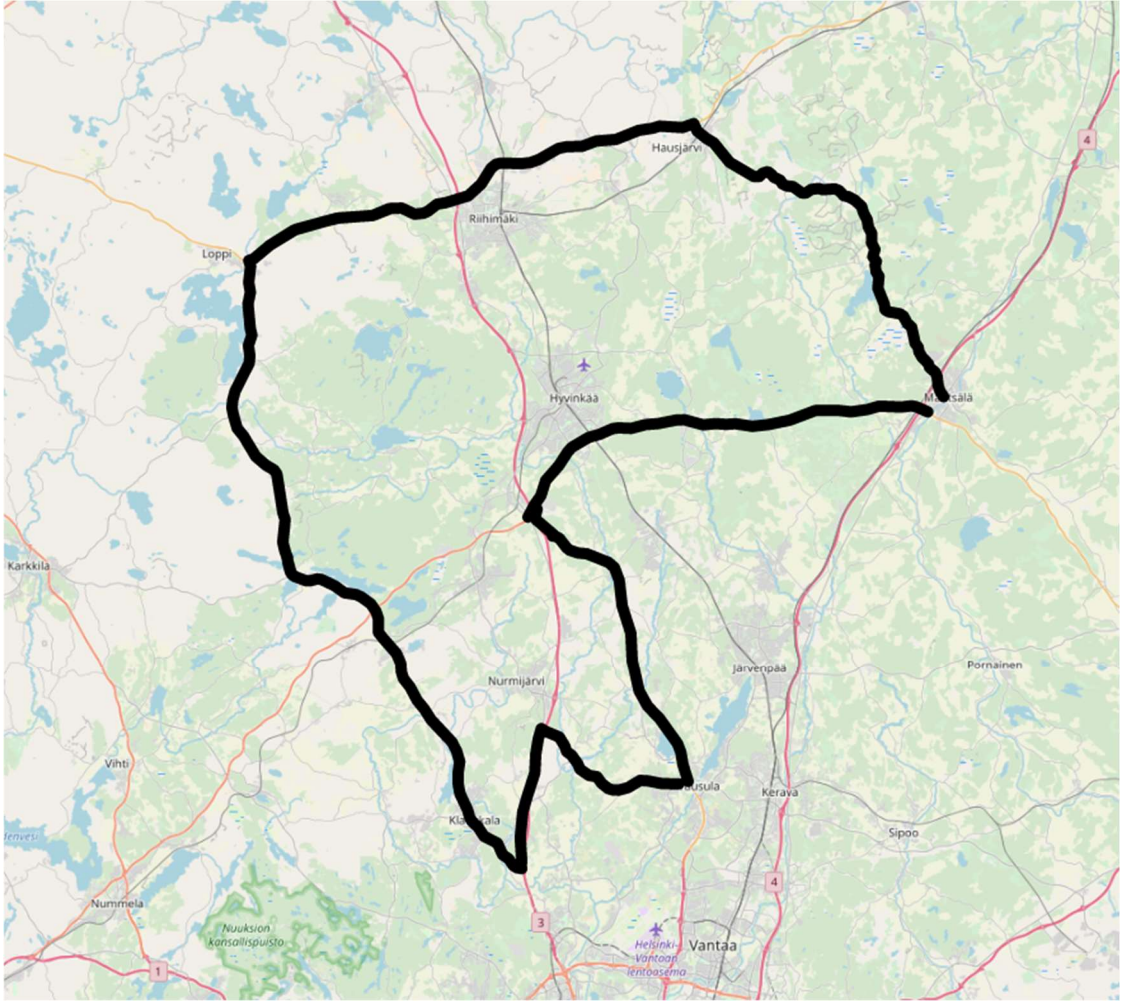
3.2 Testireitti

Testireitin suunnittelusta vastasi Ramboll ja se oli suunniteltu siten, että se sisälsi erityyppisiä pituussuuntaisia merkintöjä. Reitti sisälsi maali- ja massamerkintöjä, oikean- ja vasemman puoleista reunaviivaa, keskiviivaa ja tärisyttäviä merkintöjä. Testeissä pysyttiin kuitenkin vain 10 cm leveän viivan tarkasteluissa. Reitti oli yhteensä hieman päälle 177 km pitkä ja se ajettiin kahteen kertaan. Kaikki toimijat ajoivat testireitin vapaaseen tahtiin lokakuun aikana. Vaisalan laitteisto oli asennettu Destian mittausautoon ja tuloksina kerättiin sekä leveystietoa että kuntoarvoa. Kartta reitistä ja tiestön tarkemmat tiedot

on esitetty taulukossa 8 ja kuvassa 1. (E. Huuskonen-Snicker, henkilökohtainen tiedonanto 13.6.2019, Destia)

Taulukko 8. Testireitti tiestötietona esiteltynä (O. Saarinen 14.2.2019, henkilökohtainen tiedonanto Tiemerkitäpäivillä).

Tie	Ajr	Aosa	Aet	Los	Let	Pituus	Viiva	Huom
130	0	3	0	4	0	4631	orv	
130	0	4	0	4	4800	4800	orv	
139	0	1	0	2	0	4311	orv	
139	0	2	0	2	6883	6883	orv	
45	0	6	0	7	0	4653	orv	
45	0	7	0	9	0	8089	orv	
45	0	9	0	10	0	2592	orv	
45	0	10	0	10	4641	4641	orv	
1379	0	1	0	1	2706	2706	orv	MAALI
25	0	32	0	33	0	5507	orv	
25	0	33	0	34	0	7777	orv	
25	0	34	0	35	0	5604	orv	
25	0	35	0	36	0	6674	orv	
25	0	36	0	36	4130	4130	orv	
1471	0	1	0	2	0	6438	orv	MAALI
1471	0	2	0	3	0	4163	orv	MAALI
1471	0	3	0	4	0	4788	orv	MAALI
1471	0	4	0	5	0	6251	orv	MAALI
1471	0	5	0	5	6693	6693	orv	MAALI
54	0	14	0	13	0	6618	vrv	
54	0	13	0	11	0	10712	vrv	
54	0	11	0	10	0	4557	vrv	
54	0	10	0	9	0	4317	vrv	
54	0	9	0	8	0	3135	vrv	
132	0	11	3863	11	0	3863	KV	
132	0	11	0	10	0	6803	KV	
132	0	10	0	9	0	2000	KV	
132	0	9	0	7	0	10159	KV	
132	0	7	0	5	0	7887	KV	
132	0	5	0	4	0	5561	KV	
132	0	4	0	2	0	8488	KV	
132	0	2	0	1	0	1662	KV	
Yhteensä						177093		



Kuva 1. Testireitti kartalla (O. Saarinen 14.2.2019, henkilökohtainen tiedonanto Tiemer-kintäpäivillä).

3.3 Tulokset

Aikaisemmissa testeissä todettiin, että kuntoarvon laskentaperiaatteissa oli ollut eroja yritysten välillä, joten 2018 testejä varten sovittiin laskentaperiaatteiden yhdenmukaistamisesta. Kuntoarvo päätettiin raportoida prosentteina (0–100 %) ja sen laskennassa tulisi ottaa huomioon myös viivan leveys. Leveys päätettiin huomioida siten, että alle 9,5 cm:n viiva ei voisi olla kuntoarvoltaan sataprosenttinen, vaikka se olisi erinomainen ja yli 10 cm viivasta kuntoarvo laskettaisiin parhaan 10 cm:n (käytännössä 9,5 cm:n) osuudesta. (E. Huuskonen-Snicker, henkilökohtainen tiedonanto 13.6.2019, Destia)

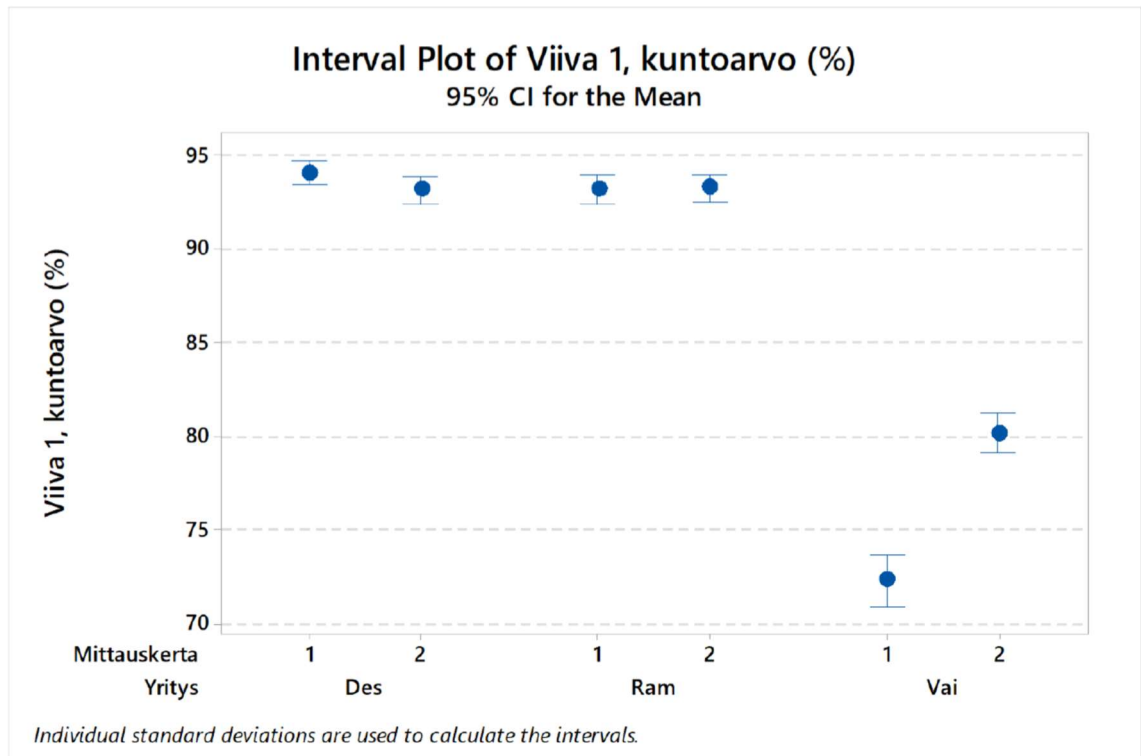
3.3.1 Esikäsittely

Testien tulokset toimitettiin Excel-muodossa ensin Väylävirastolle ja sieltä eteenpäin Destialle niiden esikäsittelyä varten. Toimitettavia tuloksia olivat tiemerkinneen leveys (m) ja kuntoarvo (%). Aineiston raportointiväli oli 100 m. Reuna- ja keskiviivat päätettiin tarkastella omina kokonaisuuksinaan. Ensimmäin suoritettiin tarkistus, että jokaiselta toimijalta oli koko 177 km testilenkki mitattu kahteen kertaan ja lenkin tieosat sisälsivät saman määrän havaintoja. Sitten eroteltiin reuna- ja keskiviivat toisistaan ja tarkasteluista poistettiin kaikki 100 m jaksot, joissa ei ollut molempia mittauskertoja tai oikeaa määrää havaintoja kaikilta toimijoilta. Tämän jälkeen koko aineistosta oli jäljellä noin 70 %. Keski- viivan raportoinnissa ilmeni eroja siten, että Vaisala oli luokitellut viivat kolmeen eri luokkaan (vasen ja oikea sulkuviiva ja keskiviiva), kun taas Destia ja Ramboll vain kahteen. Tämän takia tulokset saatiin laskettua vain jaksoilta, joissa oli joko pelkkää sulkuviivaa tai pelkkää keskiviivaa. (E. Huuskonen-Snicker, henkilökohtainen tiedonanto 13.6.2019, Destia)

3.3.2 Reunaviiva

Reunaviivan kuntoarvo

Kuntoarvoprosentti vaihtelee yleisesti välillä 6–100 %, mutta Vaisalan korkein arvo jää 99 %:iin. Destialla ja Rambollilla kuntoarvo on molemmille keskimäärin 93–94 %. Vaisalan mittauskertojen keskiarvoissa, 78–85 %, on huomattavat erot verrattuna sekä toisiinsa että muihin kahteen toimijaan. (kuvio 1.) (E. Huuskonen-Snicker, henkilökohtainen tiedonanto 13.6.2019, Destia)

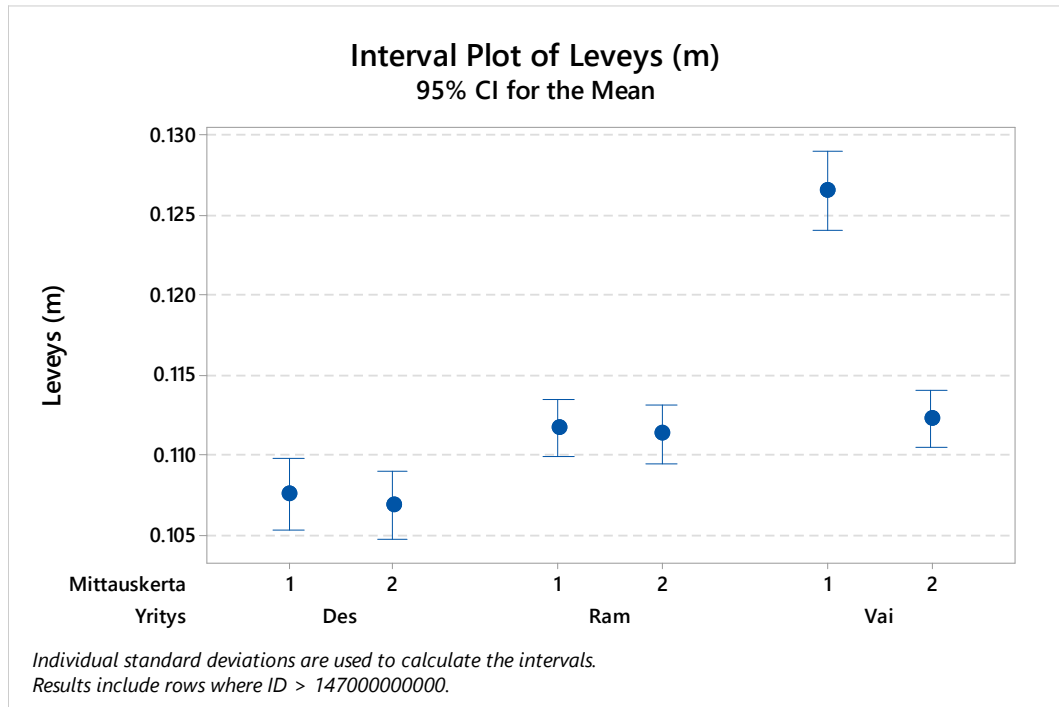


Kuvio 1. Reunaviivan kuntoarvon (%) keskiarvot ja luottamusvälit eri toimijoilla sekä mittauskerroilla (O. Saarinen 14.2.2019, henkilökohtainen tiedonanto Tiemerkintäpäivillä).

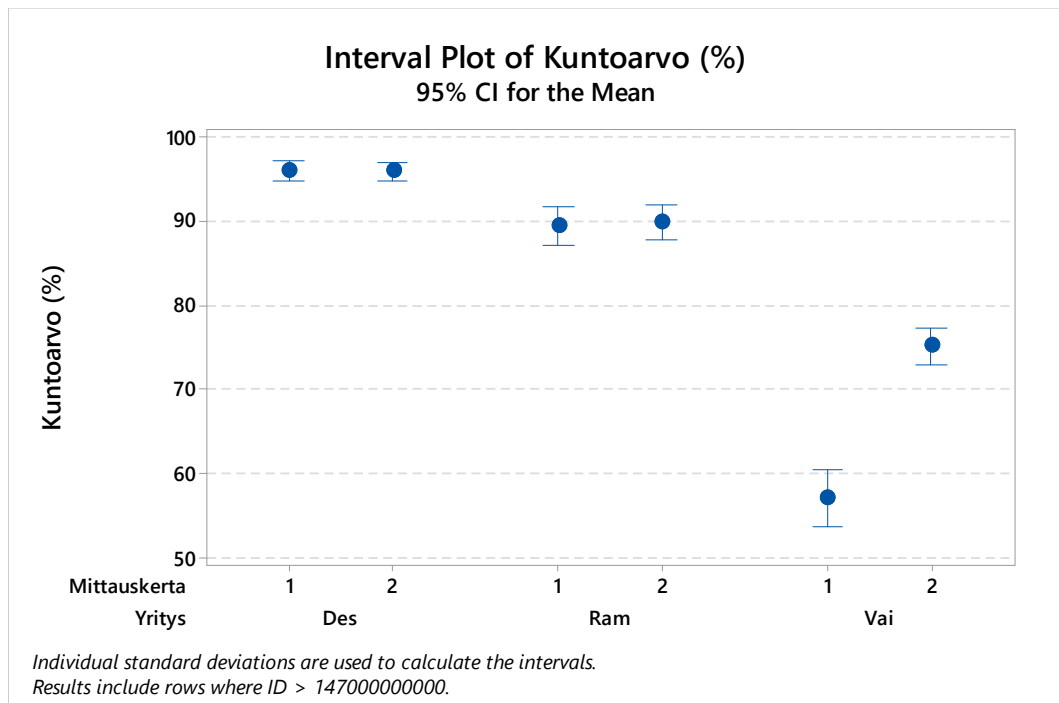
3.3.3 Tie 1471

Tien 1471 reunaviivojen leveydet ja kuntoarvot tarkasteltiin erikseen muusta aineistosta, koska tien 1471 tiemerkinnät on tehty tiemerkintämaalilla ja haluttiin testata, vaikuttaako merkintöjen materiaali saatuihin tuloksiin. Tältä tieltä on myös saatavilla samoihin aikoihin tehty silmämääräinen kuntoarvio. (E. Huuskonen-Snicker, henkilökohtainen tiedonanto 13.6.2019, Destia)

Kuvioissa 2 ja 3 on esitetty reunaviivan leveyden ja kuntoarvon keskiarvot samaan tapaan kuin aiemmillä teillä. Tästä huomaa, että ainakin maalitien reunaviivan kuntoarvon ja leveyden keskiarvot noudattavat samaa suuntaa kuin muillakin testireitin jaksoilla. Destialla ja Rambollilla ei ole huomattavia tasoeroja mittausten välillä, kun taas Vaisalla on. (E. Huuskonen-Snicker, henkilökohtainen tiedonanto 13.6.2019, Destia)



Kuvio 2. Reunaviivan (maalimerkinnän) leveyden (m) keskiarvot ja luottamusvälit eri toimijoilla sekä mittauskerroilla (O. Saarinen 14.2.2019, henkilökohtainen tiedonanto Tie-merkintäpäivillä).

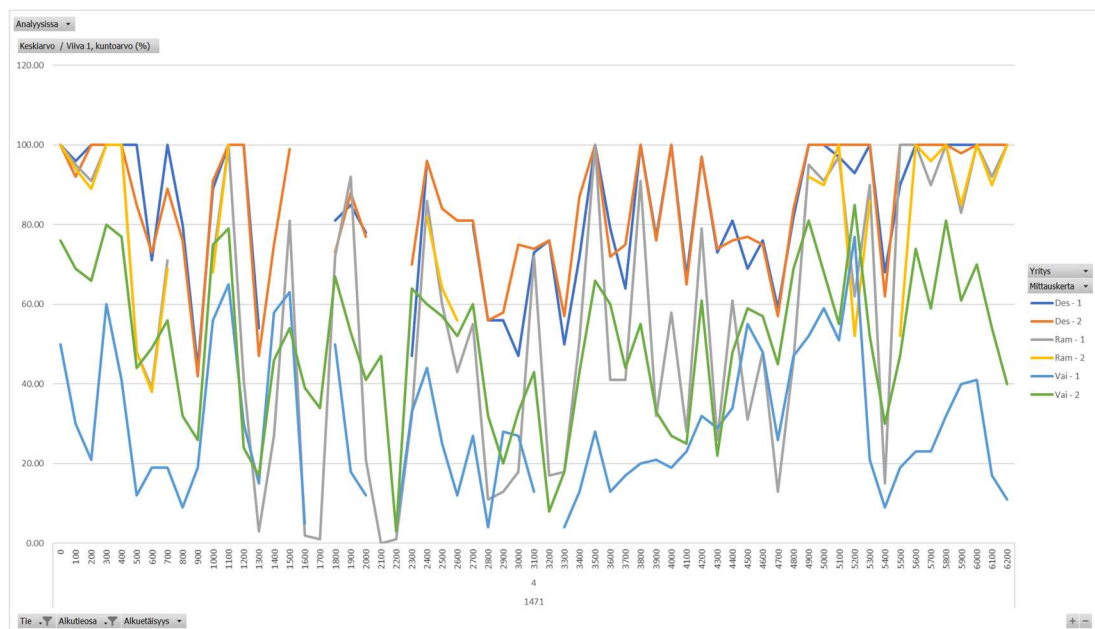


Kuvio 3. Reunaviivan (maalimerkinnän) kuntoarvon (%) keskiarvot ja luottamusvälit eri toimijoilla sekä mittauskerroilla (O. Saarinen 14.2.2019, henkilökohtainen tiedonanto Tie-merkintäpäivillä).

Vertaaminen silmämääräiseen kuntoarvoon

Tieltä 1471 oli myös tehty silmämääräinen kuntotarkastelu samoihin aikoihin kuin muutkin testit. Silmämääräinen kuntoarviointi on tehty Väyläviraston antamien ohjeistusten (Tiemerkitöjen kuntoluokitus 37/2015) mukaan. Ohjeistusten mukaan silmämääräisessä kuntoarvioinnissa tulosten kirjaaminen tapahtuu siten, että merkitään täyttääkö merkintä kuntovaatimukset vai ei täytä (täyttää/ei täytä). Tämän takia silmämääräinen kuntoarviointiaineisto sisältää vain kirjaukset kohdista, joissa tiemerkinnot eivät täytä vaadittua kuntoarvoa (3). (E. Huuskonen-Snicker, henkilökohtainen tiedonanto 13.6.2019, Destia)

Tiellä 1471 tieosalla 4 (kuvio 4.) on paljon yksittäisiä lyhyitä osioita, joissa kuntoarvo oli alle 3 ja joistain kohdista ei pystytty ollenkaan määrittelemään kuntoarvoa. Kun kuvio 4 Destian mittaustuloksia vertaa kohtiin, jotka ovat silmämääräisesti arvioitu alittaviksi taulukossa 9 huomataan, että ne osuvat suhteellisen hyvin yhteen. Kuitenkin kuntoarvo 2 vastaisi Väyläviraston ohjeistusten mukaan viivaa, josta on noin puolet kulunut. Destian laserskannerin tulosten pitäisi siis näissä kohdissa lähennellä 50 %:a. (E. Huuskonen-Snicker, henkilökohtainen tiedonanto 13.6.2019, Destia)

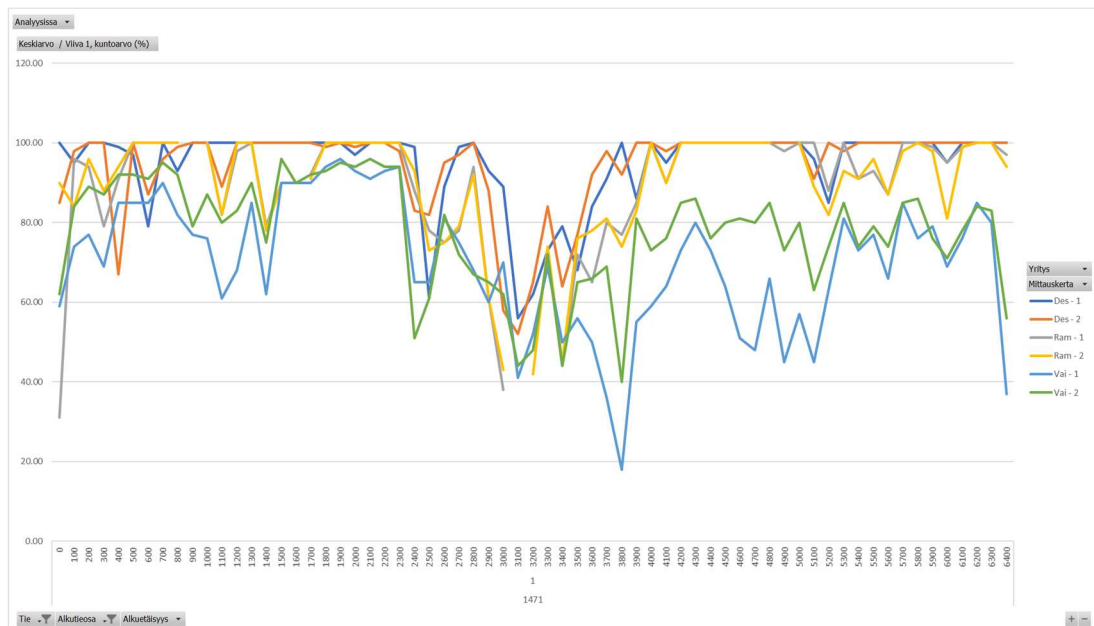


Kuvio 4. Tien 1471 tieosan 4 kuntoarvotulokset eri toimijoiden mittaamina (O. Saarinen 14.2.2019, henkilökohtainen tiedonanto Tiemerkitäpäivillä).

Taulukko 9. Tien 1471 tieosan 4 silmämääräisesti inventoidut kuntoarvot (E. Huuskonen-Snicker, henkilökohtainen tiedonanto 13.6.2019, Destia).

Sijainti	Pituus	Oikea reuna	Tietoja
1471 4 833-890	57	2	ORV: Hoito
1471 4 890-939	49	2	VRV: Päällyste, ORV: Hoito
1471 4 939-1042	103	2	ORV: Hoito
1471 4 1042-1079	37	2	VRV: Hoito, ORV: Hoito
1471 4 1255-1496	241	2	ORV: Hoito
1471 4 1580-1858	278	2	ORV: Hoito
1471 4 2045-2126	81	2	ORV: Hoito
1471 4 2126-2381	255	2	VRV: Hoito, ORV: Hoito
1471 4 2855-2939	84	2	ORV: Hoito
1471 4 2939-3053	114	2	VRV: Hoito, ORV: Hoito
1471 4 3053-3113	60	2	ORV: Hoito
1471 4 3359-3483	124	2	ORV: Hoito
1471 4 3658-3698	40	2	ORV: Hoito
1471 4 4074-4167	93	2	ORV: Hoito
1471 4 4167-4220	53	2	VRV: Hoito, ORV: Hoito
1471 4 4220-4230	10	2	ORV: Hoito
1471 4 4388-4452	64	2	ORV: Hoito
1471 4 4544-4588	44	2	ORV: Hoito
1471 4 4803-4841	38	2	ORV: Hoito
1471 4 5100-5116	16	2	VRV: Hoito, ORV: Hoito
1471 4 5148-5275	127	2	VRV: Hoito, ORV: Hoito
1471 4 5476-5508	32	2	

Samalla tiellä tieosalla 1 (kuvio 5.) oli paljon vähemmän alittaviksi arvioituja osuuksia, taulukko 10.



Kuvio 5. Tien 1471 tieosan 1 kuntoarvotulokset eri toimijoiden mittaamina (O. Saarinen 14.2.2019, henkilökohtainen tiedonanto Tiemeröntäpäivillä).

Taulukko 10. Tien 1471 tieosan 1 silmämääräisesti inventoidut kuntoarvot (E. Huuskonen-Snicker, henkilökohtainen tiedonanto 13.6.2019, Destia).

Sijainti	Pituus	Oikea reuna	Tietoja
1471 1 2692-2701	9	2	ORV: Päällyste
1471 1 3127-3155	28	2	ORV: Hoito
1471 1 3276-3290	14	2	ORV: Hoito
1471 1 5640-5652	12	2	ORV: Päällyste
1471 1 5997-6002	5	2	ORV: Päällyste

3.3.4 Yhteenveto

Tutkimuksen tuloksena todettiin, että Destialla ja Rambollilla laserskannaukseen perustuvien mittausten toistettavuudet olivat hyvät. Maalimerkinnöillä ei näyttänyt olevan vaikutusta menetelmän toimivuuteen, vaikkakin aineisto jäi pieneksi näiden tutkimusten osalta. Näissä testeissä ei pystytty testaamaan täristävien tiemerkintöjen vaikutusta tilastollisin menetelmin, mutta näillä merkinnöillä ei kuitenkaan havaittu olevan vaikutusta. (E. Huuskonen-Snicker, henkilökohtainen tiedonanto 13.6.2019, Destia)

4 DESTIAN SKANNERIN TULOSTEN VERTAAMINEN SILMÄMÄÄRÄISIIN TULOKSIIN

4.1 Yleistä

Aikaisempien tutkimusten pohjalta päätettiin tehdä tarkempaa tutkimusta koneellisten ja silmämääräisten tulosten välillä. Tämä sen takia, koska edellisissä testeissä oli vain muutamalta tieosalta silmämääräiset havainnot ja tästä haluttiin enemmän tietoa. Uudessa vertailussa käytetään syksyn 2018 testireittiä, sieltä saatuja skannerin dataa ja paalukohtaisia kuvia reitistä ja sen viivoista. Vertailu tehdään neljältä eri tieltä, joista kustakin on 2–3 tieosaa. Tieosat on pyritty valitsemaan eri kokoluokan teiltä ja vertailussa on mukana vasenta reunaviivaa massateiltä ja oikeaa reunaviivaa massa- sekä maali-teiltä. Valitut tiet ja tieosat ovat

- tie 25; osat 32, 33 ja 34
- tie 54; osat 9 ja 11
- tie 130; osat 3 ja 4
- tie 1471 (maali); osat 1 ja 2.

4.2 Datan käsittely

Silmämääräiset kuntoarviot, valituilta teiltä ja tieosilta, on tehty syksyn 2018 testien yhteydessä saaduista kuvista. Nämä kuntoarviot on tehty Väyläviraston ohjeistuksen mukaisesti. Silmämääräiset kuntoarviot ovat Excelissä metrin datana, eli jokaiselle tien paalulle on annettu oma kuntoarvio (1–5). Poikkeuksena ovat muutamat kohdat, joissa ei ollut havaittavissa viivaa. Näille on annettu arvoksi 0.

Destian skannerilla saatu data on myös laskettu Exceliin metrin dataksi. Skannerin data ilmoittaa jokaiselle paalulle lukemat viivan leveydestä (0–20 cm) ja laitteen havaitsemasta merkinnästä (0–100). Näistä lasketaan prosentuaalinen kuntoarvo (kaava 1):

$$\frac{\text{Marking detected} \times \text{Marking width}}{9,5} = \text{Kuntoarvo } \%$$

Kaava 1. Kuntoarvon kaava.

Kaavassa havaittu merkintä ja merkinnän leveyden tulo jaetaan 9,5:llä, koska useimpien 10 cm:n viivalla alin hyväksyty leveys on 9,5 cm.

Tämän jälkeen prosentuaalinen kuntoarvo pitää muuttua numeroksi 5–0, jotta se olisi vertailukelpoinen silmämääräisten kuntoarvoiden kanssa. Kuntoarvoa 0 käytetään suodattamaan pois kohdat, joissa viivaa ei ole ollenkaan havaittavissa tai jostain muusta syystä skanneri ei ole havainnut viivaa tai sen leveyttä. Muunto numeroksi 5–0 tapahtuu epäyhtälön avulla: kaava 2.

$$\text{jos } x > 95; 5, x > 87,5; 4, x > 62,5; 3, x > 37,5; 2, x > 12,5; 1, x > 0; 0$$

Kaava 2. Kuntoarvon muuttaminen arvoksi 5–0.

Kaavan raja-arvot on muodostettu Väyläviraston julkaisussa 38/2015 kuntoarvoille annettujen sanallisten selitysten pohjalta ks. taulukko 1.

Tämän jälkeen kaikki rivit, joissa Destian skannerin data näytti viivan leveydeksi ja merkinnän määräksi 0 mutta, joissa silmämääräinen kuntoarvo näytti paljon suurempaa arvoa, poistettiin vertailusta. Tämä tehtiin, jotta mahdolliset virheet mittauksen aikana ja yksittäiset skannerin virheet eivät vaikuttaisi vertailuun. Taulukkoon 11 on eritelty poistettujen nollarivien määrät kappaleina ja prosentuaalisesti kokonaishavaintojen määrästä teittäin.

Taulukko 11. Poistettujen rivien määrät.

Tie	Kaikkien tulosten määrä	Tulosten määrä, 0:t poistettu	Poistettujen tulosten määrä (kpl)	Poistettujen tulosten määrä (%)
25	18834	15947	2887	15,33 %
54	14998	11846	3152	21,02 %
130	9410	8761	649	6,90 %
1471	10591	9683	908	8,57 %

Tiellä 54 on esiintynyt 0-rivejä huomattavasti eniten, yli viidesosa tien kaikista havainnoista ovat olleet huonoja. Nämä 0-rivit ovat suurimmaksi osaksi olleet alle 10 rivin joukkoina ja vain harvoja yksittäisiä tai pidempiä pätkiä. Toiseksi eniten 0-rivejä on tiellä 25, noin 15 %. Eräs mahdollinen selitys näiden kahden tien poistetun datan määrälle voi olla, että molemmilla teillä on reunaviivojen jyrännät. Lika ja kosteus kerääntyvät helposti

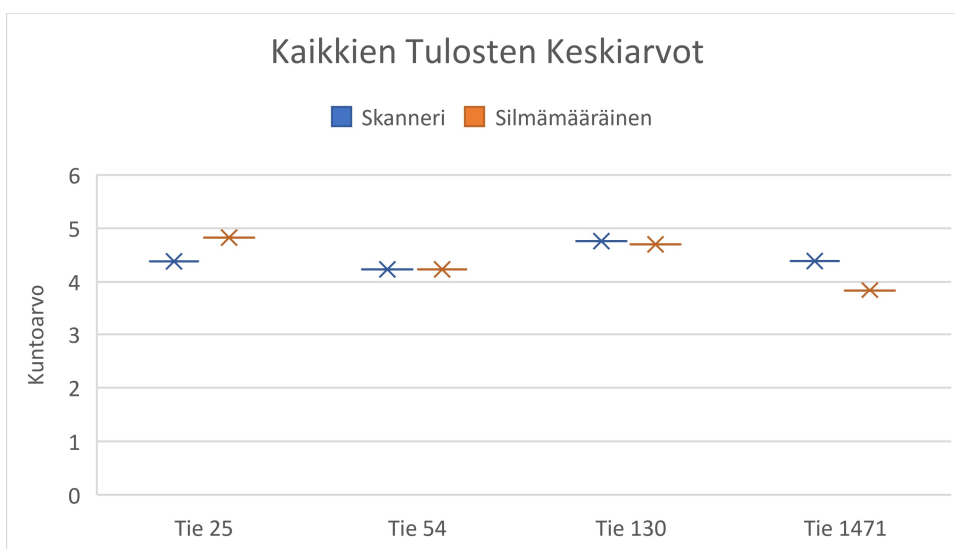
jiysintöihin ja tämä on saattanut aiheuttaa huonot tulokset. Kuitenkaan aikaisemmissa tutkimuksissa tämän ei havaittu vaikuttavan tuloksiin, mutta asiaa ei myöskään tarkemmin tutkittu.

4.3 Kuntoarvojen vertaaminen

Taulukossa 12 on esitetty silmämääräisten- ja skannerin kuntoarvojen kaikkien hyväksyttävien tulosten keskiarvot ja keskihajonnat vertailluilta tieosilta.

Taulukko 12. Kaikkien tulosten keskiarvot ja keskihajonnat.

	Skanneri		Silmämääräinen	
	Keskiarvo	Keskihajonta	Keskiarvo	Keskihajonta
Tie 25	4,382	1,011	4,828	0,502
Tie 54	4,231	1,142	4,231	1,009
Tie 130	4,760	0,668	4,697	0,586
Tie 1471	4,389	1,185	3,835	1,282

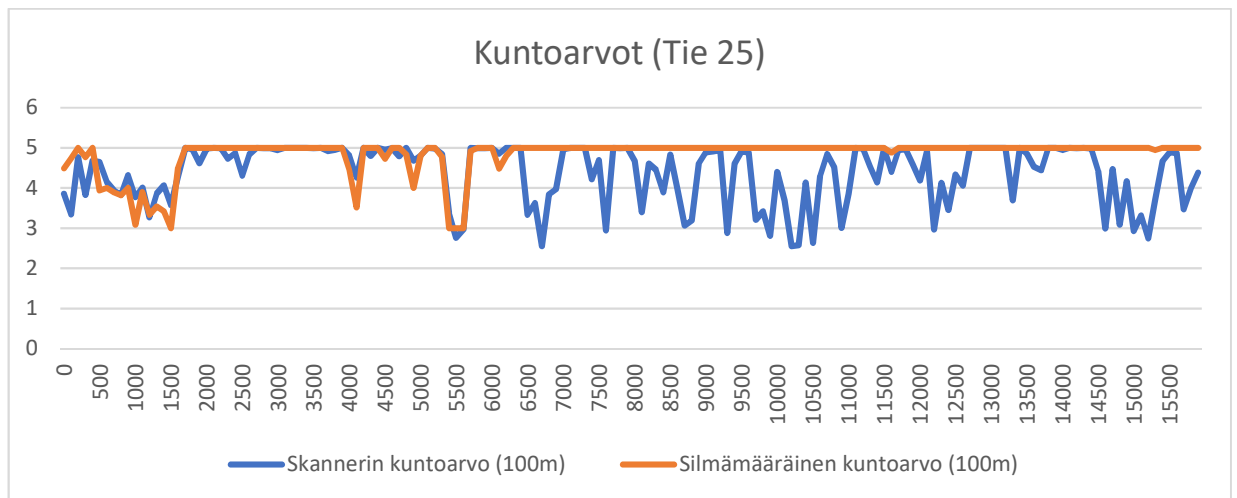


Kuvio 6. Kaikkien tulosten keskiarvot.

Kuviosta 6 nähdään, että kun teiltä ottaa kaikkien hyväksyttävien tulosten keskiarvon, niin skannerin ja silmämääräisen kuntoarvioinnin keskimääräiset kuntoarvot ovat melko lähellä toisiaan, korkeimmillaan erotus on vain noin 0,6 yksikköä. Kumpikaan mittaus-tapa ei tämän kuvion perusteella anna yhtäjaksoisesti korkeampia tuloksia.

Keskihajonnat ovat melko lähellä toisiaan kaikilla muilla teillä paitsi tiellä 25. Tämä johtuu todennäköisesti tien 25 tiemerkinän hyvästä kunnosta. Silmämääräisessä kuntoarvioinnissa tien kuntoarvo ei koko mittausmatkalla laskenut alle 3:n, tämän takia keskihajontakin on hyvin pieni. Skanneri taas antoi jokaista mahdollista arvoa, kuitenkin huomattavasti eniten 5:siä, niin kuin silmämääräinenkin.

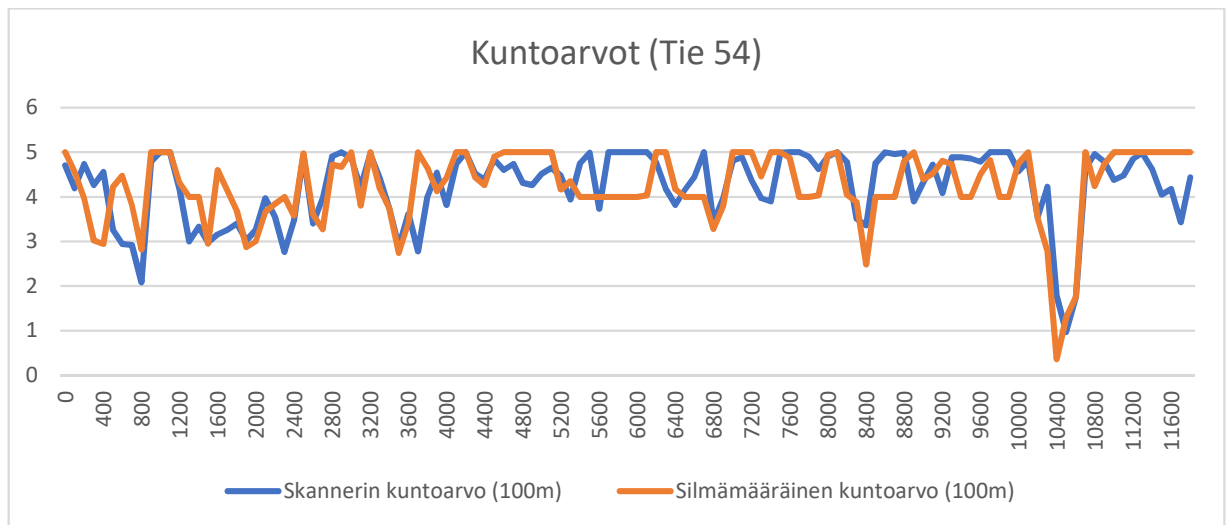
4.3.1 Tie 25



Kuvio 7. Tien 25 kuntoarvojen vertaaminen (100 m).

Kuviosta 7 nähdään, että tien 25 100 metrin jaksojen kuntoarvot osuvat melko hyvin yhteen noin 6 400 metriin asti. Tämän jälkeen silmämääräinen jatkuu lähes tasaisesti loppuun asti, kun taas skannerin antamat tulokset hyppivät ylös ja alas noin 2,5 ja 5 välillä. Tällä tiellä on kapulajyrsintää suunnilleen tieosan 32 paalulta 900 tieosan 33 paalulle 1 600. Tässä kuvaajassa se osuu suunnilleen paalulta 900 paalulle 6 400. Loppuosat tästä vertailu alueesta ovat sinijyrsintää. Mahdollinen selitys loppuosan skannerikuvaajan poukkoilulle voi olla tämä tien reunaviivojen jyrsinnöissä oleva ero.

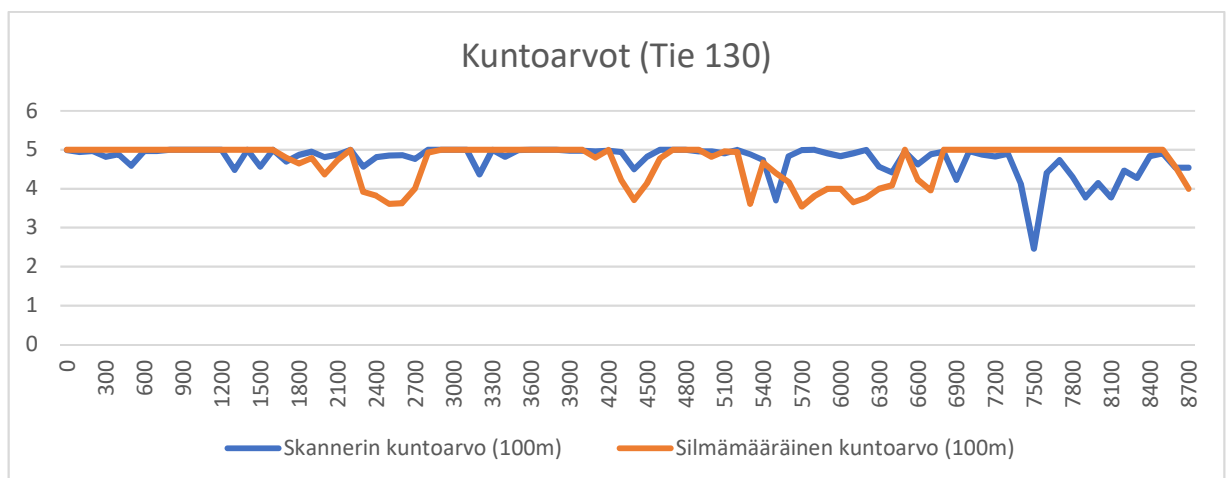
4.3.2 Tie 54



Kuvio 8. Tien 54 kuntoarvojen vertaaminen (100 m).

Kuvio 8 ilmentää, että tien 54 kuvaajat ovat melko yhdenmukaiset loppuun saakka. Molempien alin huippu on lähes täysin samassa kohdassa ja koko kuvion matkalla kuvion muodot myötäilevät toisiaan melko hyvin. Tälläkin tiellä on kapulajyrsintää tieosalla 11 paalulta n. 1 100–7 500. Kuvaajassa tämä väli on kohdassa n. 4 800–9 850. Tällä välillä kuvaajissa on suurimmat erot, mutta ne ovat silti melko yhdenmukaisia.

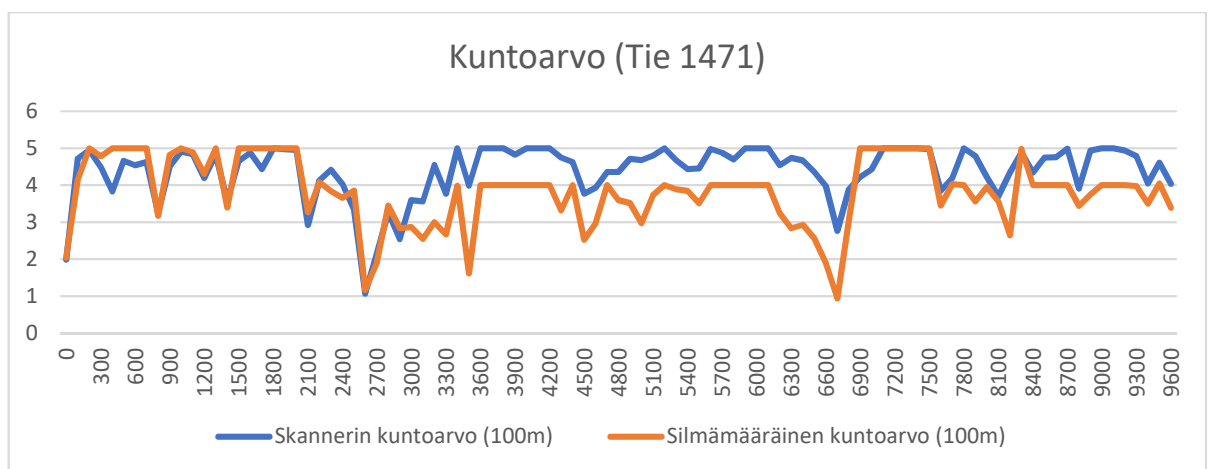
4.3.3 Tie 130



Kuvio 9. Tien 130 kuntoarvojen vertaaminen (100 m).

Kuvio 9 on melko tasainen. 2 400 ja 2 700 paalun välissä silmämääräisen tulokset ovat noin yhden yksikön huonommat kuin skannerin tulokset. Noin 4 500 paalulla tuloksissa on yli 0,5 yksikön ero, mutta kuvion muoto on saman tyylinen. 5 400 paalulta noin 6 800 paalulle silmämääräisen tulokset ovat noin yksikön verran skanneria huonommat ja 6 800 paalulta eteenpäin tasaista 5:sta melkein loppuun saakka, kun taas skannerin tulokset vaihtelevat, ja skannerien huonoin tulos, noin 2,5, osuu tälle välille, paalu 7 500.

4.3.4 Tie 1471



Kuvio 10. Tien 1471 kuntoarvojen vertaaminen (100 m).

Tien 1471 tuloksen osuvat melko hyvin yhteen. Kuviossa paalujen 3 000 ja 6 700 välillä skanneri antaa noin yhden yksikön korkeampaa tulosta kuin silmämääräinen, mutta kuitenkin kuvaajan perusmuoto on samanlainen.

4.3.5 Yhteenveto ja tulosten arviointi

Vertailujen tulokset näyttivät kokonaisuutena melko lupaavilta. Kaikkien hyväksyttävien tulosten keskiarvot ovat lähellä toisiaan, suurimmat erot ovat tiellä 25 ja 1471. Nämäkään eivät kuitenkaan ole kovin kaukana toisistaan. Näiden tulosten pohjalta ei voida sanoa antaako skanneri tai silmämääräinen menetelmä yhtäjaksoisesti suurempia tai pienempiä arvoja. Tässä vertailussa skanneri antoi sekä korkeampia, että matalampia arvoja ja suurimmissakin eroissa, tie 25 ja 1471, skanneri antoi toisessa korkeamman keskiarvon ja toisessa matalamman kuin silmämääräinen.

Keskihajonnat olivat kaikilla muilla tieosilla lähellä toisiaan, paitsi tiellä 25. Todennäköisin syy voisi olla tiemerkinän hyvä kunto, sillä skanneri mittaa ja antaa arvon tien jokaiselle metrille ja näin ollen lyhyetkin kohdat huonompaa tiemerkinää näkyvät vertailuissa, kun taas silmämääräisessä arvioinnissa lyhin arvioitava matka on 10 m. Eroa kasvattaa huomattavasti myös se, että silmämääräisellä kuntoarvioinnilla ei saatu yhtään 3:sta huonompaa arvoa koko vertailu osuudelta.

Kuvioissa 7–10 oli havaittavissa paikoittain melko suuriakin eroavaisuuksia. Teillä 25 ja 54 oli poistettu suurimmat määrät 0 tuloksia Exceleistä, noin 15 % tiellä 25 ja 21 % tiellä 54. Mahdollisia syitä tälle voivat olla reunaviivojen jyrinnät, kosteuden/lian kerääntymisen jyrintöihin ja muut syyt.

Tien 25 kuvaajassa oli suurimmat erot kaikista testien vertailuista ja toiseksi eniten huonoina poistettuja tuloksia. Tämän tien kuvaaja oli selvästi jakautunut kahteen osaan, tien alusta kuvaajan paalulle n. 6 400 käyrät ovat lähes täysin samassa linjassa, ja paalulta n. 6 400 loppuun saakka skanneri poukkoilee 5 ja 2,5 välillä, kun taas silmämääräinen on lähes tasainen viiva arvolla 5. Tälle todennäköisenä selityksenä voidaan pitää reunaviivojen jyrintöjä, sillä kuvaajan paaluilla 900–6 400 on käytetty reunaviivoissa kapulajyrintää ja siitä eteenpäin sinijyrintää. Tämän otoksen perusteella näyttäisi siltä että, kapulajyrinnällä ei ole ollut suurta vaikutusta tuloksiin, kun taas sinijyrinnällä on ollut huomattava vaikutus. On myös mahdollista, että jyrintä itsessään ei ole aiheuttanut tällaisia eroja, vaan jyrintään kerääntynyt lika tai kosteus.

Todennäköisesti suuri hylättyjen tulosten määrä johtuu kuitenkin jyrinnöistä tai niissä mahdollisesti mittaushetkellä olleesta kosteudesta tai liasta, sillä tiet, joilla oli eniten hylättyjä tuloksia, olivat myös ainoat tiet, joilla oli reunaviivojen jyrintä. Jyrinnät eivät kuitenkaan yksin selitä huonojen tulosten määrää, sillä tiellä 54 oli noin 21 % hylättyjä tuloksia, mikä on enemmän kuin tiellä 25, vaikka tiellä 54 oli ainoastaan kapulajyrintää kuvaajan paaluilla 4 800–9 850 eikä sinijyrintää ollenkaan. Tien 54 silmämääräistä kuntoarviointia tehdessä kävi myös ilmi, että tiellä 54 on paljon oikeanpuoleisia ryhmittymiskaistoja. Tämä on myös osasyynä tien 54 suureen määrään nolla tuloksia, sillä ryhmittymiskaistojen kohdalla tien oikeaan laitaan jää katkoviiva ja näistä kohdista skanneri antaa nolla tuloksia.

Tie 1471 oli vertailun ainoa maallitie ja tällä tiellä on myös suurin yhtäjaksoinen pätkä, jolla skanneri antaa noin yhden arvon korkeampaa lukemaa kuin silmämääräinen. Ero ei ole merkittävä, sillä molemmat, sekä skanneri että silmämääräinen kuntoarvio, antavat

tarpeeksi korkeita arvoja. Kuitenkin maalimerkinnöillä materiaalin ohuus ja auringon valon suunta ja kulma saattavat aiheuttaa sen, että maalimerkintä näyttää silmämääräistä kuntoarviointia tehdessä huonommalta pinta-alaansa verrattuna kuin se todellisuudessa onkaan.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän työn tulosten perusteella näyttäisi mahdolliselta, että tiemerkinöjen kuntoarviointia voitaisiin jatkossa tehdä Destian skannerilla, mutta kuitenkin myös lisätutkimuksille on tarvetta. Kehittämismahdollisuuksia voisi vielä olla ainakin laskennan osalta kaavoissa 1 ja 2.

Tässä työssä käytettiin samaa kaavaa (kaava 1) tiemerkinöiden prosentuaalisen kuntoarvon laskemisessa kuin Destia käytti aikaisemmissa tutkimuksissa (syksyn 2018 tutkimukset). Tämä kaava huomioi viivan leveyden vain, jos se alittaa alimman hyväksytyyn leveyden. 10 cm:n viivalla yleensä alin hyväksytty leveys on 9,5 cm, ja niin kauan kuin viivan leveys on yli 9,5 cm, antaa tämä kaava kuntoarvoksi suuremman luvun kuin todellinen havaittu merkinnän määrä on. Esimerkiksi jos skanneri havaitsee merkinnän määräksi 80 % ja viivan leveys on 12 cm, antaa skanneri kuntoarvoksi yli 100 %. Näin joissain paikoissa tulokset saattavat näyttää paremmilta kuin oikeasti ovatkaan. Tämän lisäksi viivan leveydellä on yleensä 0,5 cm:n toleranssit molempiin suuntiin. Tämän ylityttyä viivoista annetaan yleensä arvonalennusta. Vaihtoehtoinen menetelmä prosentuaalisen kuntoarvon laskemiseen voisi olla jonkinlainen toisen asteen yhtälö, jossa x:n arvoilla 9,5 ja 10,5 tulokseksi saataisiin 1. Tällöin viivan leveyden ollessa 9,5–10,5 cm kertoimeksi saataisiin 1, ja huippukohdassa, kohdassa 10, kerroin olisi hieman korkeampi. Tällä tavalla 9,5 pienemmät arvot ja 10,5 suuremmat arvot vaikuttaisivat negatiivisesti saatuun kuntoarvoon.

Kaava 2:ksi, epäyhtälö prosentuaalisen kuntoarvon muuttamisesta arvoiksi 5–0, on johdettu Väyläviraston julkaisusta 38/2015, jossa kerrotaan sanalliset kuvaukset kullekin kuntoarvolle (taulukko 1). Tässä työssä raja-arvot kullekin kuntoarvolle on valittu vain yllä olevan perusteella, eikä ole testattu, ovatko nämä rajat optimaalisimmat skannerin ja silmämääräisen kuntoarvioinnin yhdenmukaisuuden kannalta. Tämän tutkimista varten tarvitaan suurempi otanta ja mukana tulisi olla suurempi hajonta eri kuntoisia teitä, jotta saataisiin paljon dataa kustakin kuntoarvosta.

Destian skannerin sisäistä ja ulkoista tarkkuutta tulisi testata lisää. Skannerin tulisi antaa tietyllä testireitillä samat tulokset jokaisella kierroksella. Tällä hetkellä ei ole kovin tarkkaa tietoa siitä, kuinka toistettavia skannerin antamat tulokset ovat. Tämä testireitti, jota käsiteltiin tässä opinnäytetyössä, ajettiin kaksi kertaa eikä tässä työssä tarkkailtu, miten nämä tulokset vastasivat toisiaan. Tulosten tulisi myös olla uusittavissa, riippumatta siitä,

kuka testiä tekee (ulkoisen tarkkuus). Jatkotutkimuksia varten olisi hyvä, että testit tehtäisiin keväällä syksyn sijaan, sillä keväällä olisi enemmän vaihtelua tiemerkintöjen kunnossa talven jäljiltä ja näin saataisiin testattua skannerin tarkkuus laajemmalla skaalalla.

LÄHTEET

Liikennevirasto 37/2015. Tiemerkintöjen kuntoluokitus. Väylävirasto. Saatavissa https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2015-37_tiemerkintojen_kuntoluokitus_web.pdf

Liikennevirasto 5/2015. Tiemerkintöjen teettäminen. Väylävirasto. Saatavissa https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2015-05_tiemerkintojen_teettaminen_web.pdf

Liikennevirasto 53/2016. Tien kunnan vaikutukset liikenneturvallisuuteen. Väylävirasto. Saatavissa https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2016-53_tien_kunnan_web.pdf

Liikennevirasto 38/2015. Tiemerkintöjen laatuvaatimukset. Väylävirasto. Saatavissa https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2015-38_tiemerkintojen_laatuvaatimukset_web.pdf

Trafikverket 2010. TBT Vägmarkering, rev 1. Trafikverket. Saatavissa https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/10835/RelatedFiles/2010_109_tbt_vagmarkering_rev_1_.pdf

SFS-EN 1436:2018:en. Road marking materials. Road marking performance for road users and test methods.