



# TIEMERKINTÖJEN KONEELLINEN KUNTOARVOMITTAUS

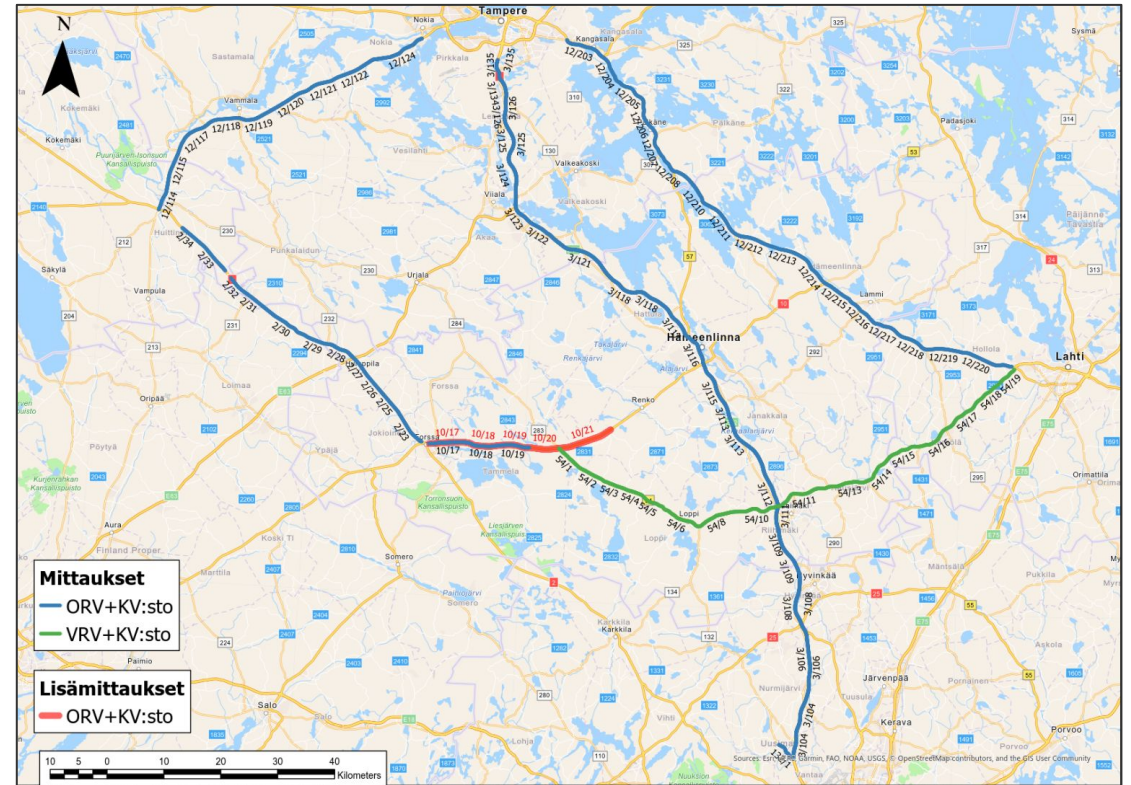
Tiemerkintäpäivä 29.4.2021

# TAUSTA JA TAVOITTEET

- Kevään ja kesän 2020 aikana toteutettu projekti oli jatkoa 2017-2019 järjestetyille projekteille. Aikaisemmat projektit ovat keskittyneet lähinnä koneellisten kuntomittausmenetelmien keskinäiseen vertailuun.
- Ensimmäistä kertaa osana vertailua suoritettiin merkintöjen visuaalinen kuntomittaus samanaikaisesti.
- Pitkän tähtäimen tavoitteena on kehittää koneelliseen kuntomittaukseen menetelmä, joka tuottaa saman lopputuloksen kuin visuaalinen kuntomittausmenetelmä.
- Muita tavoitteita
  - Keskiviivaston merkintöjen kuntoarvolle laskentasäännöt
  - Koneellisen mittauksen tarkkuus- ja toistettavuusvaatimusten määrittäminen
- Haasteena on kahta eri asiaa mittaavan menetelmän yhteensovittaminen.
  - Koneellinen kuntomittaus: tiemerkinän keskimääräinen kuluneisuus / 100m mittausjakso (kuntoarvo-%).
  - Visuaalinen kuntomittaus: tiemerkinän kuntoluokkien 1 ja 2 merkintöjen pituus / 100m mittausjakso.

# MITTAUSREITTI

- Mittaukset huhtikuussa 2020.
- Mittaustuloksia yhteensä n. 1200 linjamerkintä-km toistomittauksineen.
- Mittauskohteet UUD, VAR ja PIR ELY-keskusten tieverkolla. Mittausalue sisältää hyvin erityyppisiä massavaatimusteita.
- Osuuksilta mitattiin toisen reunaviivan sekä keskiviivaston kunto. Lisäksi mittauksen yhteydessä tuotettiin valokuva-aineisto.
- Visuaalinen kuntoarviointi osana neljän tiemeraintöjen palvelusopimuksen laadunosoitusta.
- Kesäkuun koneellisen kuntoarvon lisämittaukset valtatie 10 tieosilla 17-21. Ei visuaalista kuntomittausta.



# KONEELLISTEN JA VISUAALISTEN KUNTOMITTAUSTULOSTEN VERTAILU

- Ramboll RST:n huhtikuun mittauksissa oli teknisiä ongelmia, eivätkä mittaustulokset olleet riittävän luetettavia vertailuun.
- Koneellisen ja visuaalisen kuntomittausten vertailussa käytettiin
  - Destian huhtikuun mittausten tuloksia
  - Tiemerkintöjen palvelusopimusten visuaalisia kuntomittaustietoja.
- Vertailtavien tulosten joukosta poistettiin kaikki epävarmuustekijöitä sisältäneet mittausjaksot (mittaajan virhekommentti, liittymät ym.).
- Vertailun selkeyttämiseksi visuaalisen kuntomittauksen tulokset käännettiin ympäri.
  - 100 % tarkoittaa hyväkuntoista (eli 0 % kuntoluokissa 1-2)
  - 0 % huonokuntoista (eli 100 % kuntoluokissa 1-2).



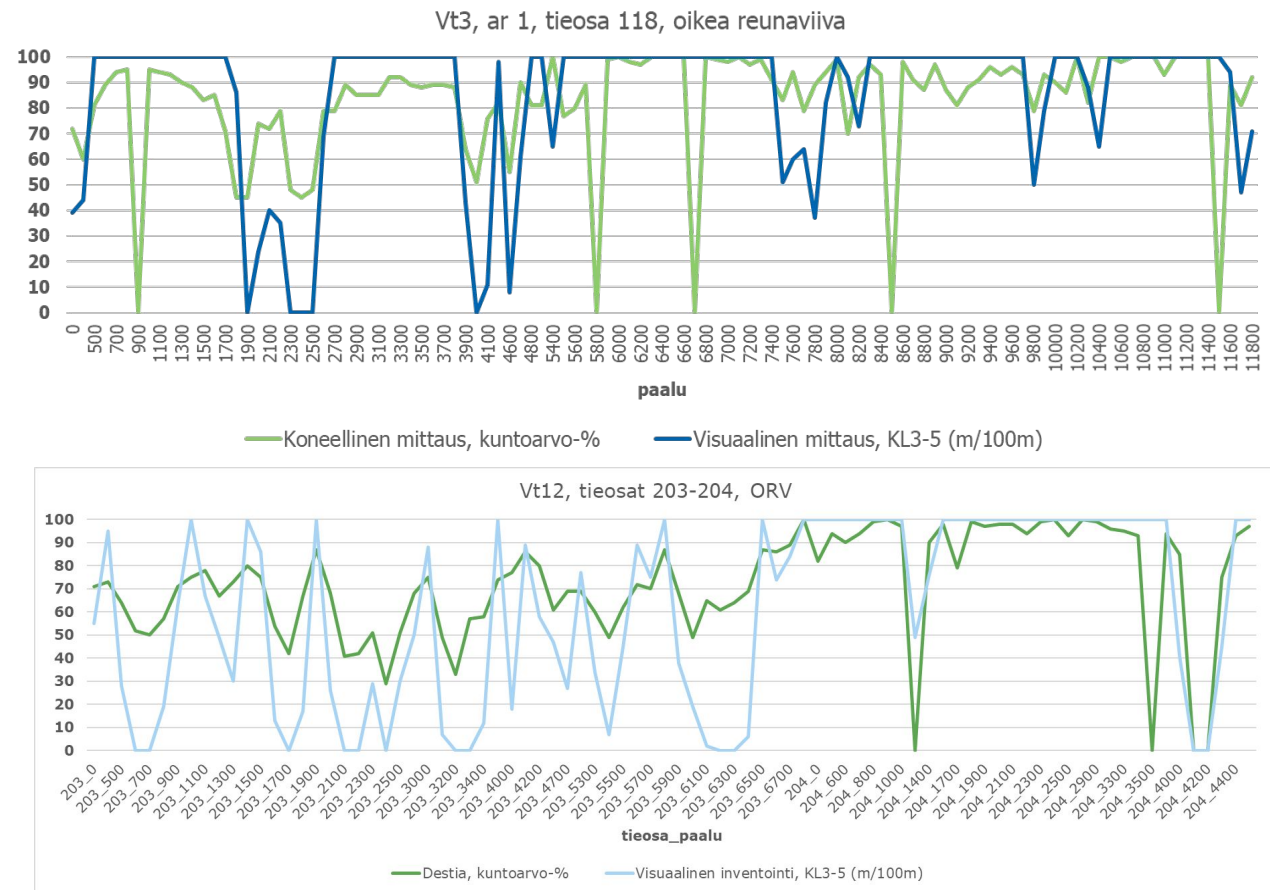
# KONEELLISTEN JA VISUAALISTEN KUNTOMITTAUSTULOSTEN VERTAILU

- Ensimmäisessä vaiheessa verrattiin reunaviivojen mittaustuloksia.
  - Reunaviivojen mittaaminen on teknisesti yksinkertaisempaa
  - Yksi jatkuva linjamerkintä
  - Epäjatkuvuuskohtia selvästi vähemmän kuin keskiviivastolla.
- Vertailussa yhteensä 500,3 km reunaviivaa (79% mitatusta reunaviivapituudesta).
- Reunaviivojen kuntoarvotuloksissa havaittiin koneellisten mittausmenetelmien välillä merkittäviä eroja.
- Tästä syystä teknisesti haastavamman keskiviivaston tuloksien vertailua ei toteutettu.
- Projektin yhtenä tavoitteena oli määrittää laskentaperiaatteet keskiviivaston kuntoarvon muodostumiselle. Tämä tavoite siis jäi saavuttamatta.



# KONEELLISTEN JA VISUAALISTEN KUNTOMITTAUSTULOSTEN VERTAILU

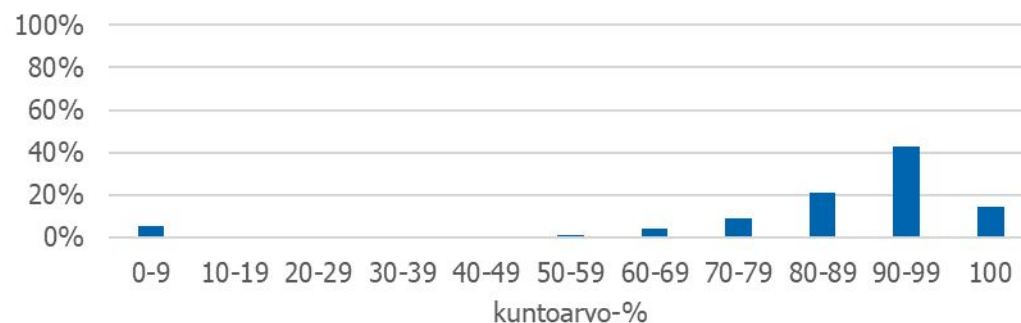
- Kohdissa, joissa visuaalinen kuntomittaus on tuottanut tiedon merkinnän huonosta kunnosta, on myös koneellisen kuntomittauksen perusteella havaittu usein selvä kuntopuute.
- Destian toimittamissa koneellisissa kuntomittauksissa havaittiin nollatuloksia kohdissa, joissa merkintä oli visuaalisen kuntomittauksen ja valokuva-aineistosta tehtyjen tarkistusten perusteella hyväkuntoinen.
- Mittaajalta saadun selvityksen perusteella ongelma liittyy kuntomittauksien raportointiin. Ei mittaustekninen ongelma.



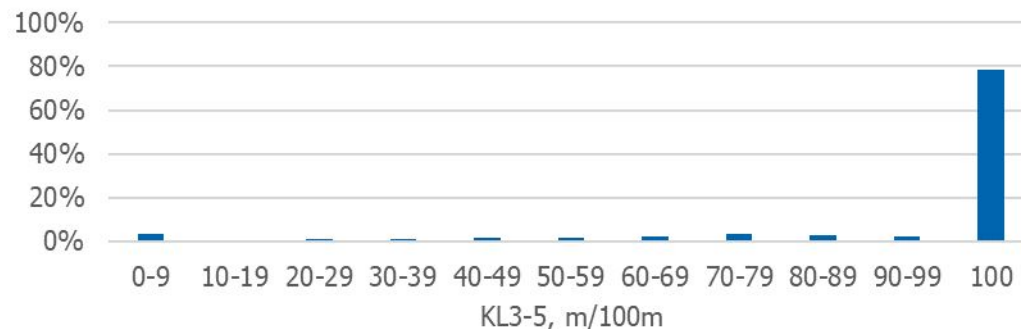
# KONEELLISTEN JA VISUAALISTEN KUNTOMITTAUSTULOSTEN VERTAILU

- Jakaumien erot johtuvat kahden eri mittauksen periaatteellisista eroista
  - Toinen mittaa kuntoa asteikolla 0 – 100 [%]
  - Toinen mittaa huonokuntoisen (kuntoluokka 1-2) rajan alittavien merkintöjen pituutta [m].
- Esimerkki: Hieman kulunut merkintä
  - Koneellinen kuntomittaus: kuntoarvo-% 90 – 99
  - Visuaalinen kuntomittaus: kuntoluokissa 3-5 oleva merkintäpituus 100m.

Koneellisten mittaustulosten jakauma  
reunaviivat



Visuaalisten mittaustulosten jakauma  
reunaviivat



# KONEELLISTEN JA VISUAALISTEN KUNTOMITTAUSTULOSTEN VERTAILU

- Alla kuntomittauks tulokset ristiintaulukoituna luokkiin 0, 1-99 ja 100.
  - Mittausjaksoja, joilla visuaalisen kuntomittauksen tulos 100, mutta koneellisen kuntomittauksen tulos 0, oli 4,1 % kaikista tuloksista
  - Nämä mittausjaksot poistettiin jatkoanalyysistä.
  - Visuaalista kuntomittausta vastaavan koneellisen kuntomittauksen huonokuntoisen merkinnän raja-arvoa määritettäessä hyväkuntoiset merkinnät eivät ole oleellisia.
  - Raja-arvon määrittämisessä käytettävien mittauks tulosten osuus tässä projektissa on noin 20% reunaviivojen mittauks tuloksista.

|                          | Koneellinen kuntomittaus |       |        |        |
|--------------------------|--------------------------|-------|--------|--------|
|                          |                          | 0     | 1-99   | 100    |
| Visuaalinen kuntomittaus | 0                        | 0,6 % | 2,1 %  | 0,1 %  |
|                          | 1-99                     | 0,6 % | 17,0 % | 1,0 %  |
|                          | 100                      | 4,1 % | 61,1 % | 13,4 % |



# KONEELLISTEN JA VISUAALISTEN KUNTOMITTAUSTULOSTEN VERTAILU

- Mikä koneellisen kuntomittauksen kuntoarvo-% vastaa palvelusopimuksissa vaatimuksena käytetyn huonokuntoisen mittausjakson (visuaalinen kuntomittaus) rajaa?
  - Visuaalisten kuntomittausten tuloksissa huonokuntoisten merkintäjaksojen osuus oli n. 9%
  - Vastaava hylkäysprosentti saatiin koneellisen kuntomittauksen kuntoarvo-%:lla 70
- Mittaustapojen välillä on yhteys, mutta kuntopuutteet osuvat vain osin samoille jaksoille. Tämä johtuu sekä mittauksen kohdistuvuuspuutteista, että mittausmenetelmien eroista.

| Visuaalinen kuntomittaus | Koneellinen kuntomittaus |                  |                  |          |
|--------------------------|--------------------------|------------------|------------------|----------|
|                          |                          | Ei kuntopuutetta | Kuntoarvo-% < 70 | YHTEENSÄ |
|                          | Ei kuntopuutetta         | 4149             | 209              | 4358     |
|                          | Kuntopuute > 50m         | 211              | 224              | 435      |
|                          | YHTEENSÄ                 | 4360             | 433              | 4793     |

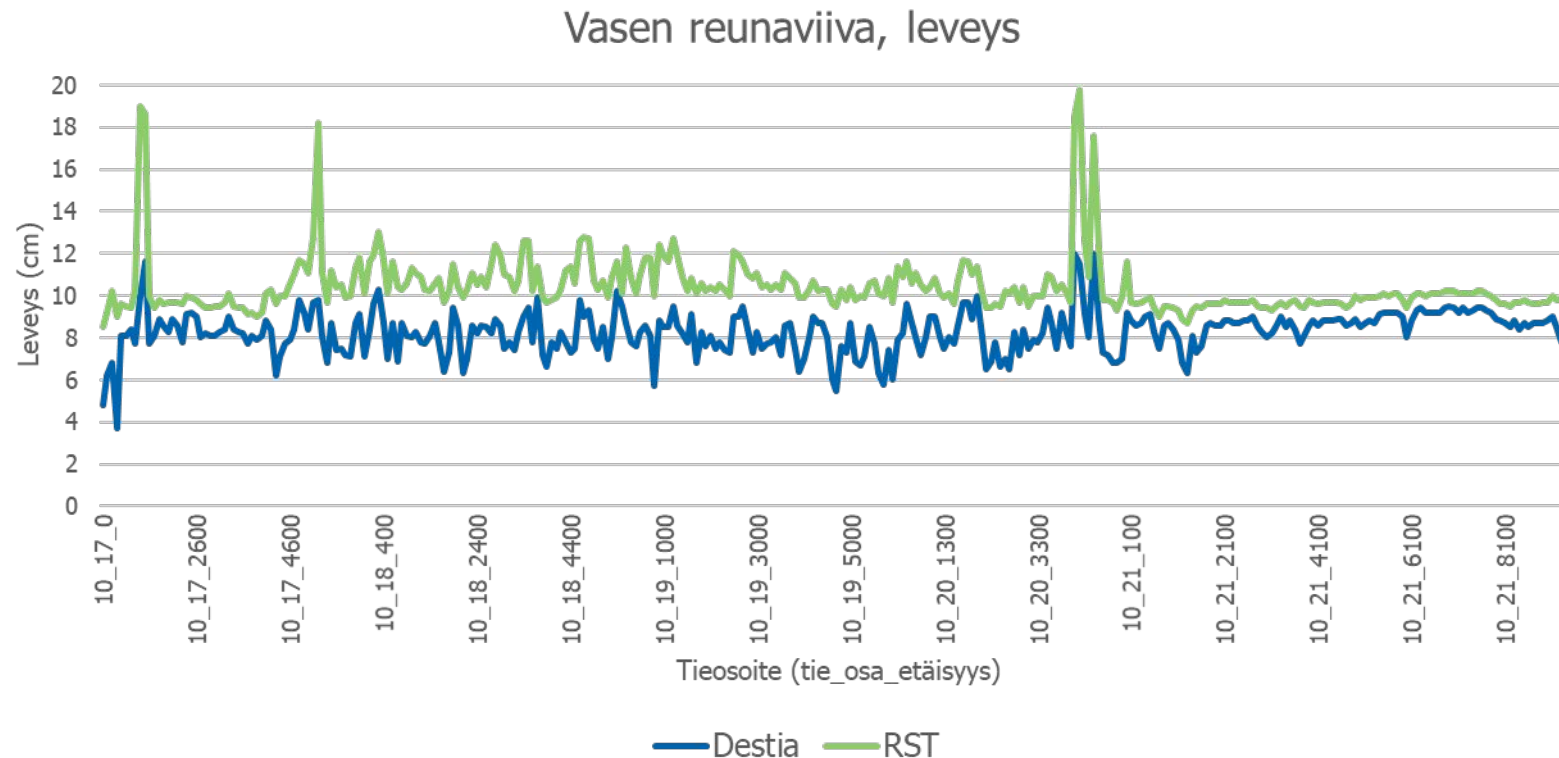
Taulukon luvut tarkoittavat 100m jaksoiden lukumäärää

# KONEELLISTEN KUNTOMITTAUSTULOSTEN VERTAILU

- Ramboll RST:n huhtikuun kuntomittausten teknisten ongelmien vuoksi kesäkuussa 2020 järjestettiin uusintamittaus Vt10:llä. Mitattu pituus:
  - Reunaviivat 65 km
  - Keskiviivasto 51 km.
- Destian ja Ramboll RST:n kuntomittaustulosten vertailussa on käytetty näiden mittausten tuloksia.
- Vertailu keskittyi ensisijaisesti reunaviivoihin
  - Osa RST:n toimittamista keskiviivojen leveystiedoista oli pyöristetty kokonaislukuihin.
  - Lisäksi keskiviivastojen merkintäjaksojen paikannustiedoissa havaittiin paikoin noin 200 metrin eroja.
- Vertailusta poistettiin kaikki epävarmuustekijöitä sisältäneet mittausjaksot (mittaajan virhekommentti, liittymät ym.).

# KONEELLISTEN KUNTOMITTAUSTULOSTEN VERTAILU

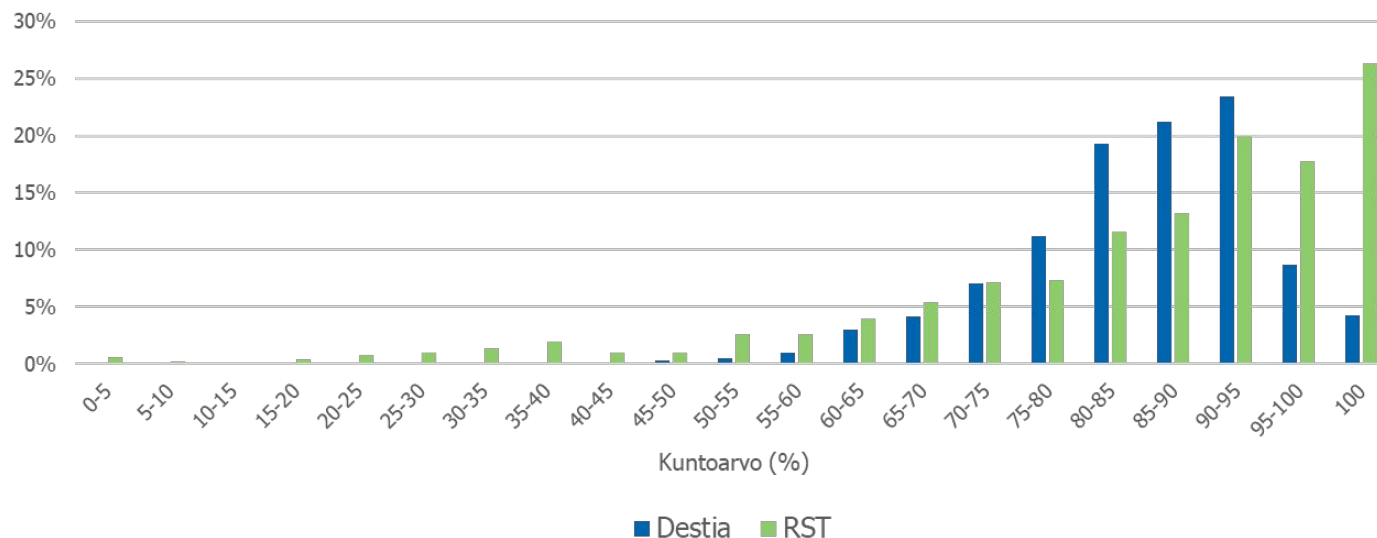
- Ramboll RST:n tulokset reunaviivan leveydestä olivat säännöllisesti noin 2 cm suuremmat kuin Destialla
  - RST:n keskiarvo 10,3 cm
  - Destian keskiarvo 8,1 cm.



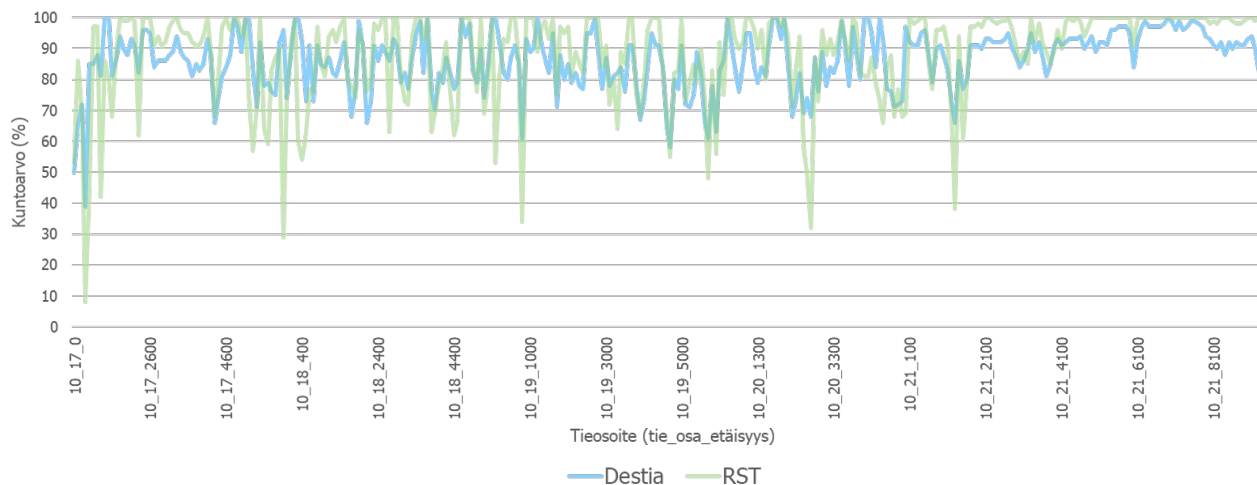
# KONEELLISTEN KUNTOMITTAUSTULOSTEN VERTAILU

- Reunaviivan kuntoarvotulosten hajonta on merkittävä
  - Destian tulokset ovat keskittyneet 80-95 kuntoarvo-%:n alueelle (keskiarvo 85,2).
- RST:n tuloksissa paljon 100 kuntoarvo-%:n tuloksia sekä matalia, alle 70 kuntoarvo-%:n tuloksia (keskiarvo 84,0).

Kuntoarvojen jakaumat, reunaviivat



Vasen reunaviiva, kuntoarvo





# KONEELLISTEN KUNTOMITTAUSTULOSTEN VERTAILU

- Huhtikuun 2020 paluuheijastavuusmittareiden kalibroinnin yhteydessä järjestettiin leveyden testimittaus tasalaatuisten merkintäteippien avulla (100m jaksot)
  - Leveystuloksissa on merkittäviä eroja.
  - Destian mittaustuloksissa merkintä on kapeampaa.
  - Ramboll RST:n tuloksissa merkinnän mitattu leveys kasvaa nopeuden noustessa. Erityisesti 15 cm ja 20 cm leveillä merkinnöillä.

|                       | 10 cm viiva* |         |         | 15 cm viiva* |         |         | 20 cm viiva* |         |         |
|-----------------------|--------------|---------|---------|--------------|---------|---------|--------------|---------|---------|
|                       | 40 km/h      | 60 km/h | 80 km/h | 40 km/h      | 60 km/h | 80 km/h | 40 km/h      | 60 km/h | 80 km/h |
| <b>Destia, leveys</b> | 9,64         | 9,63    | 9,62    | 14,57        | 14,57   | 14,59   | 19,39        | 19,39   | 19,41   |
| <b>Destia, kunto</b>  | 100,0        | 100,0   | 100,0   | 100,0        | 100,0   | 100,0   | 99,5         | 99,5    | 99,6    |
| <b>RST, leveys</b>    | 9,97         | 9,94    | 9,95    | 14,44        | 14,89   | 14,90   | 19,18        | 19,60   | 19,62   |
| <b>RST, kunto</b>     | 95,8         | 92,4    | 90,2    | 100,0        | 95,6    | 90,2    | 99,8         | 95,6    | 92,6    |

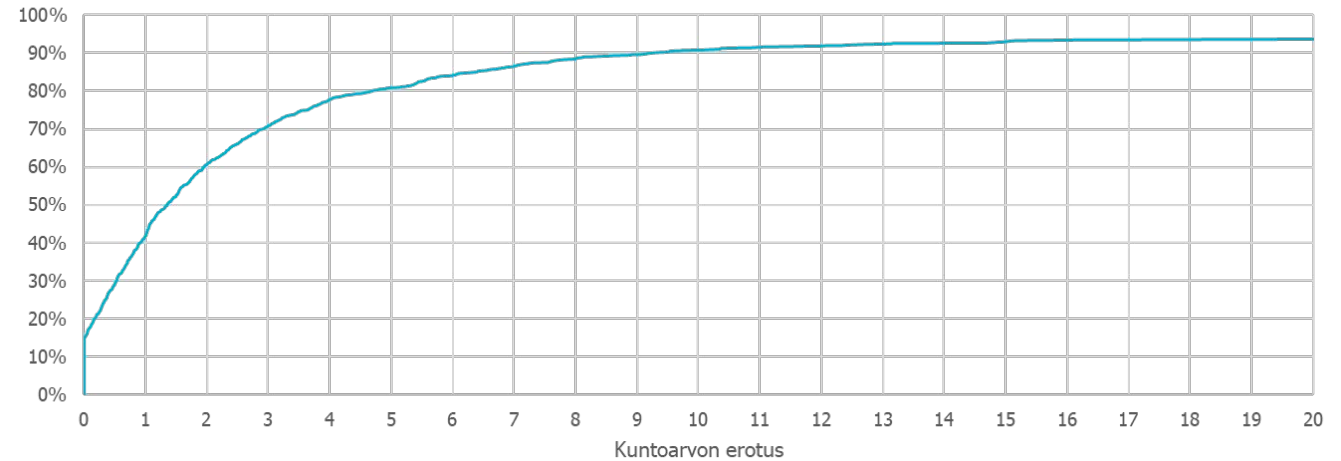
\* Mittausten leveytulosten keskiarvo



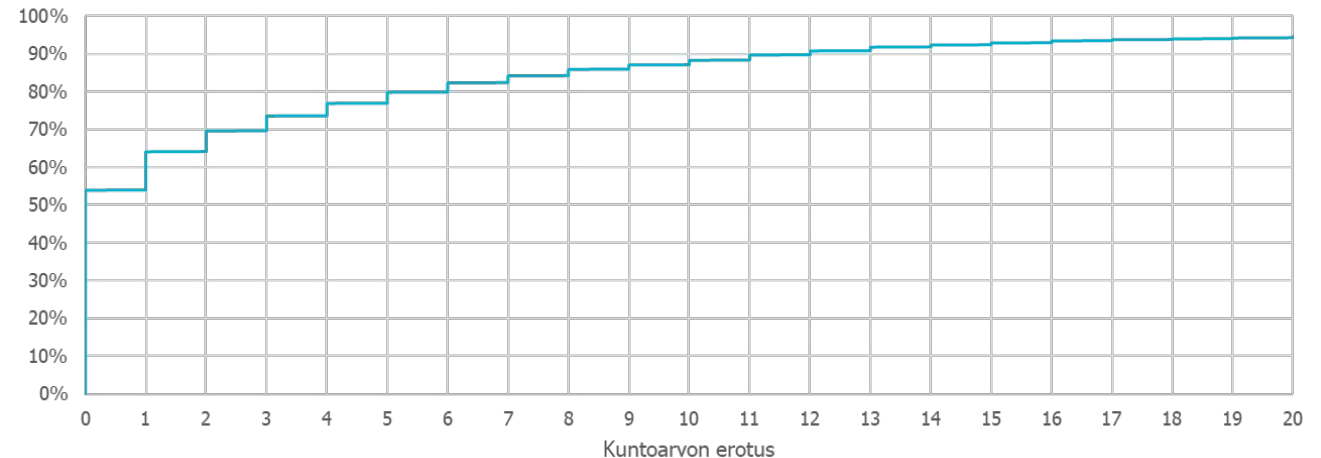
# KONTROLLIMITTAUKSET

- Destia, merkinnän kuntoarvo-%
  - 1. mittauksen keskiarvo on 89,7 kuntoarvo-%. Kontrollimittauksen keskiarvo on 87,7 kuntoarvo-%.
  - Noin 42 %:lla jaksoista kuntoarvotulosten erotus on alle 1 kuntoarvo-%.
  - Noin 81 %:lla jaksoista kuntoarvotulosten erotus on alle 5 kuntoarvo-%.
- Ramboll RST, merkinnän kuntoarvo-%
  - 1. mittauksen keskiarvo on 90,1 kuntoarvo-%. Kontrollimittauksen keskiarvo on 89,1 kuntoarvo-%.
  - Noin 64 %:lla jaksoista kuntoarvotulosten erotus on alle 1 kuntoarvo-%.
  - Noin 80 %:lla jaksoista kuntoarvotulosten erotus on alle 5 kuntoarvo-%.

Kuntoarvon erotusten kumulatiivinen jakauma, Destia, reunaviivat



Kuntoarvon erotusten kumulatiivinen jakauma, RST, reunaviivat



RAMBOLL

# JOHTOPÄÄTÖKSET

- Erot Destian ja Ramboll RST:n tuloksissa olivat suurempia, kuin syksyllä 2018 järjestetyssä testissä.
  - Ero reunaviivojen leveyden keskiarvossa oli nyt noin 2 cm, kun se edellisessä testissä oli noin 0,7 cm.
  - Kuntoarvojen jakaumat erosivat huomattavasti, vaikka keskiarvot olivat edelleen lähellä toisiaan.
- Koneellisen kuntoarvomittauksen tarkkuus ei vielä riitä niiden käyttöönottoon osaksi tiemerkintöjen palvelusopimusten laadunosoitusta
  - Koneellisessa kuntomittauksessa 100m kuntopuutejaksot usein eri kohdissa kuin visuaalisissa kuntomittauksissa. Osittain tämä johtuu mittausmenetelmien eroista.
  - Testissä olleet kaksi eri koneellista kuntoarvomittausmenetelmää antavat toisistaan huomattavasti poikkeavia tuloksia.
- Koneellisen kuntomittauksen käyttöönotto vaatii toimijoille yhteisen toimintamallin määrittämistä ja mittausyritysten sisäisten prosessien kehittämistä.



# VERTAILUMITTAUKSET 2021

- Testimittauksia jatketaan vuonna 2021
  - Riittävä datamäärä kattavaan vertailuun vaatii suuren otoskoon. Lisäksi otoksen tulee sisältää mahdollisimman paljon huonokuntoista merkintää.
  - Mittauspituus toistomittauksineen noin 1 100 rv-km
  - Testimittauksissa keskitytään vain reunaviivojen kuntomittauksiin.
  - Mittausreitti kolmen eri palvelusopimuksen alueella
- Aikataulusta
  - Vko 14: Molempien koneellisten kuntomittareiden kalibrointi ja yhteismitallisten tulosten varmistaminen lyhyemmän testireitin avulla
  - Vko 16: Visuaaliset kuntomittaukset osana palvelusopimusten laadunosoitusta
  - Vko 16-17: Koneelliset kuntomittaukset
  - Alustavia tuloksia kesäkuu 2021
  - Loppuraportti syksyllä 2021

