



Väylävirasto  
Trafikledsverket

# Tiementöiden koneellisten ja visuaalisten kuntoarvomittausten vertailu 2022

Väyläviraston julkaisu 34/2023

Erkka Lumme, Juha Rissanen, Janne Junes

# Sisällysluettelo

- 1. [Johdanto](#)
  - 1.1 [Tiemerkinän kuntoluokka](#)
  - 1.2 [Tiemerkinöjen kuntomittausmenetelmät](#)
  - 1.3 [Tausta ja tavoitteet](#)
  - 1.4 [Mittausreitti](#)
- 2. [Koneellisten kuntomittausulosten vertailu](#)
- 3. [Koneellisten ja visuaalisten kuntomittausulosten vertailu](#)
- 4. [Yhteenvedo ja johtopäätökset](#)
- Liite 1: [Vuoden 2021 mittausulosten uudelleenprosessointi](#)

# Esipuhe

## Tässä julkaisussa:

- Tavoitteena on kehittää tiemerkitöjen koneellista kuntomittausta, jotta tulevaisuudessa olisi mahdollista siirtyä visuaalisesta mittaamisesta täysin koneelliseen mittaamiseen.
- Tutkitaan laserskannaustekniikalla tehtyjen mittauksien keskinäisiä poikkeavuuksia sekä näiden mittauksien yhteneväisyyttä visuaalisesti tehtyihin mittauksiin.
- Selvitetään, voidaanko koneellinen kuntoarvomittaus ottaa käyttöön tiemerkitöjen palvelusopimuksien laadunosoituksessa.

Tämä julkaisu on jatkoa vuosien 2020 ja 2021 töille ([Väyläviraston julkaisu 15/2021](#), [Väyläviraston julkaisu 24/2022](#)). Työn lähtökohtana oli kehittää mittausprosessia lähtien liikkeelle vuosina 2020 ja 2021 havaituista kehityskohteista. Esimerkiksi koneellisen kuntoarvomittauksen prosesseja pyrittiin yhtenäistämään vuoden 2021 tulosten perusteella, ja tämän vaikutuksia tutkittiin ennen mittausten aloittamista (tulokset löytyvät [liitteestä 1](#)).

## Työhön (4/2022–4/2023) osallistuneet

Julkaisun on laatinut Ramboll CM Oy, jossa työstä ovat vastanneet Erkka Lumme, Juha Rissanen ja Janne Junes.

Väylävirastosta projektista on vastannut Ossi Saarinen. Mukana työtä ohjaamassa on ollut myös Tuomas Österman.

Projektissa koneellisia mittauksia tekivät Destia ja Ramboll RST Finland:

- Destia: Juho Meriläinen, Pauli Alanaatu ja Eeva Huuskonen-Snicker
- Ramboll RST Finland: Harri Ahola, Mikael Sulonen ja Peter Sandbacka

Kaikki projektissa mukana olleet osallistuivat projektin kehitystyöhön.

Helsingissä toukokuussa 2023

Väylävirasto



# 1. Johdanto

# 1.1 Tiemerkinntän kuntoluokka

- Tiemerkinntöjen kuntoluokka määritetään viisiportaisen kuntoarvoasteikon perusteella.
- Merkinntän kuntoarvo määrytyy jäljellä olevan, näkyvän merkinntän suhteella alkuperäisen merkinntän pinta-alaan.
- Kuntoarvon 1 merkinntä on kulunut tai irronnut merkittävästi eikä enää toimi liikennetilaa jäsentävänä tekijänä. Kuntoarvon 5 merkinntä on toimivuuden kannalta paras mahdollinen eikä kuluneisuutta ole silmin havaittavissa.
- Tiemerkinntän kuntoarvo on paluuheijastavuuden ohella keskeisin vaatimus tiemerkinntöjen ylläpidossa.
- Tiemerkinntöjen ylläpidossa asetetulla kuntoarvovaatimuksella pyritään varmistamaan tiemerkinntän kulutuskestävyys.

Kuntoarvo	Kuvaus
1	Selvästi yli puolet merkinntästä on kulunut tai irronnut. Merkinntä ei toimi.
2	Noin puolet merkinntästä on kulunut tai irronnut. Merkinntän toimivuus on merkittävästi heikentynyt.
3	Merkinntästä noin neljäsosa on kulunut tai irronnut. Merkinntän toimivuus on lievästi heikentynyt.
4	Vain vähäistä kuluneisuutta. Merkinntän toimivuus on uudenveroinen.
5	Ei kuluneisuutta. Uusi tai uudenveroinen merkinntä.

# 1.2 Tiemerkinntöjen kuntomittausmenetelmät

## Koneellinen kuntomittaus

- Koneellisesti jatkuvana mittauksena suoritettu, tiemerkinntön kuluneisuutta kuvaava mittaus.
- Tässä työssä käytetyt mittaustulokset kuvaavat tiemerkinntöjen jäljellä olevan pinta-alan.
- Mittalaitteet mittaavat myös merkinntön leveystiedon, jota käytetään kuntoarvon määrittämisessä. Normaalilla 10 cm leveällä merkinntöllä kuntoarvo heikkenee, mikäli merkinntön leveys on alle 9,5 cm.
- Mittaustulos: kuntoarvo-% / 100 m.

## Visuaalinen kuntomittaus

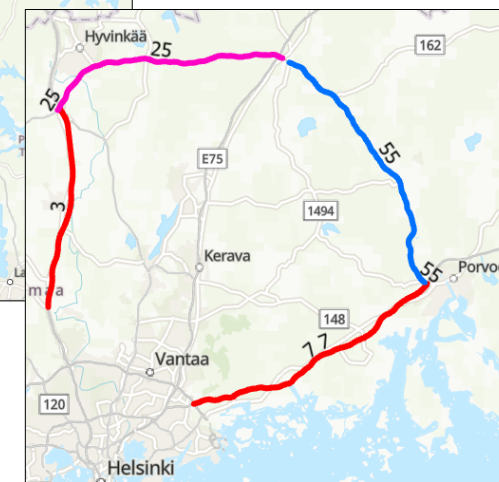
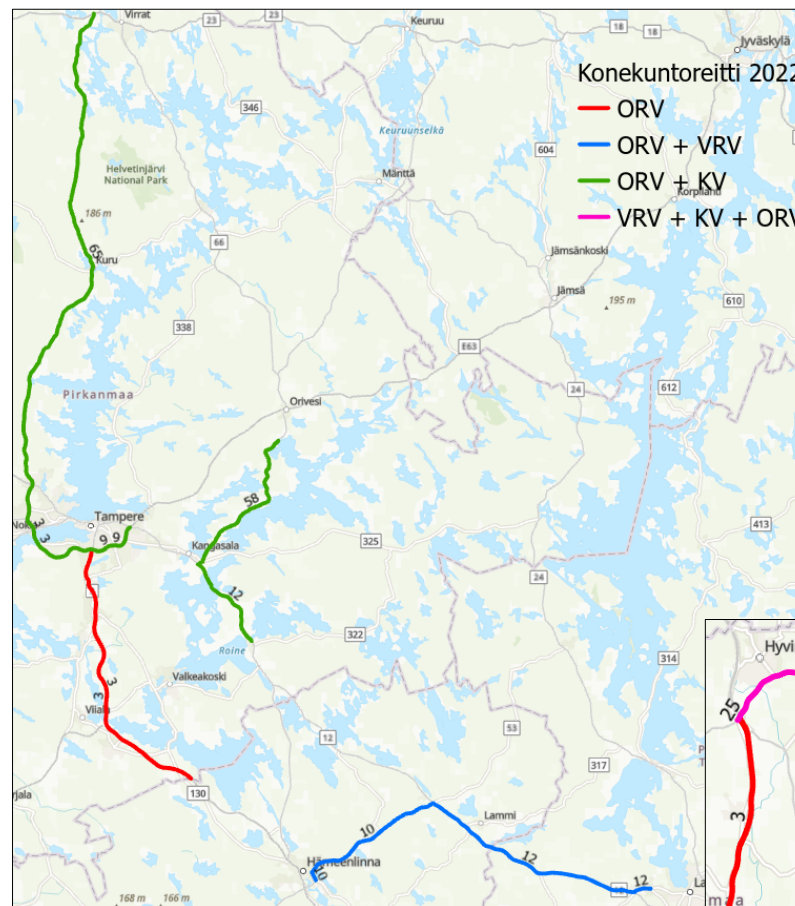
- [Visuaalinen jatkuva kuntomittausmenetelmä](#), tiemerkinntön kuluneisuutta kuvaava mittaus.
- Mittaustulokset kuvaavat tiemerkinntön kuntoluokkavaatimuksen alittavaa pituutta (pituus kuntoluokissa 1 ja 2).
- Mittaustulos: kuntoluokkavaatimuksen alittavan merkinntön pituus / 100 m.
- Visuaalinen kuntomittaus ei huomioi pituudeltaan alle 10 m muutoksia merkinntön kunnossa.

## 1.3 Tausta ja tavoitteet

- Nykyisissä tiemerkitöjen palvelusopimuksissa tiemerkitöjen kuntoarvoa mitataan visuaalisella kuntomittausmenetelmällä.
- Kuntoarvon koneelliseen mittaukseen on kehitetty laserskannereihin ja kameran kuvatulkiintaan perustuvia mittausmenetelmiä.
- Pitkän tähtäimen tavoitteena on kehittää koneelliseen kuntomittaukseen menetelmä, joka tunnistaa huonokuntoiset merkinnät ja tuottaa mahdollisimman samankaltaisen tuloksen merkintöjen kokonaiskunnosta kuin visuaalinen kuntomittausmenetelmä.
- Vuoden 2022 aikana toteutettu projekti oli jatkoa 2017–2021 järjestetyille projekteille.
- Samoin kuin vuosina 2020 ja 2021 vuoden 2022 koneelliset kuntomittaukset rajattiin tehtäväksi ainoastaan laserskannaukseen perustuvilla mittausmenetelmillä, ja osana vertailua suoritettiin myös merkintöjen visuaalinen kuntomittaus.
- Haasteena on kahta eri asiaa mittaavan menetelmän yhteensovittaminen.
  - Koneellinen kuntomittaus: tiemerkinän keskimääräinen kuluneisuus / 100 m mittausjakso (kuntoarvo-%).
  - Visuaalinen kuntomittaus: tiemerkinän kuntoluokkien 1 ja 2 merkintöjen pituus / 100 m mittausjakso.

# 1.4 Mittausreitti

- Kaikki mittaukset suoritettiin toukokuussa 2022.
- Mittausreittiin sisältyi yhteensä n. 1000 linjamerkintä-km reunaviivaa, keskiviivaa, ajokaistaviivaa, sulkuviivaa ja varoitusviivaa.
- Mittauskohteet sijaitsivat Uudenmaan ja Pirkanmaan ELY-keskusten tieverkolla.
- Mittauskohteiksi pyrittiin valitsemaan tiejaksoja, joilla merkintöjen kunto olisi mahdollisimman huono.
- Visuaalinen kuntomittaus tehtiin Ramboll CM Oy:n asiantuntijoiden toimesta.
- Tämän lisäksi kesäkuussa 2022 inventoitiin mittausreitille keskiviivarekisteri.







## 2. Koneellisten kuntomittaustulosten vertailu

# Koneellisten kuntomittaus tulosten vertailu

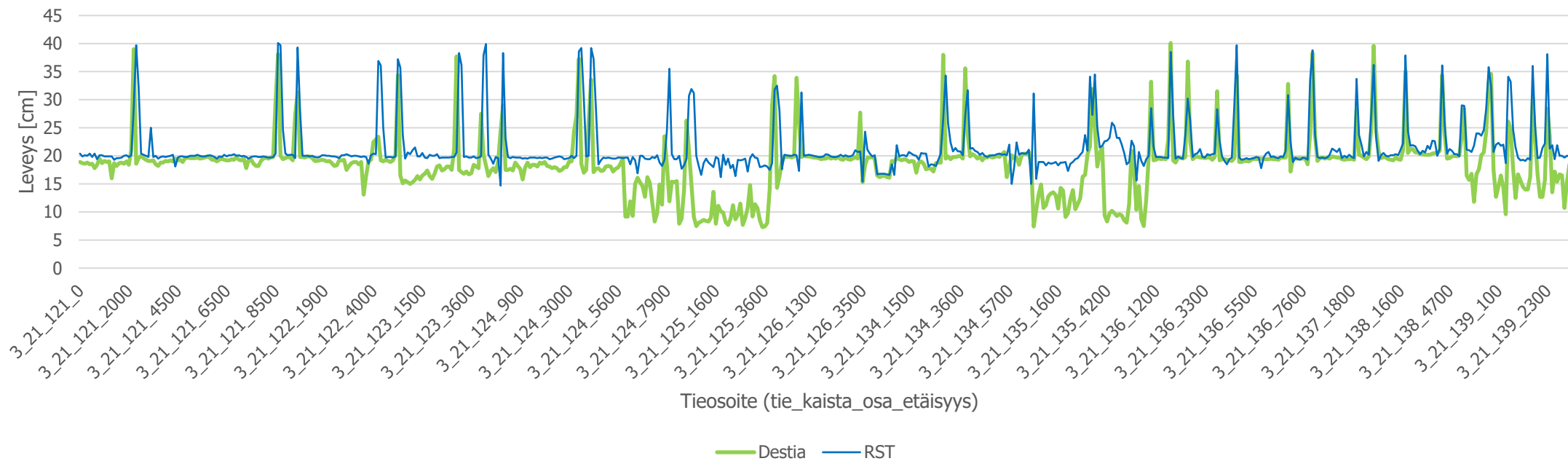
- Destia ja Ramboll RST mittasivat tiemerkinöjen kuntoa (kuntoarvo-%) ja leveyttä (cm) mittausreitillä.
- Mitatut merkinnät jaettiin kolmeen merkintälajiin: (1) reunaviivat, (2) keskiviivat (sisältää myös ajokaistaviivat) sekä (3) sulkuviivat (sisältää myös varoitusviivan).
- Destian ja Ramboll RST:n tulosten vertailemiseksi eri mittajien data yhdistettiin tieosoitteen ja yllä kuvatun merkintälajin perusteella. Yhdistetystä datasta karsittiin merkintälajeittain pois kohdat, joissa:
  - jommallakummalla tai molemmilla puuttui leveys- tai kuntomittaus
  - mitattu kuntoarvo < 0 kuntoarvo-% tai leveys ≤ 0 cm
  - jompikumpi mittaja oli antanut häiriökommentin esteestä tai häiritsevästä liasta
  - oli mitattu merkintälajia, joka ei ollut mittausohjelmassa
  - sulku- tai keskiviivaa oli mitattu, vaikka sitä ei keskiviivarekisterin perusteella ollut kyseisessä kohdassa.

*Taulukko: Lopullinen analysoitava datapituus merkintälajeittain.*

Merkintälaji	Analysoitavan konekuntodatan pituus [km]	Mittausohjelman pituus [km]	Osuus mittausohjelmasta
Reunaviiva	545	625	87 %
Keskiviiva	123	183	67 %
Sulkuviiva	128	200	64 %
Yhteensä	796	1008	79 %

# Koneellisten kuntomittaustulosten vertailu

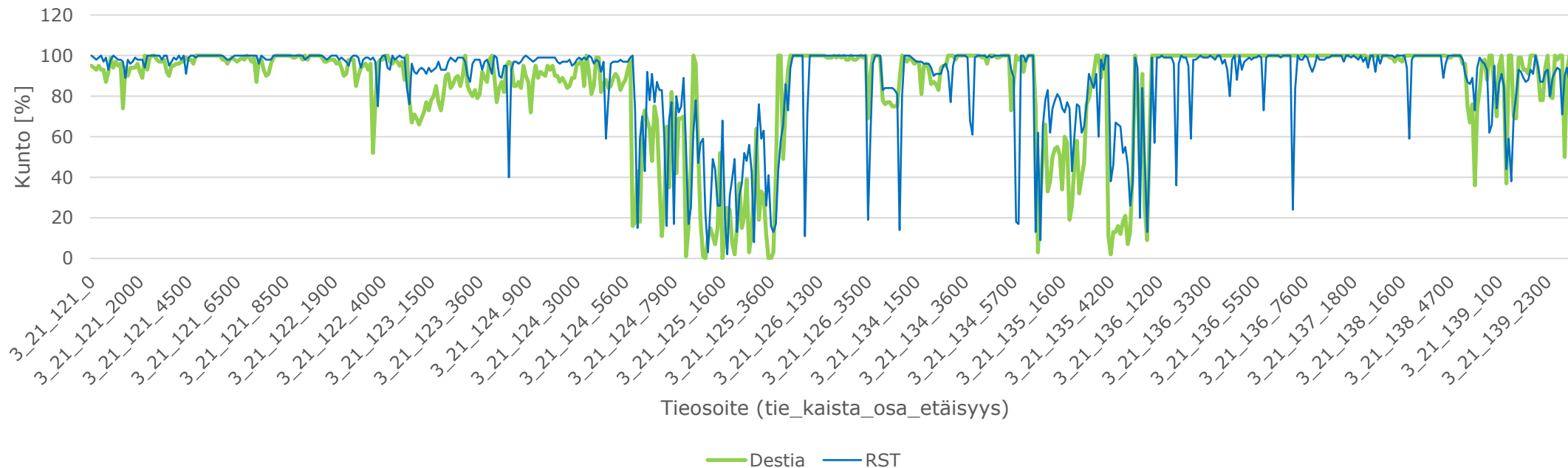
Oikean reunaviivan leveys, Vt 3, moottoritie



- Destian ja RST:n reunaviivojen leveysmittauksissa oli paikoin havaittavissa selvää tasoeroa, mutta pääosin mittaustulokset seurasivat toisiaan varsin hyvin.
  - Tämä pätee myös keski- ja sulkuviivojen mittauksille.

# Koneellisten kuntomittaukset vertailu

Oikean reunaviivan kuntoarvo, Vt 3, moottoritie



- Reunaviivojen kuntomittauksissa oli paikoin havaittavissa selvää tasoeroa osin samoissa kohdissa, missä myös mitatut leveydet poikkesivat.
  - Tämä pätee myös keski- ja sulkuviivojen mittauksille.

# Koneellisten kuntomittaustulosten vertailu

Merkintälaji	ka. ero [cm]*		ka. abs. ero [cm]**		Korrelaatio	
	2022	2021	2022	2021	2022	2021
Reunaviivat***	1,1	0,7	1,6	1,0	0,86	0,97
Keskiviivat	0,7		0,7		0,72	
Sulkuviivat	0,6		0,8		0,67	

\*Kertoo, kuinka paljon suurempi Ramboll RST:n mittaustulos keskimäärin on verrattuna Destian mittaustulokseen. Jos arvo on negatiivinen, Destian mittaustulokset ovat keskimäärin suurempia.

\*\*Keskimääräinen absoluuttinen (=itseisarvo) poikkeama Ramboll RST:n ja Destian mittaustulosten välillä.

\*\*\*Reunaviivojen mittauksista on poistettu mittausalueen profiilimerkinnot.

- Ramboll RST:n ja Destian leveysmittausten vertailu:
  - Ramboll RST:n mittaustuloksissa merkinnän leveys oli keskimäärin suurempi kuin Destialla, ja tämä päti kaikilla merkintälajeilla.
  - Destian ja Ramboll RST:n leveysmittausten välinen korrelaatio oli parempi reunaviivoilla kuin keski- ja sulkuviivoilla, mutta keskimääräiset erot taas olivat suurempia.
  - Destian ja Ramboll RST:n reunaviivojen leveysmittausten keskimääräiset erot kasvaneet ja korrelaatiot laskeneet verrattuna vuoteen 2021.

# Koneellisten kuntomittaustulosten vertailu

Merkintälaji	ka. ero [kuntoarvo-%]*		ka. abs. ero [kuntoarvo-%]**		Korrelaatio	
	2022	2021	2022	2021	2022	2021
Reunaviivat***	0,8	-3,3	9,0	7,4	0,71	0,76
Keskiviivat	2,4		10,4		0,77	
Sulkuviivat	-6,0		12,0		0,68	

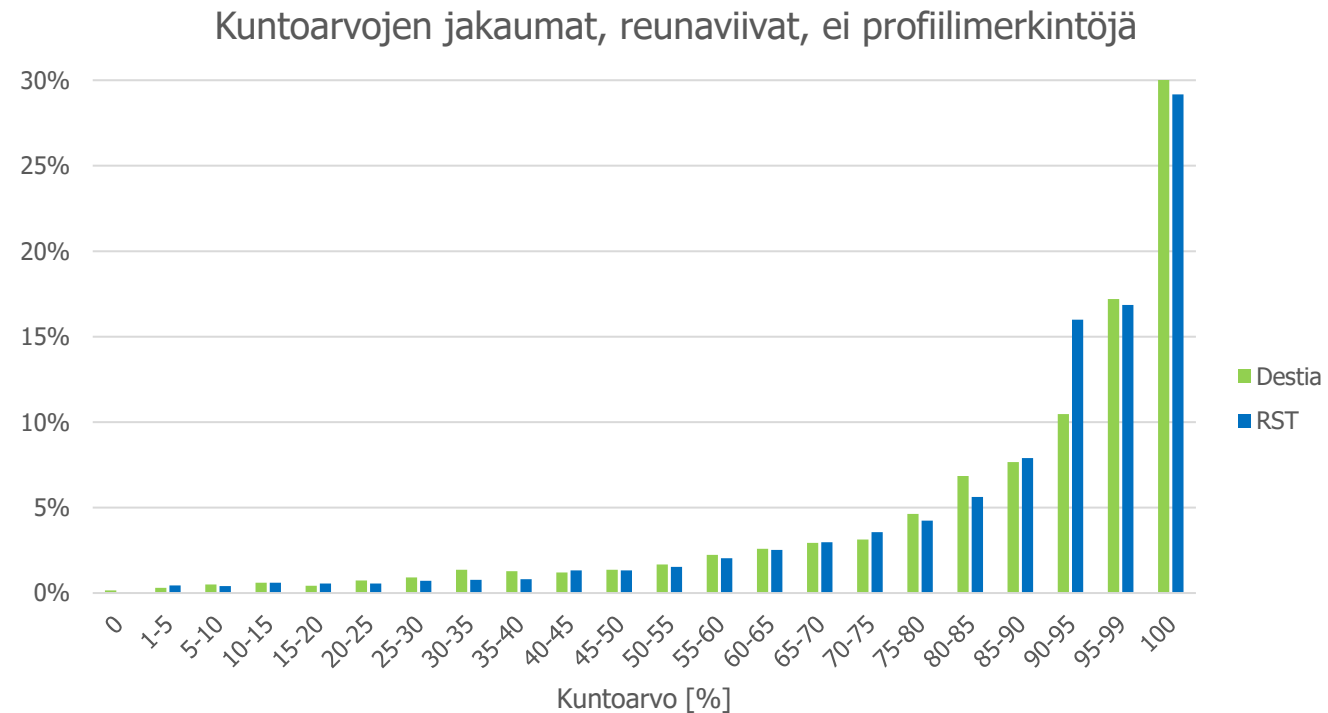
\*Kertoo, kuinka paljon suurempi Ramboll RST:n mittaustulos keskimäärin on verrattuna Destian mittaustulokseen. Jos arvo on negatiivinen, Destian mittaustulokset ovat keskimäärin suurempia.

\*\*Keskimääräinen absoluuttinen (=itseisarvo) poikkeama Ramboll RST:n ja Destian mittaustulosten välillä.

\*\*\*Reunaviivojen mittauksista on poistettu mittausalueen profiilimerkinnot.

- Ramboll RST:n ja Destian kuntoarvomittausten vertailu:
  - Ramboll RST:n mittaustuloksissa merkinnän kunto oli keskimäärin suurempi kuin Destialla reuna- ja keskiviivoilla, kun taas sulkuviivoilla järjestys oli päinvastainen.
  - Destian ja Ramboll RST:n kuntomittausten välinen korrelaatio oli suurin keskiviivoilla, pienin sulkuviivoilla. Keskimääräiset erot taas olivat pienimpiä reunaviivoilla ja suurimpia sulkuviivoilla.
  - Destian ja Ramboll RST:n reunaviivojen kuntomittausten keskimääräinen absoluuttinen ero on kasvanut ja korrelaatio laskenut verrattuna vuoteen 2021. Keskimääräinen ero taas on pienentynyt.

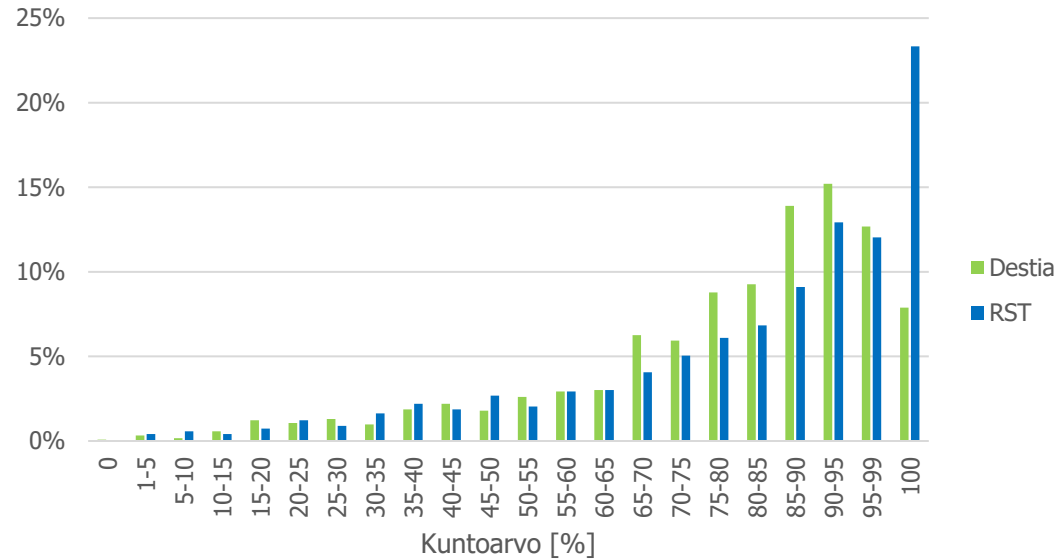
# Koneellisten kuntomittaustulosten vertailu



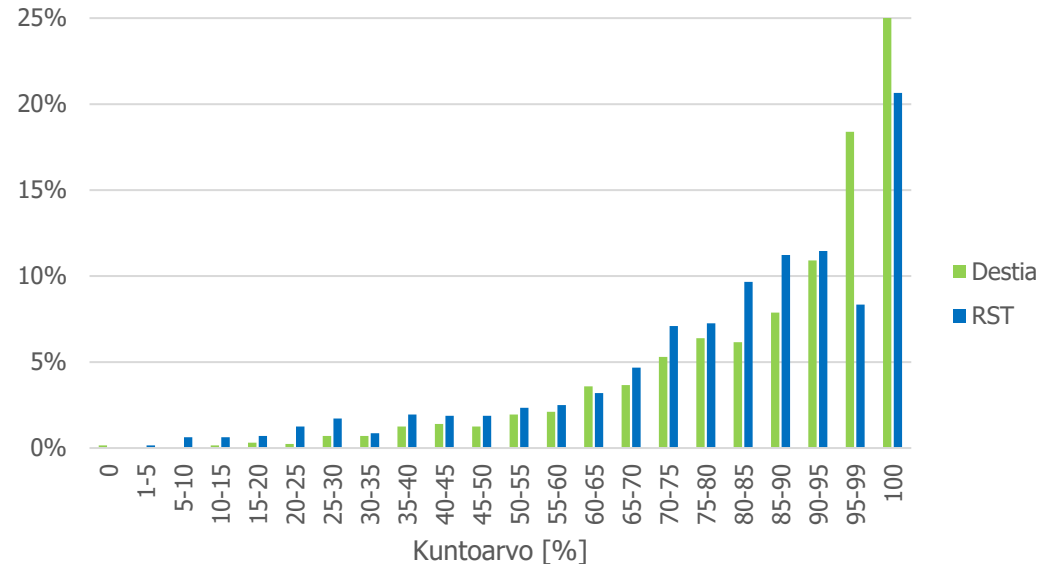
- Reunaviivojen kuntoarvojakaumien erot Destian ja Ramboll RST:n välillä olivat pienemmät kuin vuonna 2021. Suurin ero oli kuntoarvovälillä 90–95 kuntoarvo-%.

# Koneellisten kuntomittaustulosten vertailu

Kuntoarvojen jakaumat, keskiviivat



Kuntoarvojen jakaumat, sulkuviivat



- Keski- ja sulkuviivojen tapauksessa kuntoarvojakaumien erot Destian ja Ramboll RST:n mittaustulosten välillä olivat selvästi suurempia kuin reunaviivoilla.



# Koneellisten kuntomittaus tulosten vertailu

- Liittymäalueilla tehdyissä mittauksissa Destian ja Ramboll RST:n kuntoarvomittausten keskimääräiset erot olivat suurempia kuin koko mittausalueella lasketut erot kaikilla merkintälajeilla:
  - Esim. reunaviivoilla keskimääräinen absoluuttinen poikkeama Destian ja Ramboll RST:n kuntoarvomittausten välillä oli 11,5 kuntoarvo-% liittymäalueilla, kun se koko mittausalueella oli 9,0 kuntoarvo-%.
  - Destian ja Ramboll RST:n kuntomittausten väliset korrelaatiot olivat likimain yhtä suuria tai matalampia liittymäalueilla kuin koko mittausalueella yhteensä.
- Tiellä 3 oli profiloitua reunaviivaa.
  - Profiloidulla merkinnällä Destian ja Ramboll RST:n leveys- ja kuntomittausten väliset erot olivat suurempia kuin muulla mittausalueella.
  - Lisäksi leveysmittausten korrelaatio oli matalampi, mutta kuntomittausten korrelaatio oli itse asiassa parempi.

# Koneellisten kuntomittauksetulosten vertailu

- Destian ja Ramboll RST:n koneellisten leveys- ja kuntomittausten toistettavuutta testattiin toisto/kontrollimittauksilla.
- Kontrollimittauksista karsittiin ongelmalliset kohdat [sivulla 10](#) kuvatuilla ehdoilla.

*Taulukko: Lopullinen analysoitavan kontrollidatan pituus merkintälajeittain.*

Merkintälaji	Analysoitavan kontrollidatan pituus [km]	Mittausohjelman pituus [km]	Osuus mittausohjelmasta
Reunaviivat	36	41	88 %
Keskiviivat	42	58	72 %
Sulkuviivat	19	38	49 %
Yhteensä	97	145	66 %

# Koneellisten kuntomittaustulosten vertailu

*Taulukko: Leveysmittausten toistettavuus = 1. mittauksen ja kontrollimittauksen tuloksen erotuksen itseisarvon keskiarvo.*

Merkintälaji	Destia 2022 [cm]	Destia 2021 [cm]	RST 2022 [cm]	RST 2021 [cm]
Reunaviivat*	0,3	0,2	0,1	0,2
Keskiviivat	0,2		0,2	
Sulkuviivat	0,2		0,3	

\*Reunaviivojen mittauksista on poistettu mittausalueen profiilimerkinnot.

- Leveysmittausten toistettavuuden tarkastelu:

- Reunaviivoilla Destian leveysmittausten toistettavuus oli heikompi kuin Ramboll RST:n, kun taas sulkuviivoilla se oli parempi. Keskiviivoilla toistettavuudet olivat likimain samat.
- Destian mittaustuloksissa reunaviivojen leveysmittausten toistettavuus oli heikompi kuin keskiviivojen ja sulkuviivojen.
- Ramboll RST:n mittaustuloksissa toistettavuus oli heikointa sulkuviivoilla, parasta reunaviivoilla.
- Profiloiduilla reunaviivaosuuksilla leveysmittausten toistettavuus oli muuta mittausaluetta huonompaa.
- Liittymäalueilla toistettavuus oli useimmiten huonompaa kuin koko mittausalueella yhteensä. Mutta Ramboll RST:n mittauksissa keski- ja sulkuviivojen leveysmittausten toistettavuus oli parempaa liittymäalueilla.
- Reunaviivojen leveysmittausten toistettavuus on heikentynyt Destialla vuodesta 2021, kun taas Ramboll RST:llä se on parantunut.

# Koneellisten kuntomittaus tulosten vertailu

Taulukko: Kuntomittausten toistettavuus = 1. mittauksen ja kontrollimittauksen tuloksen erotuksen itseisarvon keskiarvo.

Merkintälaji	Destia 2022 [kuntoarvo-%]	Destia 2021 [kuntoarvo-%]	RST 2022 [kuntoarvo-%]	RST 2021 [kuntoarvo-%]
Reunaviivat*	2,0	1,1	2,1	3,0
Keskiviivat	3,8		3,0	
Sulkuviivat	3,4		6,7	

\*Reunaviivojen mittauksista on poistettu mittausalueen profiilimerkinnot.

- Kuntoarvomittausten toistettavuuden tarkastelu:
  - Keskiviivoilla Destian kuntomittausten toistettavuus oli heikompi kuin Ramboll RST:n, kun taas reuna- ja sulkuviivoilla se oli parempi.
  - Kuntomittausten toistettavuus oli parasta reunaviivoilla, heikointa joko keskiviivoilla (Destia) tai sulkuviivoilla (Ramboll RST).
  - Profiloituilla reunaviivaosuuksilla kuntomittausten toistettavuus oli muuta mittausaluetta huonompaa.
  - Liittymäalueilla toistettavuus oli sulkuviivoilla ja Ramboll RST:n mittauksissa keskiviivoilla parempaa kuin koko mittausalueella yhteensä. Muutoin toistettavuus oli liittymäalueilla huonompaa.
  - Destialla reunaviivojen kuntomittausten toistettavuus heikkeni verrattuna vuoteen 2021, kun taas Ramboll RST:llä toistettavuus parani.

# Koneellisten kuntomittaustulosten vertailu

- Varsinaisten tiemerkitöjen mittausten lisäksi järjestettiin kahden tasalaatuisen merkintäteipin (yhtenäinen ja katkonainen) kunnan mittaaminen 100 metrin matkalta.
- Alla olevassa taulukossa on viiden toistomittauksen keskiarvot leveydelle ja kuntoarvolle.
- Kuntomittaukset antoivat kaikilla mittauskerroilla tulokseksi tasan 100 kuntoarvo-%.
- Leveysmittauksissa havaittiin pientä poikkeamaa suhteessa todelliseen merkinnän leveyteen (=10 cm).
- Leveysmittauksissa oli jonkin verran vaihtelua mittausnopeuden muuttuessa, mutta leveysmittauksen riippuvuus mittausnopeudesta oli silti melko vähäinen.
- Destian ja Ramboll RST:n leveysmittausten keskiarvojen väliset erot 0,1 cm:n luokkaa yhtenäisellä merkinnällä ja 0,2 cm:n luokkaa katkonaisella merkinnällä. Yhtenäisellä merkinnällä erot ovat kasvaneet verrattuna vuoden 2021 testiin.

*Taulukko: Viiden toistomittauksen keskiarvot leveydelle ja kuntoarvolle.*

	Yhtenäinen merkintä			Katkonainen merkintä		
	40 km/h	60 km/h	80 km/h	40 km/h	60 km/h	80 km/h
Destia, leveys [cm]	10,07	10,06	10,05	10,08	10,05	10,07
Destia, kunto [%]	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
RST, leveys [cm]	10,18	10,14	9,98	10,30	10,24	10,28
RST, kunto [%]	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00



## **3. Koneellisten ja visuaalisten kuntomittaus tulosten vertailu**

# Koneellisten ja visuaalisten kuntomittauksetulosten vertailu

- Koneelliset ja visuaaliset kuntomittaukset yhdistettiin tieosoitteen ja merkintälajin (reuna-, keski- tai sulkuviiva) perusteella. Tätä ennen
  - koneellisista mittauksista karsittiin [sivun 10](#) karsintojen lisäksi jäljelle jäävät häiriökommentit (mm. risteys), alle 100 metrin mittaiset jaksot sekä profiilimerkintöjen osuudet
  - visuaalisista mittauksista karsittiin 100 metrin jaksot, joille oli merkitty häiriökommentti.

*Taulukko: Lopullinen analysoitava yhdistetyn visuaalisen ja koneellisen datan pituus merkintälajeittain.*

Merkintälaji	Analysoitavan datan pituus [km]	Mittausohjelman pituus [km]	Osuus mittausohjelmasta
Reunaviiva	391	625	63 %
Keskiviiva	98	183	54 %
Sulkuviiva	93	200	47 %
Yhteensä	583	1008	58 %

# Koneellisten ja visuaalisten kuntomittauksetulosten vertailu

- Alun perin visuaalisten kuntomittausten tulokset esitetään huonokuntoisena pituutena (merkinnän kuntoluokka 1–2, [sivu 5](#)) per 100 m.
- Jotta vertailu koneellisten kuntomittausten tuloksiin olisi mahdollisimman suoraviivainen, visuaalisen kuntomittauksen tulokset käännettiin ympäri siten, että käännetyt tulokset antavat ei-huonokuntoisen (kuntoluokka 3–5, [sivu 5](#)) merkinnän pituuden per 100 m. Käännettyissä tuloksissa merkinnältään täysillä 100-metrisillä:
  - 100 tarkoittaa hyväkuntoista (eli 0 metriä kuntoluokissa 1–2)
  - 0 huonokuntoista (eli 100 metriä kuntoluokissa 1–2)
- Lisäksi keski- ja sulkuviivojen osalta on otettava huomioon se, että 100-metrinen ei välttämättä koko matkaltaan sisällä keski- tai sulkuviivaa.
  - Jotta vertailut olisivat mahdollisimman suoraviivaisia, tällaiset 100-metrin jaksot karsittiin pois tarkastelusta. Tämä karsi pois 2 % keskiviivan mittauksista ja 40 % sulkuviivojen mittauksista.
  - Karsimisen lisäksi tehtiin myös täydentävä tarkastelu, jossa keski- tai sulkuviivaltaan vajaan 100-metriset otettiin mukaan analyysiin, mutta niiden lopullinen visuaalisen mittauksen tulos esitettiin prosenttiosuutena seuraavasti:
    - $KL\ 3-5\ \% = 100\ \% \times (KL\ 3-5\ \text{pituus, m}) / (\text{merkinnän pituus } 100\text{-metrisellä})$
    - Merkinnän pituus 100-metrisellä saadaan selville keskiviivarekisterin ([sivu 8](#)) tuloksista.
    - Tarkempi kuvaus tästä laskutavasta löytyy [sivulta 25](#).
- Myös reunaviivojen osalta on mahdollista, että merkintä ei ulotu koko 100-metrisen matkalle. Tästä tarkastelusta on kuitenkin poistettu kaikki tiedossa olevat kohdat, joissa näin voisi käydä (liittymäalueet).



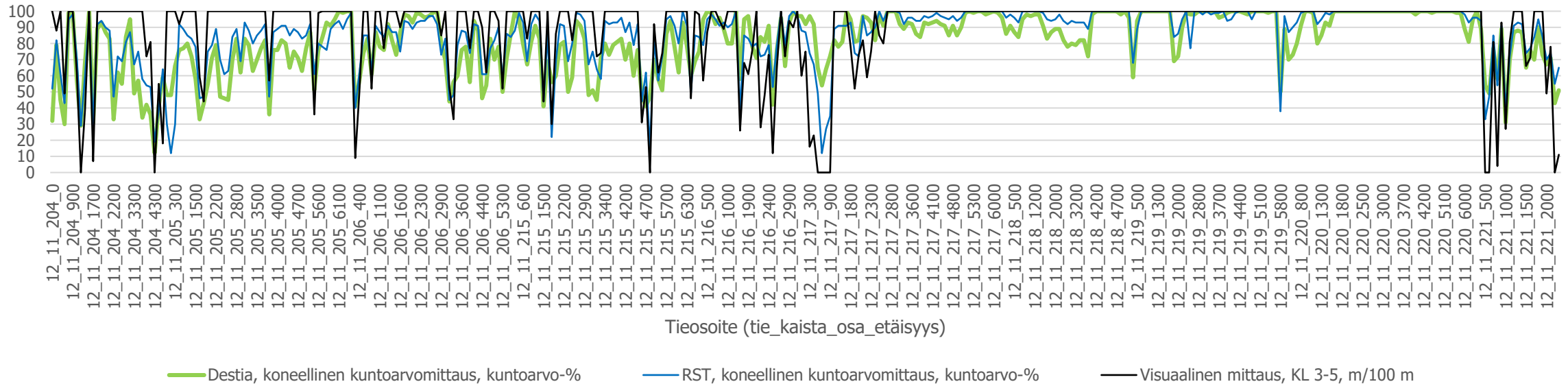
# Koneellisten ja visuaalisten kuntomittauksetulosten vertailu

- Alla olevassa taulukossa esimerkki 100-metrisestä, joka ei ole koko pituudeltaan keskiviivaa, ja josta löytyy visuaalisen mittauksen perusteella huonokuntoista kuntoluokkien 1–2 merkintää.
- Taulukon 100-metriselle ympäri käännetty visuaalisen kuntomittauksen tulos eli kuntoluokkien 3–5 pituus on: 60–40 = 20 metriä.
- Keskiviivamerkinnän pituus 100 metrin jaksolla on 60 metriä.
- Tällöin kuntoluokkien 3–5 suhteellinen osuus eli KL 3–5 % = 100 % x (KL 3–5 pituus, m)/(merkinnän pituus 100-metrisellä) = 100 % x 20/60 ≈ 33 %.

Paaluväli [m]	0–20	20–40	40–60	60–80	80–100
Keskiviiva (inventoinnista)	Keskiviiva	Keskiviiva	Keskiviiva	Ei keskiviivaa	Ei keskiviivaa
Huonokuntoinen (KL 1–2)	Huonokuntoinen	Huonokuntoinen	Ei huonokuntoinen		

# Koneellisten ja visuaalisten kuntomittauksetulosten vertailu

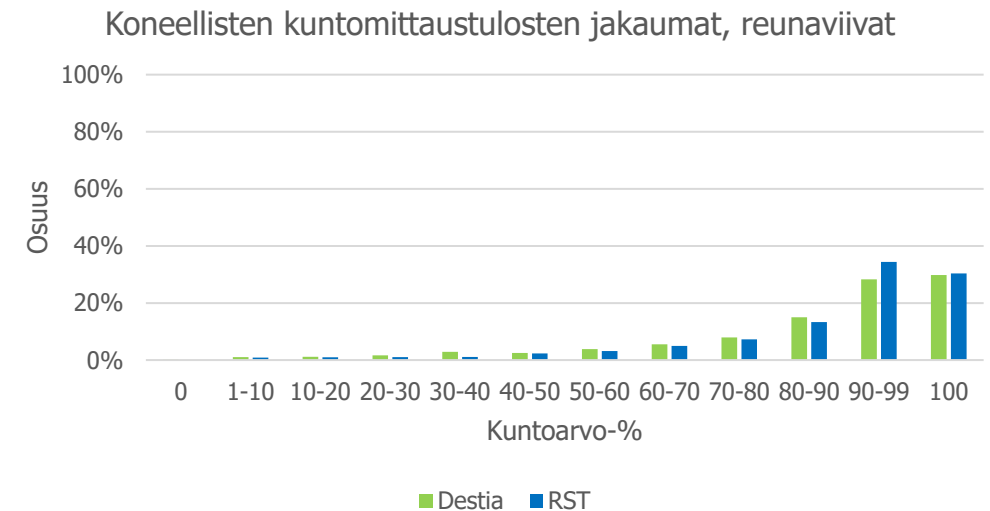
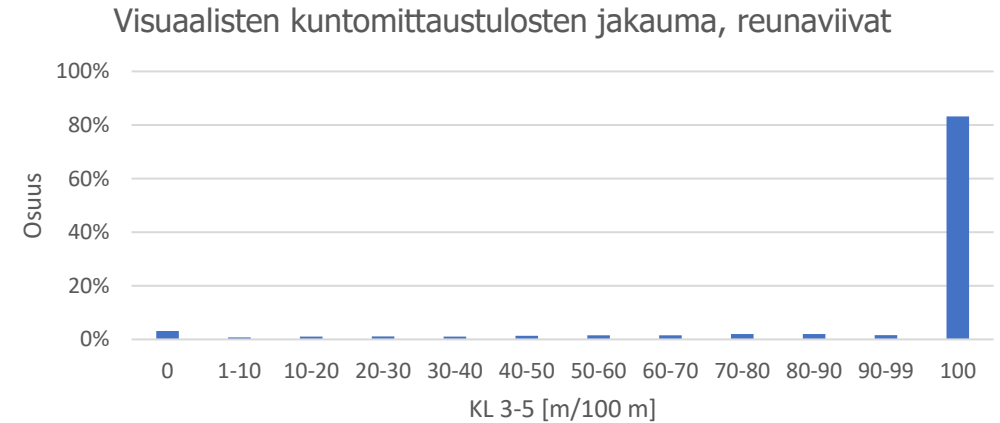
Vt 12, oikean reunaviivan kunto



- Kohdissa, joissa visuaalinen kuntomittaus oli tuottanut tiedon reunaviivamerkinnän huonosta kunnosta, oli myös koneellisen kuntomittauksen perusteella havaittu usein selvä kuntosuhte. Toisinaan taas koneellisen kuntomittauksen havaitsema kuntosuhte ei näkynyt visuaalisessa mittauksessa.
  - Sama pätee myös keski- ja sulkuviivoilla.

# Koneellisten ja visuaalisten kuntomittautulosten vertailu

- Koneellisissa kuntomittauksissa oli vähemmän tasan 100 yksikön tuloksia kuin visuaalisissa kuntomittauksissa.
- Ero syntyy koneellisten ja visuaalisten kuntomittausten periaatteellisista eroista.
- Esimerkki: Hieman kulunut merkintä
  - Koneellinen kuntomittaus: kuntoarvo-% 90–99
  - Visuaalinen kuntomittaus: kuntoluokissa 3–5 oleva merkintäpituus 100 m.
- Samasta syystä visuaalisissa mittauksissa havaitaan enemmän tasan 0 yksikön tuloksia kuin koneellisissa mittauksissa.
- Ylläolevat havainnot pätevät myös keski- ja sulkuviivojen jakaumille.



# Koneellisten ja visuaalisten kuntomittaus tulosten vertailu

*Taulukko: Koneellisten ja visuaalisten kuntomittaus tulosten väliset korrelaatiot.*

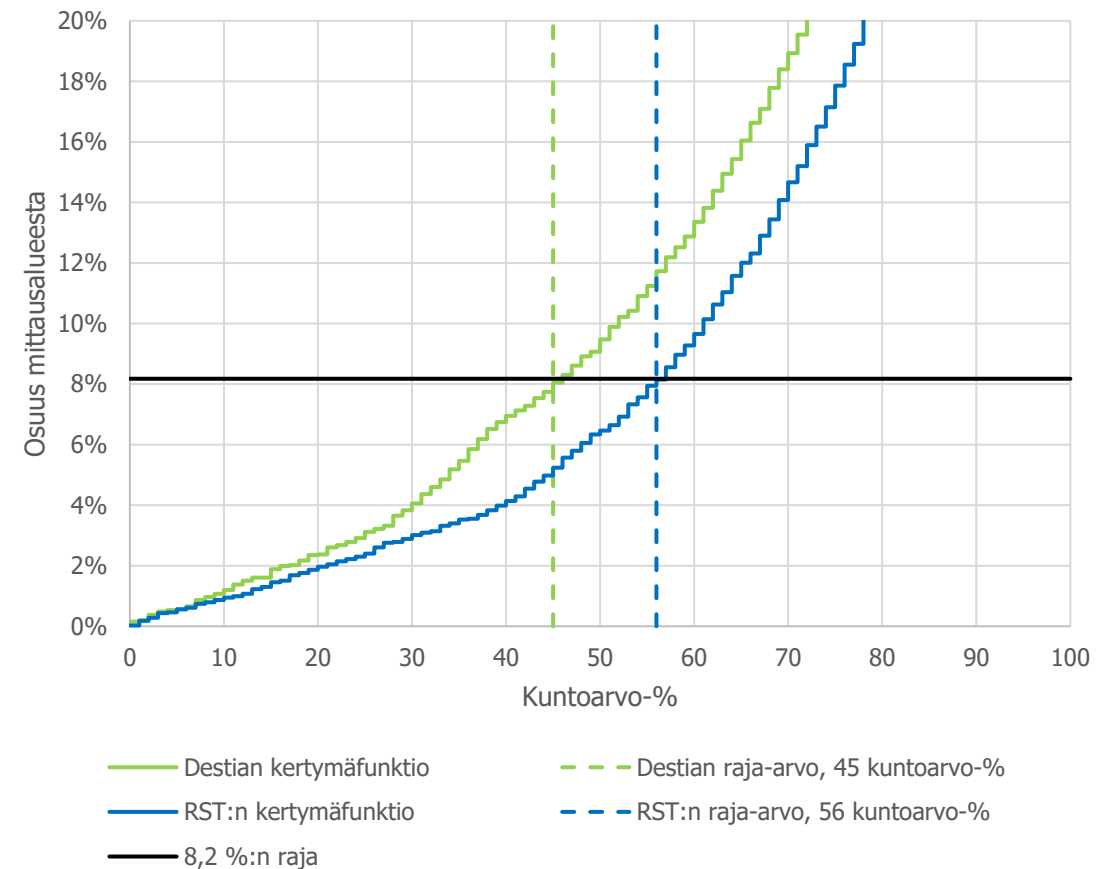
Merkintälaji	Destia vs. visuaalinen 2022	Destia vs. visuaalinen 2021	RST vs. visuaalinen 2022	RST vs. visuaalinen 2021
Reunaviivat	0,61	0,59	0,73	0,62
Keskiviivat	0,45 (0,46)		0,59 (0,60)	
Sulkuviivat	0,66 (0,60)		0,66 (0,62)	

- Koneellisten ja visuaalisten kuntomittaus tulosten väliset korrelaatiot Ramboll RST:llä olivat suurempia tai yhtä suuria kuin Destialla.
- Visuaalisten ja koneellisten kuntomittaus tulosten välinen korrelaatio oli pienin keskiviivoilla ja suurin reunaviivoilla (Ramboll RST) tai sulkuviivoilla (Destia).
- Keski- ja sulkuviivojen varsinaiset tulokset on laskettu sellaisille 100-metrisille, jotka ovat koko matkaltaan keski- tai sulkuviivaa.
  - Sulussa on esitetty vaihtoehtoiset tulokset, joissa keski- tai sulkuviivoilta on otettu mukaan esittämällä visuaalinen kunto kuntoluokkien 3–5 suhteellisenä osuutena merkinnän kokonaispituudesta ([sivu 25](#)).
  - Nähdään, että vaihtoehtoisissa tuloksissa korrelaatiot ovat samaa luokkaa keskiviivoilla ja huonompia sulkuviivoilla.
- Destian koneellisten ja visuaalisten kuntomittaus tulosten välinen korrelaatio reunaviivoilla oli samaa luokkaa kuin vuonna 2021.
- Ramboll RST:n koneellisten ja visuaalisten kuntomittaus tulosten välinen korrelaatio reunaviivoilla oli suurempi kuin vuonna 2021.

# Koneellisten ja visuaalisten kuntomittauksetulosten vertailu

- Visuaalisen kuntomittauksen kannalta 100 metrin jakso on huonokuntoinen, kun yli puolet jaksosta on kuntoluokissa 1–2 (palvelusopimuksissa käytetty vaatimus).
  - Silloin kun keski- tai sulkuviivaltaan vajaan 100-metriset ovat mukana tarkastelussa, ne tulkitaan huonokuntoisiksi, kun yli puolet jaksolla olevasta merkinnästä on huonokuntoista (KL 3–5 % < 50 %, esim. [sivun 25 esimerkkitaulukon](#) osuus tulkitaan huonokuntoiseksi). **Tätä laskutapaa ei käytetä palvelusopimuksissa.**
- Visuaalisten kuntomittauksien tuloksissa reunaviivojen huonokuntoisten merkintäjaksojen osuus oli 8,2 % mittausalueesta.
- Vastaava osuus huonokuntoisia jaksosia saatiin koneellisten kuntoarvomittauksien raja-arvoilla:
  - Destia: 45 kuntoarvo-% (71 vuonna 2021)
  - Ramboll RST: 56 kuntoarvo-% (56 myös vuonna 2021).
  - Ero raja-arvoissa syntyy Destian ja Ramboll RST:n kuntomittauksien jakaumien eroista (ks. oikealla oleva kuva sekä [sivu 27](#)).
  - Ero raja-arvoissa oli erisuuntainen ja pienempi kuin vuonna 2021.

Havainnekuva huonokuntoisuuden raja-arvojen määrittämisestä reunaviivoilla



# Koneellisten ja visuaalisten kuntomittauksetulosten vertailu

- Myös keski- ja sulkuviivoille määritettiin koneellisten kuntomittausten huonokuntoisuuden raja-arvot [sivulla 29](#) esitellyllä menetelmällä.

*Taulukko: Kaikkien merkintälajien tulokset koottuna taulukkomuotoon.*

Merkintälaji	Visuaalisesti huonokuntoinen osuus mittausalueesta	Huonokuntoisuuden raja-arvo, Destia 2022 [kuntoarvo-%]	Huonokuntoisuuden raja-arvo, Destia 2021 [kuntoarvo-%]	Huonokuntoisuuden raja-arvo, RST 2022 [kuntoarvo-%]	Huonokuntoisuuden raja-arvo, RST 2021 [kuntoarvo-%]
Reunaviivat	8,2 %	45	71	56	56
Keskiviivat	4,0 % (4,2 %)	29 (30)		29 (30)	
Sulkuviivat	10,5 % (8,9 %)	61 (59)		48 (43)	

- Koneellisten mittausten huonokuntoisuuden raja-arvot riippuvat voimakkaasti viivatyypistä: huonokuntoisuuden raja-arvo on pienin keskiviivoilla ja suurin joko reunaviivoilla (Ramboll RST) tai sulkuviivoilla (Destia).
- Keskiviivoilla Destian ja Ramboll RST:n huonokuntoisuuden raja-arvot ovat samat, mutta reunaviivoilla Ramboll RST:n on suurempi ja sulkuviivoilla pienempi.
- Suluissa olevat arvot vastaavat tilannetta, jossa myös keski- tai sulkuviivaltaan vajaan 100-metriset ovat mukana tarkastelussa siten, että visuaalinen kuntomittaus esitetään kuntoluokkien 3–5 suhteellisena osuutena ([sivu 25](#)).
  - Keskiviivojen tuloksiin tällä on vain vähän vaikutusta, mutta sulkuviivoilla huonokuntoisuuden raja-arvot ovat jonkin verran pienempiä, kun myös sulkuviivaltaan vajaan 100-metriset ovat mukana tarkastelussa.

# Koneellisten ja visuaalisten kuntomittauksetulosten vertailu

- Käyttäen sivuilla [29](#) ja [30](#) määriteltyjä koneellisten kuntomittauksetulosten huonokuntoisten merkintäjaksoiden raja-arvoja, voidaan tutkia, kuinka tarkkaan visuaalisen kuntomittauksen perusteella tunnistetut huonokuntoiset jaksot kohtaavat koneellisesti tunnistettujen huonokuntoisten jaksoiden kanssa. Lisäksi voidaan vertailla koneellisesti tunnistettujen huonokuntoisten jaksoiden kohtaamista Destian ja Ramboll RST:n mittauksetulosten välillä.
- Visuaaliset kuntomittaukset tehdään liikkuvasta autosta silmämääräisesti havainnoimalla ja mobiililaitteen painiketta painamalla, jolloin tuloksiin tulee kohdistuvuusepäätarkkuutta. Koneellisesti ja visuaalisesti tunnistettujen huonokuntoisten jaksoiden kohtaamisessa voidaan ottaa huomioon visuaalisen mittauksen luonteesta johtuva kohdistuvuusepäätarkkuus sallimalla 100 metrin epätarkkuus koneellisten ja visuaalisten mittauksetulosten kohdistuvuudessa huonokuntoisiksi tunnistettujen jaksoiden osalta
  - Alla olevassa kuvassa punaiset jaksot ovat huonokuntoisia. Numerot 1–3 kuvaavat, mitkä koneellisesti huonokuntoiset jaksot parituvat visuaalisesti huonokuntoisen jaksoiden kanssa (ja päinvastoin) silloin, kun 100 metrin epätarkkuus sallitaan.
  - 100 metrin epätarkkuus mahdollistaa sen, että visuaalisesti huonokuntoiselle jaksolle voidaan löytää koneellisesti huonokuntoinen pari myös viereiseltä 100 metrin jaksolta.

Paaluväli [m]	0–100	100–200	200–300	300–400	400–500	500–600	600–700
Visuaalinen		1		2			3
Koneellinen	1	1			2	3	

# Koneellisten ja visuaalisten kuntomittauksetulosten vertailu

- Ilman 100 metrin epätarkkuutta visuaalisesti ja koneellisesti tunnistetut huonokuntoiset jaksot kohtaavat reunaviivoilla **52 %**:ssa (Destia) tai **65 %**:ssa (Ramboll RST) kaikista visuaalisesti huonokuntoisista jaksoista.
  - Ramboll RST:n osalta tilanne on parantunut verrattuna vuoteen 2021, jolloin osuus oli 51 %, kun taas Destian osalta tilanne on pysynyt likimain samana.
  - Kun sallitaan 100 metrin epätarkkuus (ks. [sivu 31](#)), tämä osuus nousee Destialle hieman (4 %-yksikköä), mutta RST:lle merkittävästi (17 %-yksikköä, kohdistuvuus **82 %**).
- Keskiviivoilla 100 metrin epätarkkuuden sallimisen parantava vaikutus huonokuntoisten jaksojen kohdistuvuuteen on pieni (2–5 %-yksikköä), kun taas sulkuviivoilla vaikutus on hieman suurempi (6–12 %-yksikköä).
- Reunaviivoilla Destian ja Ramboll RST:n datan pohjalta tunnistetut huonokuntoiset jaksot kohtaavat **57 %** tapauksista, mikä on samaa luokkaa kuin vuonna 2021.

Merkintälaji	Huonokuntoiset jaksot	Huonokuntoisille jaksoille etsitään paria	Parin löytäneiden osuus kaikista huonokuntoisista (ei 100 metrin epätarkkuutta)	Parin löytäneiden osuus kaikista huonokuntoisista (100 metrin epätarkkuus)
Reunaviivat	Visuaalinen	Destia	<b>52 %</b>	56 %
Reunaviivat	Visuaalinen	RST	<b>65 %</b>	<b>82 %</b>
Reunaviivat	Destia	RST	<b>57 %</b>	*
Keskiviivat	Visuaalinen	Destia	37 % (37 %)	39 % (39 %)
Keskiviivat	Visuaalinen	RST	63 % (66 %)	68 % (71 %)
Keskiviivat	Destia	RST	49 % (48 %)	*
Sulkuviivat	Visuaalinen	Destia	53 % (49 %)	59 % (58 %)
Sulkuviivat	Visuaalinen	RST	59 % (55 %)	71 % (69 %)
Sulkuviivat	Destia	RST	53 % (56 %)	*

\* 100 metrin epätarkkuutta ei sallita, kun tutkitaan koneellisesti tunnistettujen huonokuntoisten jaksojen keskinäistä kohdistuvuutta.



# Koneellisten ja visuaalisten kuntomittauksetulosten vertailu

- Visuaalisesti ja koneellisesti huonokuntoisiksi tunnistettujen jaksojen kohdistuvuus on reunaviivoilla parempaa tai likimain yhtä hyvää kuin keskiviivoilla. Reunaviivoilla kohdistuvuus on paikoin parempaa, paikoin huonompaa kuin sulkuviivoilla.
- Visuaalisesti ja koneellisesti huonokuntoisiksi tunnistettujen jaksojen kohdistuvuus on kaikissa tapauksissa huonompaa Destialla kuin Ramboll RST:llä.
- Destian ja Ramboll RST:n mittausten pohjalta huonokuntoisiksi tunnistettujen jaksojen kohdistuvuus keskenään on parempaa reunaviivoilla kuin keski- ja sulkuviivoilla.
  - Lisäksi huomataan, että visuaalisesti ja Ramboll RST:n koneellisesti tunnistamien huonokuntoisten jaksojen kohdistuvuus on kaikilla merkintälajeilla parempi kuin Destian ja Ramboll RST:n koneellisesti tunnistamien huonokuntoisten jaksojen keskinäinen kohdistuvuus.
- Kun otetaan mukaan keski- tai sulkuviivaltaan vajaat 100-metriset (suluissa olevat arvot, ks. sivut [24](#) ja [25](#)), visuaalisesti ja koneellisesti tunnistettujen huonokuntoisten jaksojen kohdistuvuusprosentit huononevat sulkuviivoilla, mutta koneellisesti tunnistettujen huonokuntoisten jaksojen keskinäinen kohdistuvuus paranee. Keskiviivoilla kohdistuvuusprosentit paikoin paranevat, paikoin huononevat.

Merkintälaji	Huonokuntoiset jaksot	Huonokuntoisille jaksolle etsitään paria	Parin löytäneiden osuus kaikista huonokuntoisista (ei 100 metrin epätarkkuutta)	Parin löytäneiden osuus kaikista huonokuntoisista (100 metrin epätarkkuus)
Reunaviivat	Visuaalinen	Destia	52 %	56 %
Reunaviivat	Visuaalinen	RST	65 %	82 %
Reunaviivat	Destia	RST	57 %	*
Keskiviivat	Visuaalinen	Destia	37 % (37 %)	39 % (39 %)
Keskiviivat	Visuaalinen	RST	63 % (66 %)	68 % (71 %)
Keskiviivat	Destia	RST	49 % (48 %)	*
Sulkuviivat	Visuaalinen	Destia	53 % (49 %)	59 % (58 %)
Sulkuviivat	Visuaalinen	RST	59 % (55 %)	71 % (69 %)
Sulkuviivat	Destia	RST	53 % (56 %)	*



## 4. Yhteenveto ja johtopäätökset

# Yhteenveto vuoden 2022 mittaustuloksista

- Destian ja Ramboll RST:n koneellisten mittausten vertailu:
  - Destian mittaustuloksissa merkinnän leveys oli keskimäärin pienempi kuin Ramboll RST:n kaikilla merkintälajeilla.
  - Destian mittaama merkinnän kunto oli keskimäärin huonompi kuin Ramboll RST:n reuna- ja keskiviivoilla, mutta parempi sulkuviivoilla.
  - Destian ja Ramboll RST kuntoarvomittausten väliset keskimääräiset erot olivat suurimpia sulkuviivoilla ja pienempiä reunaviivoilla.
  - Reunaviivoilla Destian ja Ramboll RST:n kuntomittausten keskimääräinen ero pieneni verrattuna vuoden 2021 mittaustuloksiin (3,3 → 0,8 kuntoarvo-%), mutta keskimääräinen absoluuttinen ero kasvoi (7,4 → 9,0 kuntoarvo-%).
  - Destian ja Ramboll RST:n reunaviivojen kuntoarvomittausten jakaumien erot olivat selvästi pienempiä kuin vuonna 2021. Keski- ja sulkuviivoilla taas havaittiin reunaviivoja suurempia eroja jakaumissa.
  - Koneellisten kuntomittausten toistettavuus oli heikompaa keski- ja sulkuviivoilla kuin reunaviivoilla.
- Konekuntomittausten toistettavuus:
  - Destian reunaviivojen kuntomittausten toistettavuus heikkeni verrattuna vuoteen 2021, Ramboll RST:n parani.
  - Destian ja Ramboll RST:n kuntomittausten toistettavuus oli samaa luokkaa kuin jatkuvatoimisilla paluuheijastuvuusmittareilla kaikilla merkintälajeilla.
- Yhtenäisen tasalaatuisen merkintäteipin kunnan mittauksen tarkkuus oli Destialla ja Ramboll RST:lla yhtä hyvä kuin vuonna 2021, mutta leveyden mittaamisessa tarkkuus oli hieman huonompi. Tarkkuus oli likimain samalla tasolla katkonaisen merkintäteipin mittauksessa.

# Yhteenveto vuoden 2022 mittaustuloksista

- Visuaalisten ja koneellisten mittausten vertailu:
  - Vaikka visuaalisten ja koneellisten mittausten periaatteellinen ero on suuri, oli mittaustulosten välinen korrelaatio kohtalaista tai huomattavaa.
    - Paras korrelaatio havaittiin reunaviivoilla, heikoin keskiviivoilla.
    - Ramboll RST:n mittauksissa reunaviivojen osalta korrelaatio oli parantunut verrattuna vuoteen 2021.
  - Koneellisten mittausten huonokuntoisen 100 metrin jakson raja-arvo:
    - riippui voimakkaasti merkintälajista
    - riippui vain vähän siitä, jätettiinkö keski- ja tai sulkuviivaltaan vajaat 100-metriset tarkastelun ulkopuolelle
    - muuttui Destian reunaviivamittauksissa merkittävästi verrattuna vuoteen 2021 (71 → 45 kuntoarvo-%).
  - Visuaalisesti ja koneellisesti tunnistettujen huonokuntoisten jaksojen kohdistuvuus:
    - riippui merkintälajista: parasta se oli reunaviivoilla ja heikointa keskiviivoilla
    - oli parempi Ramboll RST:llä kuin Destialla kaikilla merkintälajeilla (esim. reunaviivat 65 % vs. 52 %).
    - parani Ramboll RST:llä verrattuna vuoteen 2021 (52 % → 65 %), kun taas Destialla se pysyi likimain samana.
    - parani 2–17 %-yksikköä, kun visuaalisen mittauksen kohdistuvuusepäätarkkuus pyrittiin huomioimaan. Parhaimmillaan kohdistuvuus nousi arvoon 82 % reunaviivoilla Ramboll RST:n mittauksissa.
    - riippui varsin vähän siitä, olivatko keski- ja sulkuviivaltaan vajaat 100-metriset mukana tarkastelussa.
  - Koneellisesti huonokuntoisten jaksojen kohdistuvuus:
    - oli parasta reunaviivoilla, heikointa keskiviivoilla
    - pysyi reunaviivoilla likimain samana verrattuna vuoteen 2021
    - riippui varsin vähän siitä, olivatko keski- ja sulkuviivaltaan vajaat 100-metriset mukana tarkastelussa
    - oli heikompaa kuin visuaalisesti tunnistettujen ja koneellisesti Ramboll RST:n mittausten pohjalta tunnistettujen jaksojen kohdistuvuus.
  - Visuaalisten ja koneellisten kuntomittausten välinen korrelaatio sekä huonokuntoisten jaksojen kohdistuvuus heikkeni hieman sulkuviivoilla, kun sulkuviivaltaan vajaat 100-metriset otettiin mukaan tarkasteluun.

# Johtopäätökset

- Vaikka joidenkin tunnuslukujen perusteella oli menty eteenpäin verrattuna vuoden 2021 tuloksiin, Destian ja Ramboll RST:n reunaviivojen kuntoarvon mittaustulokset poikkesivat yhä selvästi toisistaan.
  - Kuntoarvon mittaustulosten erot olivat vielä suurempia, kun tarkasteltiin keski- ja sulkuviivoja.
- Selvien keskimääräisten erojen lisäksi löytyi yksittäisiä kohtia, joissa erot olivat huomattavasti keskimääräisiä arvoja suurempia.
- Vuoden 2021 projektin lopuksi tehty Destian ja Ramboll RST:n kuntoarvon mittausprosessien yhtenäistäminen ([liite 1](#)) ei siis näytä merkittävässä määrin poistaneen mittaustulosten välisiä eroja.

# Johtopäätökset

- Työn lähtökohtana oli määrittää koneellisille kuntomittauksille kuntoarvo-%:n raja-arvot, jotka tuottavat suuruusluokaltaan yhtä paljon huonokuntoisia jaksoja kuin visuaaliset mittaukset.
  - Tavoitteena on, että palvelusopimuksissa ylläpitomäärät eivät muuttuisi merkittävästi, kun siirrytään käyttämään koneellista kuntomittausta.
- Destian ja Ramboll RST:n kuntomittausten eroavaisuudet johtivat siihen, että keskiviivoja lukuun ottamatta molemmille mittareille ei voitu asettaa yhtä huonokuntoisuuden raja-arvoa. Lisäksi raja-arvot riippuivat voimakkaasti merkintälajista. Suoritettujen vertailumittausten tulosten perusteella määritetyt huonokuntoisen merkintäjaksos raja-arvot olivat:
  - Destia: reunaviivat 45 kuntoarvo-%, keskiviivat 29 kuntoarvo-%, sulkuviivat 61 kuntoarvo-%
  - Ramboll RST: reunaviivat 56 kuntoarvo-%, keskiviivat 29 kuntoarvo-%, sulkuviivat 48 kuntoarvo-%
- Raja-arvojen erojen lisäksi Destian ja Ramboll RST:n mittausten perusteella tunnistetut huonokuntoiset jaksot eivät osuneet samoihin paikkoihin.
  - Parhaimmillaankin tarkkuus oli vain 57 %, mikä on miltei sama kuin vuoden 2021 mittauksissa havaittu.
  - Tässä suhteessa Destian ja Ramboll RST:n mittausprosessien yhtenäistäminen ei oleellisesti ole parantanut tulosten tarkkuutta.
- Koneellisissa mittaustuloksissa tunnistettiin huonokuntoiseksi 37–82 % visuaalisten kuntomittaustulosten perusteella tunnistetuista huonokuntoisista jaksoista.
- Koneellisesti ja visuaalisesti tunnistettujen huonokuntoisten jaksos keskinäinen osumatarkkuus oli parempaa käytettäessä Ramboll RST:n koneellisia mittaustuloksia kuin Destian mittaustuloksia. Lisäksi Ramboll RST:n tapauksessa tulokset olivat parantuneet verrattuna vuoteen 2021.
- Tilastollisen epävarmuuden suuruutta näissä tuloksissa ei arvioitu, ja se voi olla merkittävä.
- **Näiden havaintojen perusteella koneellisen kuntoarvomittausten tarkkuus ei vielä riitä niiden käyttöönottoon osaksi tiemerkintöjen palvelusopimusten laadunosoitusta.**



Väylävirasto  
Trafikledsverket

# Liite 1: Vuoden 2021 mittaustulosten uudelleenprosessointi

# Vuoden 2021 mittaustulosten uudelleenprosessointi

- Alkuvuodesta 2022 kuntomittajat prosessoivat uudelleen vuoden 2021 mittausten tulokset pyrkimyksenä yhtenäistää kuntoarvon laskentatapoja ja siten tuottaa yhtenäisempiä tuloksia.
- Uudelleen prosessointiin valittiin 100 km reunaviivojen mittauksia vuoden 2021 mittausten ohjelmasta.
- Uudelleen prosessoinnin seurauksena:
  - Destian ja Ramboll RST:n kuntoarvomittausten jakaumat muuttuivat yhtenäisemmiksi
  - Destian ja Ramboll RST:n kuntoarvomittausten väliset keskimääräiset erot kasvoivat ja korrelaatiot pienenivät
  - Destian ja Ramboll RST:n mittaustulosten perusteella määritetyt huonokuntoisen merkintäjakson raja-arvot olivat lähempänä toisiaan (raja-arvot 58 ja 59 kuntoarvo-%, kun taas ennen uudelleenprosessointia arvot olivat 71 ja 56 kuntoarvo-%)
  - Huonokuntoisten merkintäjaksojen kohdistuvuus Destian ja Ramboll RST:n mittaustulosten perusteella tunnistettujen huonokuntoisten jaksojen välillä pysyi likimain samana (55–59 %).





Väylävirasto  
Trafikledsverket

Verkkójulkaisu pdf ([www.vayla.fi](http://www.vayla.fi))

ISSN 2490-0745

ISBN 978-952-317-073-9