



Väylävirasto  
Trafikledsverket

Väyläviraston julkaisu  
72/2022

## Optisten MD30-anturien kokeilu Mäntsälän urakassa

Talvikausi 2021–22





Mikko Malmivuo

# **Optisten MD30-anturien kokeilu Mäntsälän urakassa**

Talvikausi 2021–22

Väyläviraston julkaisuja 72/2022

*Kannen kuva: Juha-Matti Vainio*

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

ISSN 2490-0745

ISBN 978-952-405-016-6

Väylävirasto  
PL 33  
00521 HELSINKI  
puh. 0295 343 000

**Mikko Malmivuo: Optisten MD30-anturien kokeilu Mäntsälän urakassa - Talvikausi 2021–22.** Väylävirasto Helsinki 2022. Väyläviraston julkaisuja 72/2022. 41 sivua. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-405-016-6.

**Avainsanat:** keli, kitka, mittausmenetelmät, talvihoito, talvitiet, toiminnan kehittäminen, urakointi

## Tiivistelmä

Tässä tutkimuksessa on testattu Vaisalan MD30-antureihin perustuvan järjestelmän hyväksikäyttöä Mäntsälän alueurakassa talvikaudella 2021-22. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, mitä etua laajemmalla mobiilien optisten MD30-kelianturien hyödyntämisellä voidaan hoitourakassa saavuttaa.

Järjestelmän tarjoaman reaaliaikaisen tilannetiedon lisäksi järjestelmä tarjosi mahdollisuuden seurata urakan toimintaa. Tutkimuksessa tarkasteltiin järjestelmän mittaamia kitkatasoja kuutena sellaisena päivänä, jolloin Ise-hoitoluokan tiellä oli runsaasti talvihoitotoimenpiteitä. Näistä päivistä puolet oli sellaisia, jolloin Ise-luokassa oli varsin pitävä keli ja puolet sellaisia, jolloin MD30 mittasi matalaa kitkaa. Kaikki matalan kitkan päivät olivat sellaisia, jolloin toimenpidettä edelsi lumi- tai räntäsade. Näissä tilanteissa on huomattava, että lunta ei voi aurata ennakkoon.

Tutkimuksessa haastateltiin kahdeksaa sellaista urakoitsijan edustajaa sekä yhtä tilaajan edustajaa, joiden ajoneuvoon MD30 asennettiin syksyn 2021 aikana. Lisäksi haastateltiin yhtä urakoitsijan edustajaa, jonka ajoneuvoon MD30 oli asennettu aiemmin. Haastatteluista välittyi voimakkaasti sellainen kuva, että järjestelmästä on merkittävää etua urakoitsijan työnjohdolle. Myös aluevastaava katsoi hyötyvänsä järjestelmästä. Hoitokaluston käyttäjien mielestä laitteen mittaustuloksia oli sinänsä mielenkiintoista seurata, vaikka laite ei juuri heidän toimintaansa ohjannut.

Tutkimuksessa vertailtiin MD30 ilmoittamia kitkalukemia jarrutuskitkamittarin lukemiin. Melko pienellä aineistolla tehty testi osoitti odotuksen mukaista korrelaatiota. Puolet MD30:n kitkamittaustuloksista osui 0,1 etäisyydelle ja 87% 0,2 etäisyydelle jarrutuskitkamittarin tuloksista. Vertailussa käytettyjen menetelmien ja skaalojen erilaisuus ja mittaustulosten kohdistuksen haasteet lisäävät luonnollisesti hajontaa. Testejä on tarkoitus jatkaa suuremmalla aineistolla talvikaudella 2022-23.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että MD30 vaikutti tukevan merkittävästi urakoitsijan työnjohdon toimintaa. Tässä ei niinkään ollut avainasemassa yksittäinen anturi ja sen mittaustulokset, vaan koko useamman MD30:n muodostaman järjestelmä videokuvineen. Videokuvien ja mittaustulosten ansiosta työnjohto näki valitsevan tilanteen reaaliaikaisesti eri teillä ja pystyi tekemään päätöksiä mm. siitä, kuinka paljon resursseja eri teille tarvitaan. Työnjohdon mukaan järjestelmä auttoi heitä lisäksi ongelmakohteiden liukkaudentorjunnan kehittämisessä.

**Mikko Malmivuo: Försök med optiska MD30-sensorer i entreprenaden i Mäntsälä - Vintersäsong 2021–22.** Trafikledsverket. Helsingfors 2022. Trafikledsverkets publikationer 72/2022. 41 sidor. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-405-016-6.

## Sammanfattning

I denna undersökning testades utnyttjandet av Vaisalas system baserat på MD30-sensorer i områdesentreprenaden i Mäntsälä under vintersäsongen 2021–22. Syftet med undersökningen var att ta reda på vilka fördelar ett mer omfattande utnyttjande av mobila optiska MD30-väglagsensorer kan ge i en underhållsentreprenad.

Förutom den realtidsinformation som tillhandahålls av systemet erbjöd systemet möjlighet att övervaka entreprenadens verksamhet. I undersökningen granskades de friktionsnivåer som uppmättes av systemet under sex dagar då det fanns gott om vinterunderhållsåtgärder på en väg i underhållsklass Ise. Hälften av dessa dagar var sådana att väglaget i Ise-klassen var ganska greppigt och hälften var sådana att MD30 mätte låg friktion. Alla dagar med låg friktion var sådana att åtgärden föregicks av snöfall eller snöslask. I dessa situationer bör det noteras att snö inte kan plogas i förväg.

I undersökningen intervjuades åtta representanter för entreprenören och en representant för beställaren i vars fordon MD30 installerades under hösten 2021. Dessutom intervjuades en representant för entreprenören i vars fordon MD30 hade installerats tidigare. Intervjuerna gav starkt intryck av att systemet är till betydande nytta för entreprenörens arbetsledning. Regionchefen ansåg också att dra nytta av systemet. Användarna av underhållsutrustningen tyckte att det var intressant att följa mätresultaten av anordningen, även om anordningen knappt styrde deras verksamhet.

I undersökningen jämfördes MD30:s friktionsvärden med bromsfriktionsmätarens värden. Testet med relativt begränsat material visade en korrelation enligt förväntningarna. Hälften av MD30:s friktionsmätningar var inom 0,1 och 87 % inom 0,2 från bromsfriktionsmätarens resultat. Skillnader i metoder och skalor som användes i jämförelsen och utmaningar i fördelningen av mätresultat ökar naturligtvis spridningen. Avsikten är att fortsätta testerna med mer material under vintersäsongen 2022–23.

Som slutsats kan man konstatera att MD30 verkade ge ett betydande stöd till verksamheten av entreprenörens arbetsledning. I nyckelroll var inte så mycket en enstaka sensor och dess mätresultat, utan hela systemet av flera MD30s med videobilder. Tack vare videobilderna och mätresultaten såg arbetsledningen situationen på de olika vägarna i realtid och kunde fatta beslut om till exempel hur mycket resurser som behövs för de olika vägarna. Enligt arbetsledningen hjälpte systemet dem också att utveckla halkbekämpningen i problemområdena.

**Mikko Malmivuo: Experiment with optical MD30 sensors in Mäntsälä contract - Winter season 2021–22.** Finnish Transport Infrastructure Agency Helsinki 2022. Publications of the FTIA 72/2022. 41 pages. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-405-016-6.

## Abstract

This study tested the utilisation of the system based on Vaisala's MD30 sensors in the Mäntsälä area contract in the winter season 2021–22. The study set out to determine any benefits from the wider use of the optical MD30 mobile road condition sensors in a maintenance contract.

Besides real-time information, the system allowed monitoring the contract operations. The study examined friction levels measured by the system on six days with plenty of winter maintenance conducted on an Ise maintenance category road. Half of the days had quite a good traction for the Ise category. For the other half, the MD30 system indicated low friction. The procedure was preceded by snowfall or sleet on all the low-friction days. In these cases, it should be noted that the snow cannot be ploughed in advance.

The study interviewed eight contractor representatives and one client representative onto whose vehicles the MD30 system was installed in autumn 2021. One contractor representative onto whose vehicle the MD30 system had been installed earlier was also interviewed. The interviews clearly indicated that the system significantly benefits the contractor's work supervision. The regional manager also considered the system beneficial. Maintenance equipment operators found it interesting to follow the device's measurement results even though it did not affect their operations much.

The study compared MD30 friction readings with those of a braking friction meter. The test, conducted with a relatively small data set, showed a correlation, as expected. Half the MD30 friction measurements were within 0.1 and 87% within 0.2 from the braking friction meter results. Naturally, differences in the methods and scales used in the comparison and challenges in allocating the measurement results increase dispersion. The tests are to be continued with a larger data set in the winter season of 2022–23.

In conclusion, the MD30 system clearly seemed to support the contractor's work supervision. This was not so much due to any single sensor and its measurement results but the entire system of several MD30 sensors with the associated video inputs. The video inputs and measurement results allowed the work supervision to verify the situation on different roads in real-time and decide, for example, how much resources are needed on any given road. According to the work supervision, the system also helped them to develop anti-slip treatment at problematic sites.

## Esipuhe

Väylävirasto haluaa selvittää uusien digitaalisten menetelmien hyödyntämismahdollisuuksia tienpidossa. Tämä raportti käsittelee kokeilua, jossa Mäntsälän urakassa otettiin laajamittaisesti käyttöön Vaisalan mobiili kelianturi MD30. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, mitä etua laajemmalla mobiilien optisten MD30-anturien hyödyntämisellä voidaan hoitourakassa saavuttaa.

Työtä ovat ohjanneet Mika Terhelä, Jarkko Pirinen, Otto Kärki ja Tuomas Vasama Väylävirastosta. Lisäksi seurantaryhmän työhön ovat osallistuneet Veera Lehtikangas P. Salonen Oy:stä, Olli Heikkilä ja Henri Aaltonen Uudenmaan Ely-keskuksesta sekä Harri Uusimäki Helsingin kaupungilta. Vaisalalta työtä ovat seuranneet Petteri Leppänen, Mikko Siitonen, Kimmo Kynnös, Jouko Heiskanen, Hannu Hoffren ja Elina Heed. Tutkimuksesta ja sen raportoinnista on vastannut Mikko Malmivuo Innomikko Oy:stä. MD30:n ja jarrutuskitkamittausten vertailuaineiston on kerännyt Juha-Matti Vainio West Coast Roadmasters Oy:stä.

Helsingissä joulukuussa 2022

Väylävirasto

Tien kunnossapidon ohjaus- ja kehittämissyksikkö



## Sisältö

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | TAUSTA.....   | 8  |
| 2     | TAVOITE .....   | 9  |
| 3     | VAISALAN MD30-JÄRJESTELMÄ .....                                 | 10 |
| 4     | KELIOLOSUHTEET TOIMENPITEESEEN LÄHTIESSÄ .....                  | 12 |
| 4.1   | Lumisade ja lauhtuvaa 15.11.2021 .....                          | 13 |
| 4.2   | Nollakeliä ja lumisadetta 12.12.2021 .....                      | 15 |
| 4.3   | Vesi- ja lumisadetta pakkasella 2.1.-3.1.2022.....              | 17 |
| 4.4   | Lauhaa ja kevyttä vesisadetta 24.1. ....                        | 20 |
| 4.5   | Lauhtuvaa ja pakastuvaa 27.2. ....                              | 23 |
| 4.6   | Räntäsadetta 28.3.....  | 26 |
| 5     | HAASTATTELUT .....  | 29 |
| 5.1   | Asennus ja koulutus .....                                       | 29 |
| 5.2   | Haastattelut jaoteltuna alkuasenteen mukaan .....               | 30 |
| 5.2.1 | Aluevastaava / mielenkiinnolla suhtaudun.....                   | 30 |
| 5.2.2 | Urakoitsijan työnjohto / aluksi hieman skeptinen.....           | 30 |
| 5.2.3 | Hoitokaluston käyttäjät / en mitään mieltä.....                 | 31 |
| 5.2.4 | Hoitokaluston käyttäjät / aluksi hieman skeptinen .....         | 32 |
| 5.2.5 | Hoitokaluston käyttäjät / aluksi jonkin verran skeptinen.....   | 33 |
| 5.2.6 | Hoitokaluston käyttäjä / jos saisin vaikuttaa, en ottaisi ..... | 33 |
| 6     | MD30 VERTAILU JARRUTUSKITKAMITTARIIN.....                       | 35 |
| 6.1   | Tulokset .....  | 35 |
| 7     | SEURANTARYHMÄN HUOMIOITA .....                                  | 38 |
| 8     | YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....                              | 39 |
| 8.1   | Keliolosuhteet toimenpiteeseen lähtiessä .....                  | 39 |
| 8.2   | Haastattelut.....   | 39 |
| 8.3   | MD30 vertailu jarrutuskitkamittariin.....                       | 40 |
| 8.4   | Johtopäätökset .....  | 41 |

# 1 Tausta

Väylävirasto haluaa selvittää uusien digitaalisten menetelmien hyödyntämismahdollisuuksia tienpidossa. Maanteiden liukkaudentorjunta on liikenneturvallisuuden ja sujuvuuden kannalta tärkeimpiä hoidon tehtäviä. Talvihoidon laadun luotettava seuranta on tällöin tärkeässä roolissa. Myös talvihoidon kustannustehokkuus on merkittävä tekijä.

Väylävirasto on hankkinut 8 kpl Vaisalan mobiileja MD30 keliantureita Mäntsälän urakkaan. Lisäksi urakoitsijalla oli jo 1 aiemmin asennettu MD30. Kokeilu käsitti siten yhdeksän anturia taulukon 1 mukaisesti.

*Taulukko 1. MD30-anturien sijoittelu.*

| Kohde                                   | Kpl      |
|---|----------|
| Aluevastaavan ajoneuvo                  | 1        |
| Urakoitsijan työnjohdon ajoneuvo        | 1        |
| Kävely- ja pyöräilyväylien hoitokalusto | 2        |
| Pääteiden hoitokalusto                  | 5        |
| <b>Yht.:</b>                            | <b>9</b> |

Anturit on asennettu ajoneuvoissa niiden etupuolelle lukuun ottamatta aluevastaavan ajoneuvoa, jossa anturi on ajoneuvon takapuolella. Eteen sijoitus hoitokalustossa antaa mahdollisuuden seurata sitä, mikä oli keliolosuhde juuri ennen hoitotoimenpidettä (eräänlainen lähtökynnys). Kalusto liikkuu myös muuna aikana urakan tiestöllä, jolloin saadaan kattavampaa keli- ja kitkatietoa.

## 2 Tavoite

Kokeilun keskeisenä tavoitteena on selvittää, mitä etua laajemmalla mobiilien optisten MD30-anturien hyödyntämisellä voidaan hoitourakassa saavuttaa. Tähän tavoitteeseen päästään seuraavasti:

- tutkitaan, miten MD30 avulla voidaan arvioida hoitotoimenpiteiden ajoitusta
- tutkitaan, mitä vaikutuksia MD30 käytöllä on erilaisilla teillä: pääteillä, alemmalla tieverkolla ja kävely- ja pyöräilyväylillä
- haastatellaan henkilöitä, jotka ovat hyväksikäyttäneet MD30-laitetta ja järjestelmää.
- tutkitaan MD30:n tarkkuutta (erityisesti kitkan osalta)
- selvitetään myös sellaisia uusia hyödyntämismahdollisuuksia, joita vielä kokeilun käynnistymishetkellä ei tunnistettu.

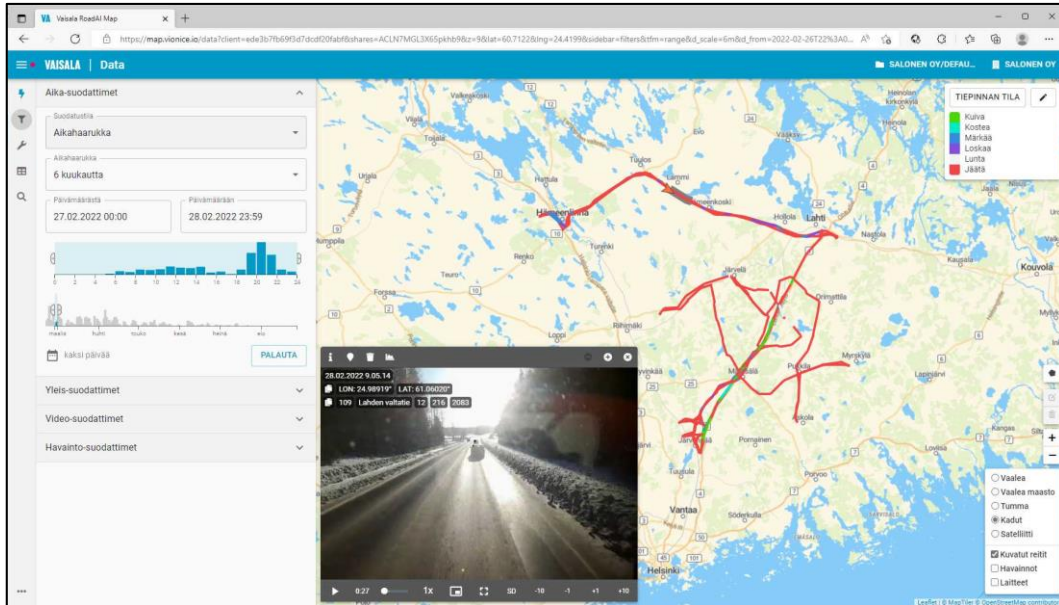
### 3 Vaisalan MD30-järjestelmä

Vaisalan MD30 on optinen mobiili kelianturi (kuva 1). Se kiinnitetään yleensä ajoneuvon etu- tai takapäähän ja se on suunnattu kohti tienpintaa. Laite analysoi valon heijastuvuutta tienpinnasta ja päättelee sen perusteella tienpinnan kelin ja kitkan. Anturista on langaton yhteys ajoneuvon tuulilasin sisäpuolella olevaan puhelimeen. Puhelin vastaanottaa datan ja lähettää tiedot eteenpäin Vaisalan palvelimelle. Mittaustietoja on mahdollista tarkastella ajon aikana suoraan puhelimen näytöltä. Puhelin myös kuvaa tietä ja toimii siten kelikamerana. Myös tämä videokuva lähetetään Vaisalan palvelimelle, missä kuvamateriaali anonymisoidaan, eli siitä poistetaan tunnistettavat ihmiset ja rekisterinumerot.



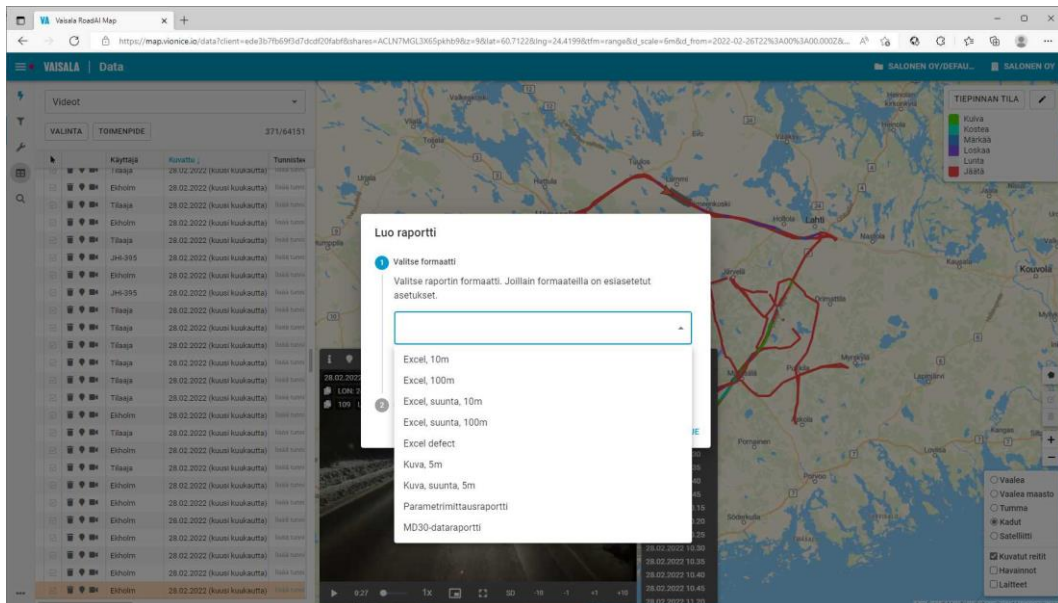
*Kuva 1. Vaisalan MD30-anturi (Vaisala).*

Sekä mittaustietoja että videokuvaa voidaan tarkastella lähes reaaliaikaisesti Vaisalan käyttöliittymästä. Kuvassa 2 on esimerkki käyttöliittymästä. Kuvan tapauksessa on valittu näytettäväksi 2 päivän mittaustiedot kartalla. Lisäksi kuvan tapauksessa on klikattu yhtä mittausosuutta kartalla, jolloin mittausosuuden videokuva on ilmestynyt näytölle.



Kuva 2. Vaisalan käyttöliittymä mittausaineiston tarkasteluun.

Yksityiskohtaisempaa tarkastelua varten mittausaineisto on mahdollista ladata omalle koneelle (kuva 3). Käyttöliittymä tarjoaa tätä varten erilaisia raporttimuotoja.

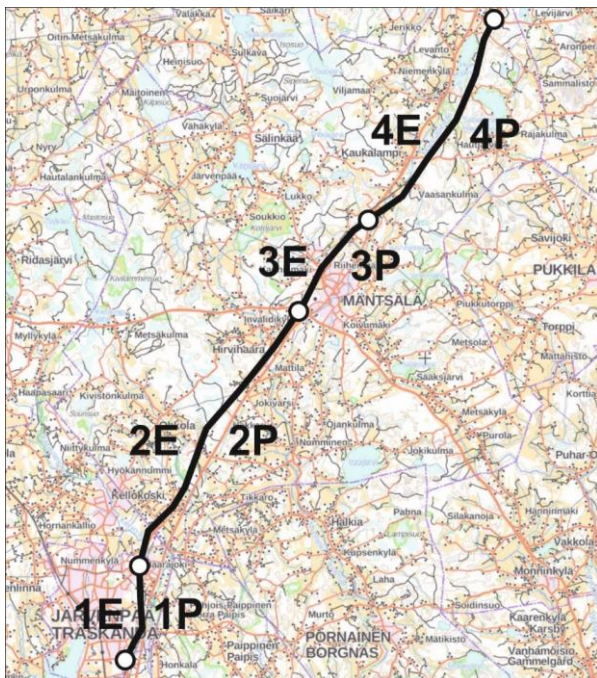


Kuva 3. Mittausraportin luominen.

## 4 Keliolosuhteet toimenpiteeseen lähtiessä

Tämän luvun analyysiä on tehty seuraavasti:

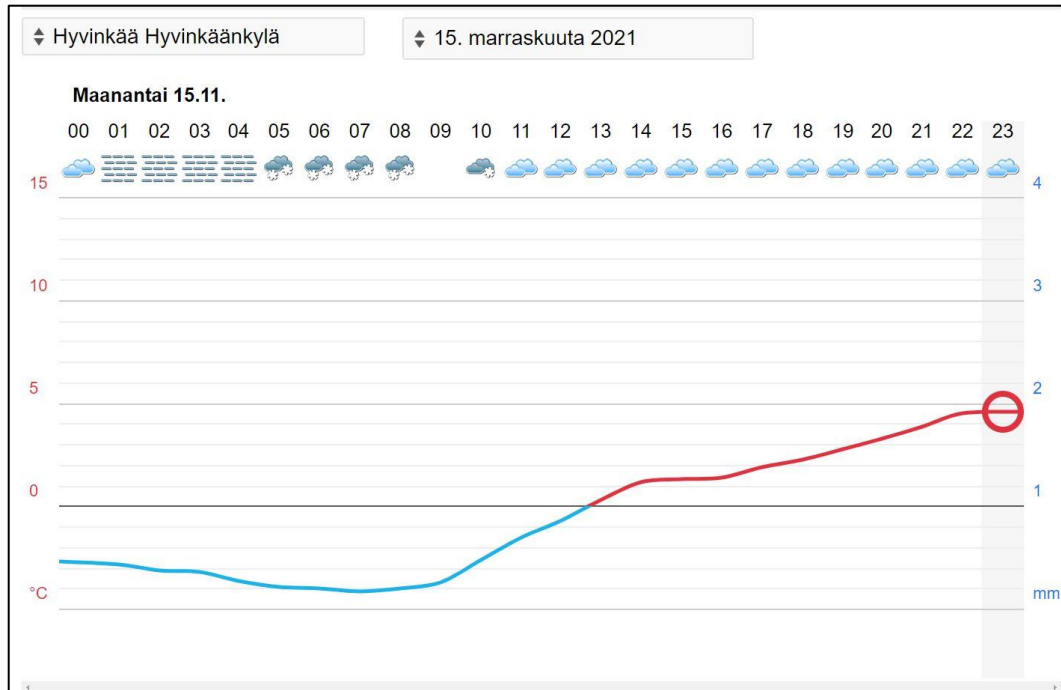
- Väyläviraston Harja-järjestelmästä on katsottu, minä päivinä Mäntsälän urakassa on ollut runsaasti talvihoitotoimenpiteitä. Tällaisten päivien osalta on valittu satunnaisesti kuusi päivää eri puolilta talvikautta 2021–22 tarkempaa tarkastelua varten.
- Jokaisen tarkastelupäivän taustatietoihin on lisätty Forecan havaintohistoriatiedot Hyvinkäältä (Foreca ei tarjoa Mäntsälän historiatietoja). Havaintohistoria taustoittaa hieman kelitilannetta, mutta on muistettava, että urakoitsija tekee toimenpidepäätökset aina ennusteen mukaan. Ennuste voi poiketa paljonkin toteutuneesta kelistä.
- Valittujen tarkastelupäivien osalta on Vaisalan järjestelmästä haettu raportti, joka on muotoa "Excel 10 metrin välein, kummatkin ajosuunnat erikseen". Tähän tarkasteluun on valittu vain talvihoitotyötä tekevät autot. Raportti sisältää kitkamittaustulokset tienumerokohtaisesti valitulla aikavälillä. Tuloksiin on lisätty hoitoluokkatiedot tierekisterin pohjalta. Jos yhdellä tiellä on useampaa hoitoluokkaa, hoitoluokat on eroteltu GPS-koordinaatteihin pohjautuvalla rajauksella. Tuloksena on saatu kyseisen päivän kitkajakauma eri hoitoluokkaisilla teillä.
- Jokaisen tarkastelupäivän osalta on tehty erityistarkastelu valtatie 4:n osalta. Tämä erityistarkastelu ulottuu aina vielä edellisen päivän puolelle. Tähän erityistarkasteluun on otettu mukaan kaikki ajoneuvot, myös urakoitsijan työnjohdon ajoneuvo. Erityistarkastelu pitää sisällään nelostien toimenpiteet (Harja), nelostien osuuskohtaiset keskiarvokitkat sekä kaavion ajoneuvon etenemisestä nelostien eri osuuksilla (kuva 4).



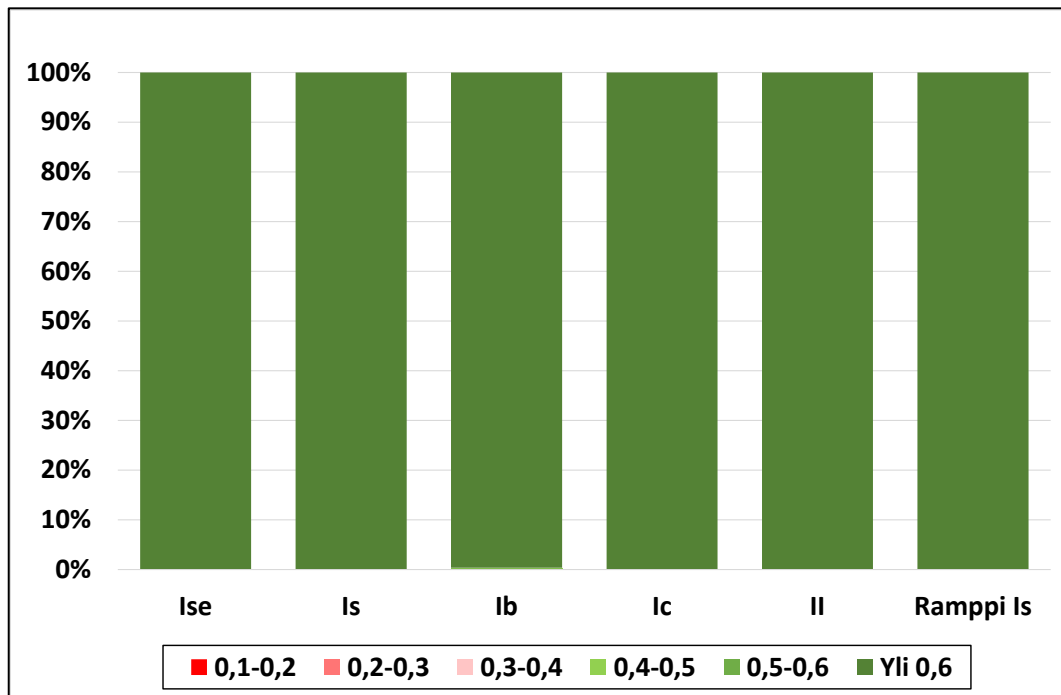
Kuva 4. Nelostien Mäntsälän urakan osuus jaettuna osuuksiin maantieliittymien perusteella. E tarkoittaa suuntaa etelään, P pohjoiseen.

## 4.1 Lumisade ja lauhtuvaa 15.11.2021

Marraskuun 15. päivänä satoi lunta ja sää lauhtui (kuva 5). Vaisalan järjestelmän mukaan talvihoitoajoneuvot mittasivat varsin korkeita kitkatasoja (kuva 6).



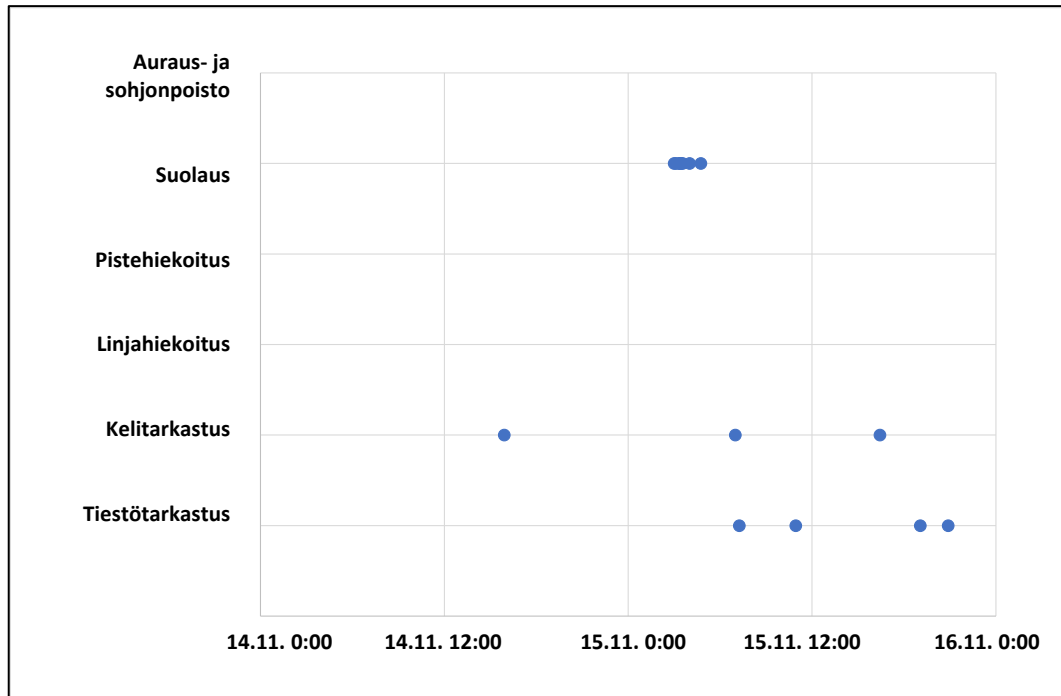
Kuva 5. Havaintohistoria Hyvinkää 15.11.2021 (Foreca).



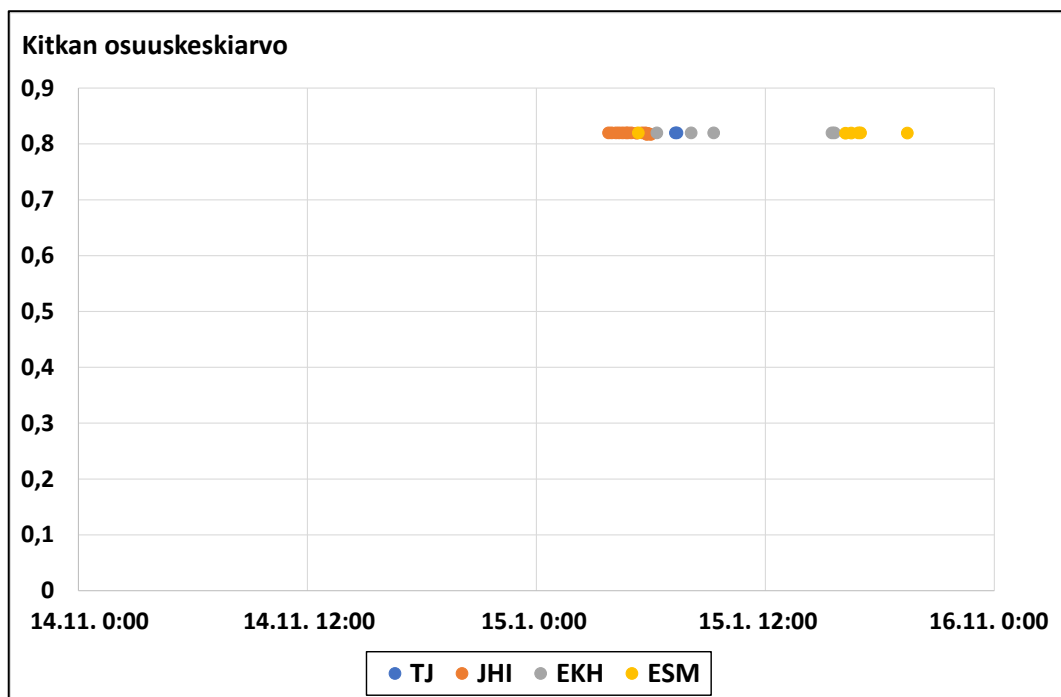
Kuva 6. Kitkan jakauma 15.11.2021 klo 0:00–23:59.

Harjan mukaan nelostietä on suolattu aamulla 15.11. Keli- ja tiestötarkastuksia on tehty useita (kuva 7). Kaikki mitatut kitkatasot ovat olleet korkeita (kuva 8). Kuva

9 havainnollistaa, että nelostien suolauksesta on vastannut pääosin ajoneuvo JHI. TJ on työnjohdon ajoneuvo. Muiden ajoneuvojen liikkeet nelostiellä liittyvät todennäköisesti siirtymäajoihin.

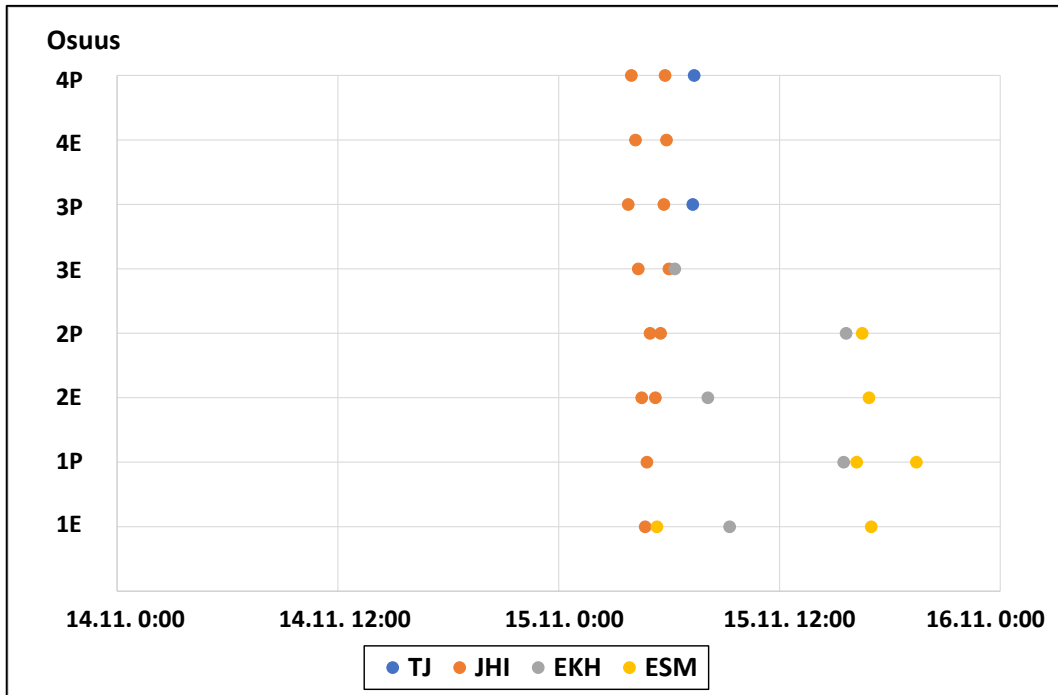


Kuva 7. Toimenpiteet Mäntsälän urakan nelostien osuudella 14.11.2022 0:00 – 16.11.2022 0:00.



Kuva 8. Eri ajoneuvojen nelostien osuuskohtaiset kitkamittaustulokset 14.11.2022 ja 15.11.2022.

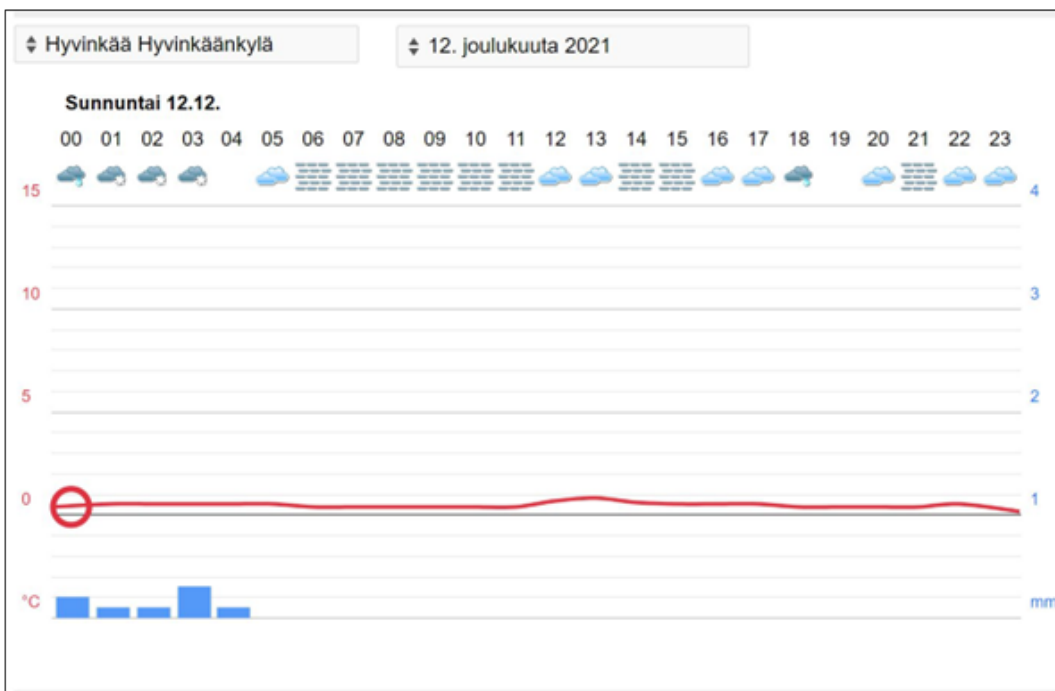




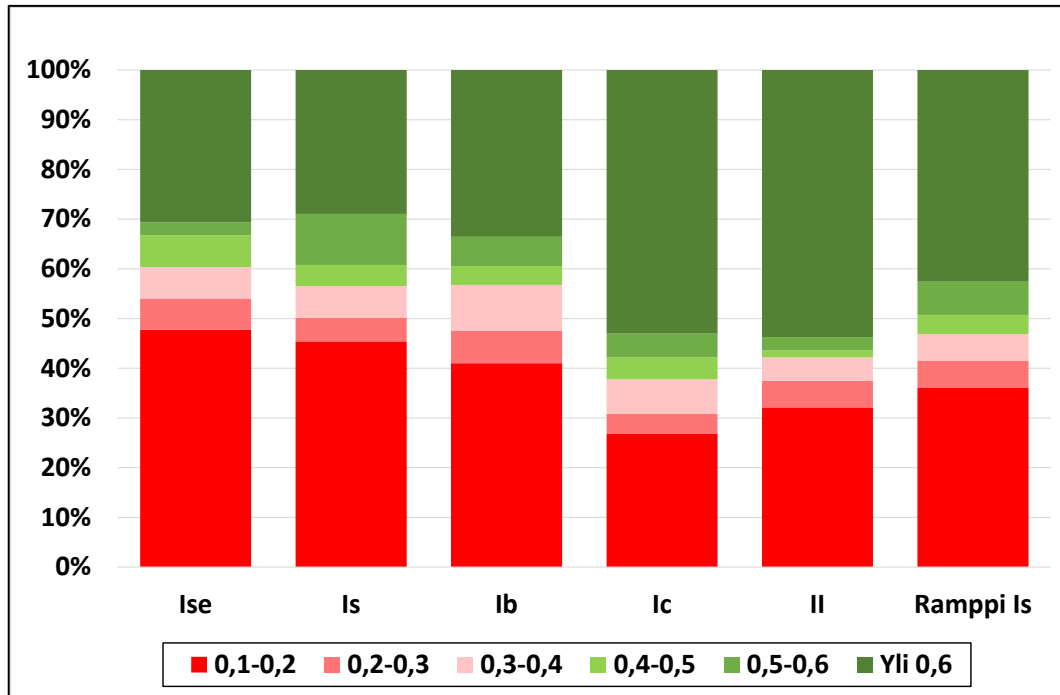
Kuva 9. Eri ajoneuvojen mittausten jakautuminen eri nelostien osuuksille 14.11. ja 15.11.2022.

## 4.2 Nollakeliä ja lumisadetta 12.12.2021

Joulukuun 12 päivä satoi aamulla lunta. Lämpötila pysytteli aivan nollan tuntumassa (kuva 10). M30-järjestelmän mukaan hoitokalusto on mitannut hyvin erilaisia kitkatasoja, myös matalaa kitkaa. Hyvin matalaa kitkaa on esiintynyt kohtuullisen paljon kaikilla teillä (kuva 11).

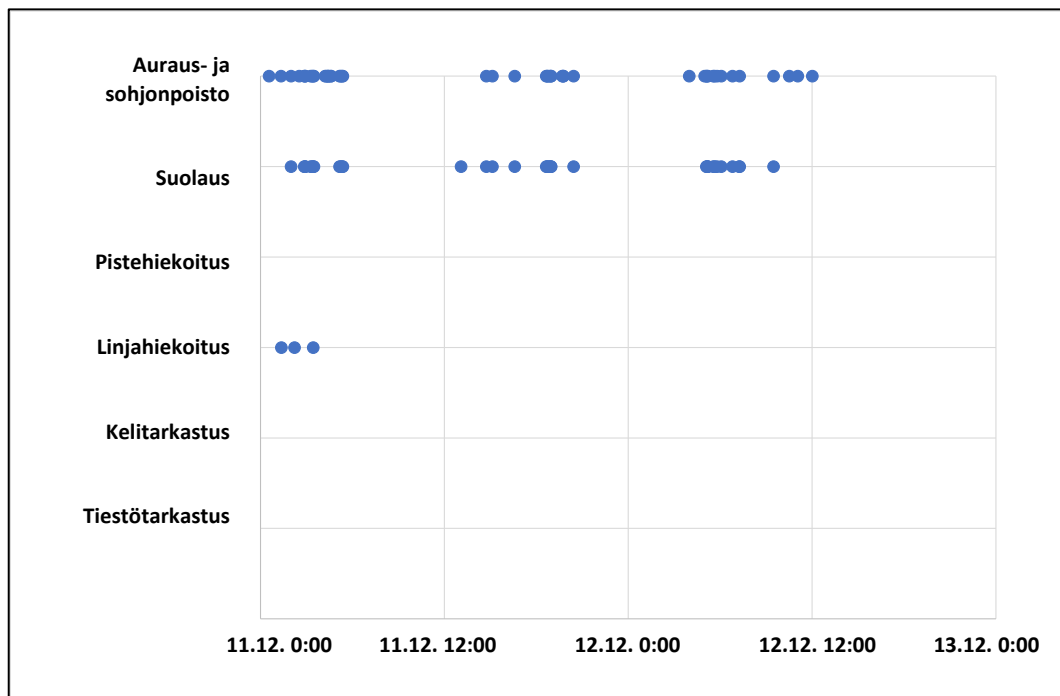


Kuva 10. Havaintohistoria Hyvinkää 12.12.2021 (Foreca).



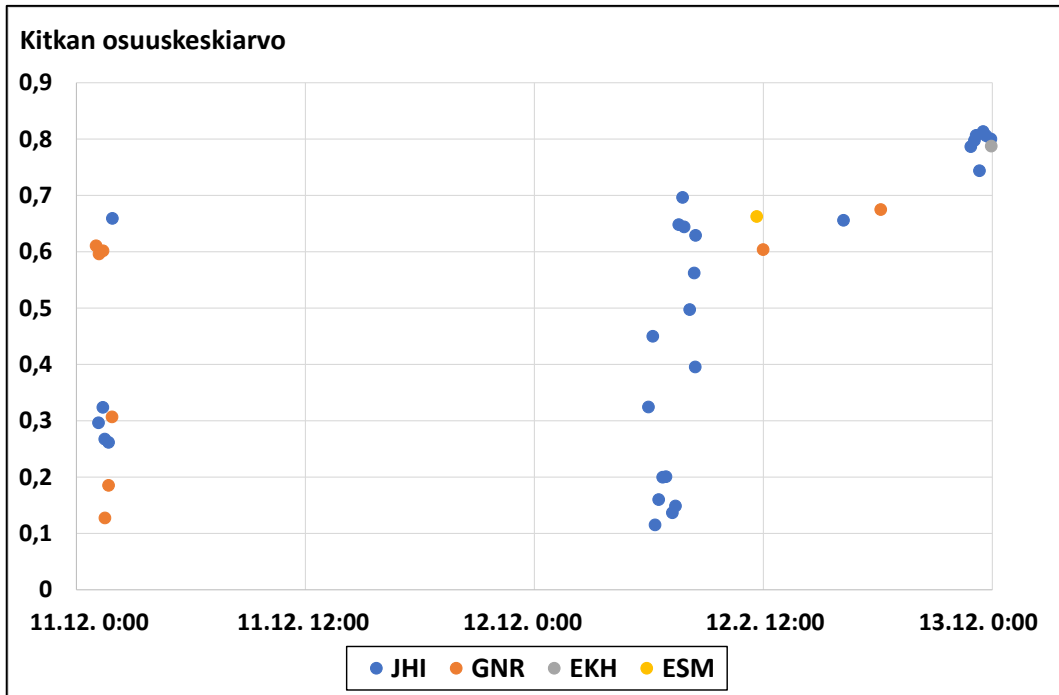
Kuva 11. Kitkan jakauma 12.12.2021 klo 0:00–23:59.

Harjan mukaan nelostien talvihoito on tässä tapauksessa vaatinut sekä runsasta aurausta että suolausta (kuva 12).

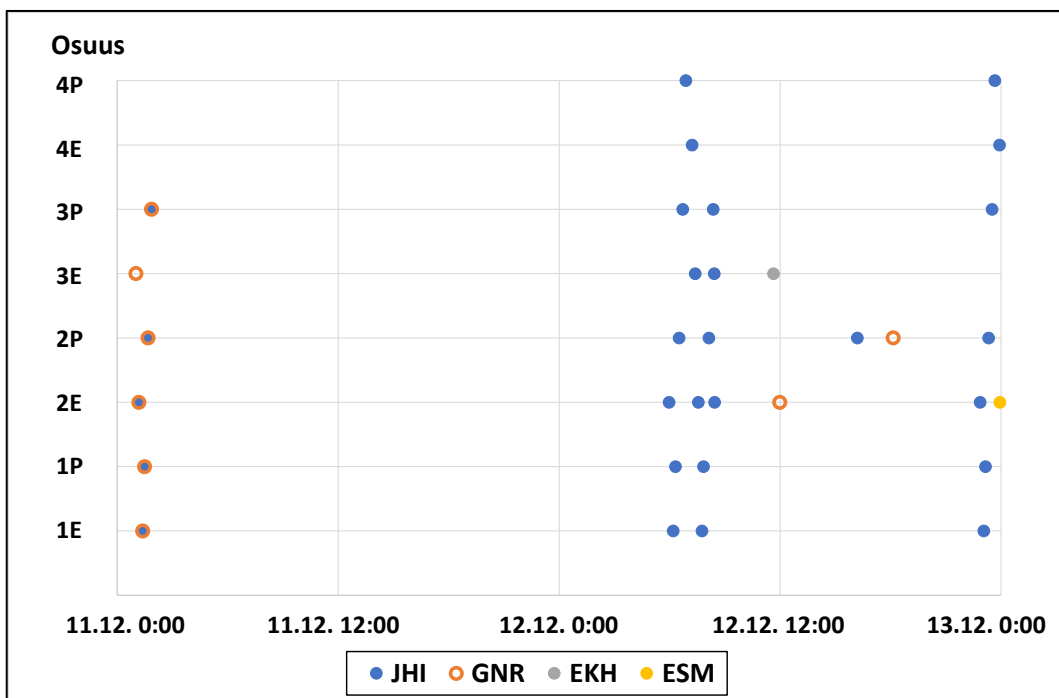


Kuva 12. Toimenpiteet Mäntsälän urakan nelostien osuudella 11.12.2022 0:00 – 13.12.2022 0:00.

Kuvasta 13 näkyy kitkamittaustulosten suuri vaihtelu aamupäivällä 11.12 ja 12.12, mutta iltapäivän 12.12. mittaustulokset kertovat jo pitävästä kelistä. Nelostie on ajoneuvon JHI päävastuulla, mutta 11.12. myös GNR on mitä ilmeisimmin osallistunut myös hoitoon (kuva 14).



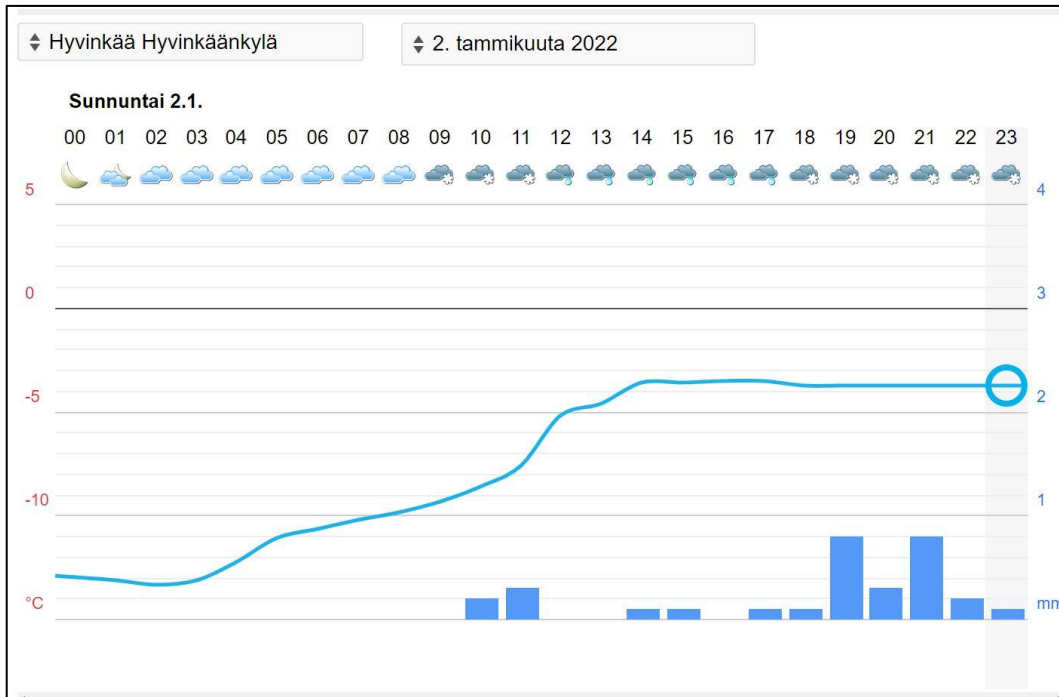
Kuva 13. Eri ajoneuvojen nelostien osuuskohtaiset kitkamittaustulokset 11.12.2022 ja 12.12.2022.



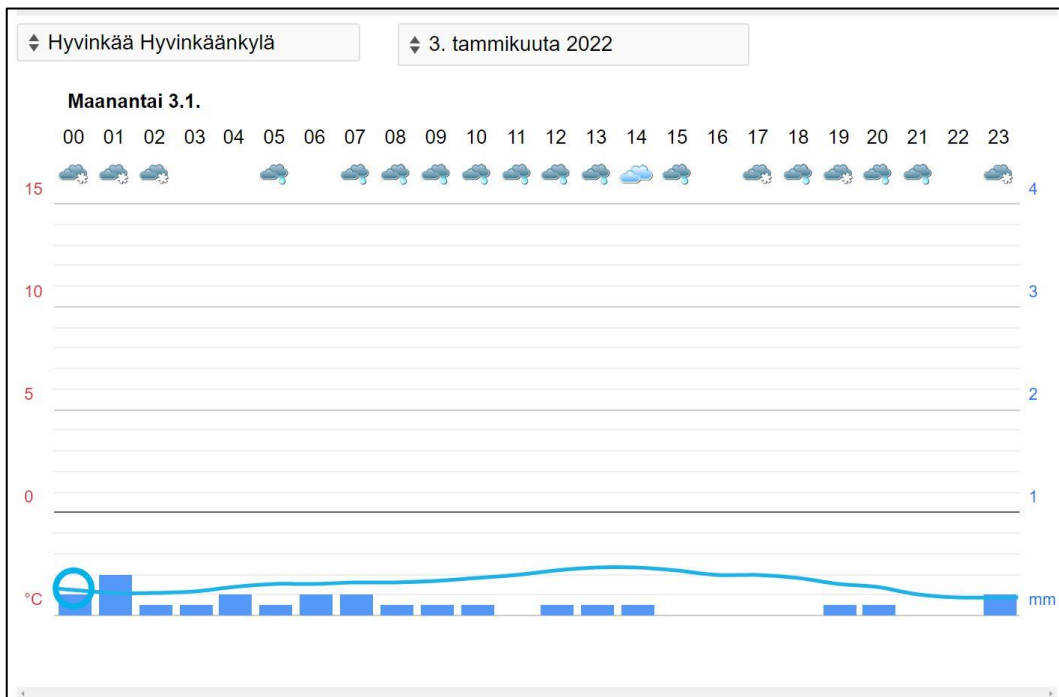
Kuva 14. Eri ajoneuvojen mittausten jakautuminen eri nelostien osuuksille 11.12. ja 12.12.2022.

### 4.3 Vesi- ja lumisadetta pakkasella 2.1.–3.1.2022

Tammikuun toinen ja kolmas päivä olivat talvihoidon osalta haasteellisia. Tässä luvussa on poikkeuksellisesti tarkasteltu kahden päivän tilanne. Tuolloin satoi useaan otteeseen vettä ja lunta pakkaskelillä (kuvat 15 ja 16).

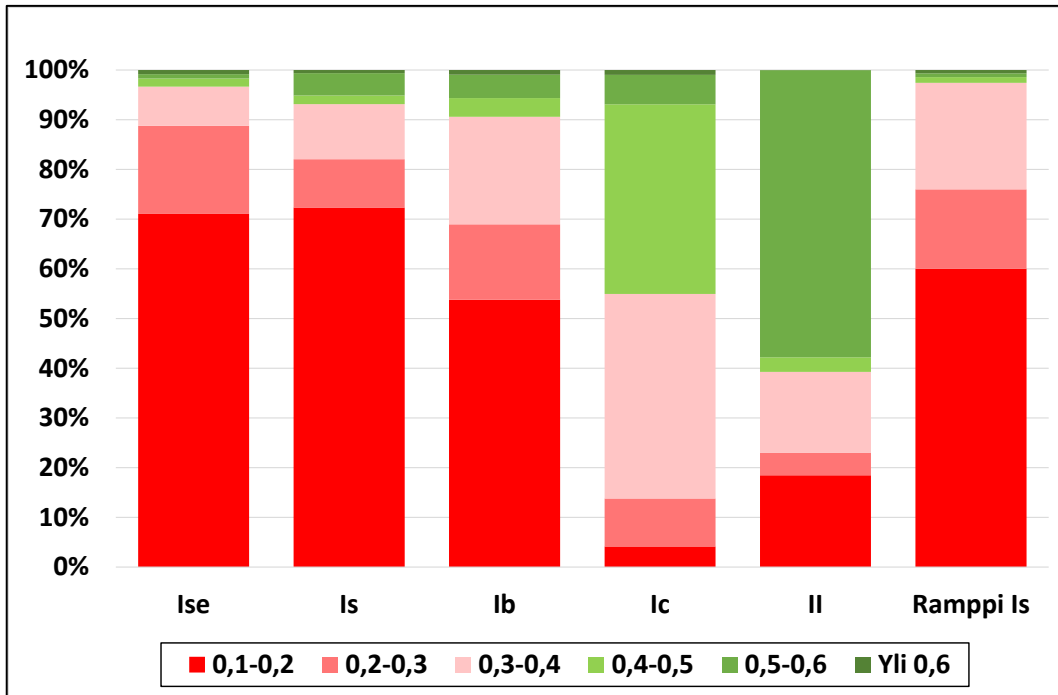


Kuva 15. Havaintohistoria Hyvinkää 2.1.2022 (Foreca).



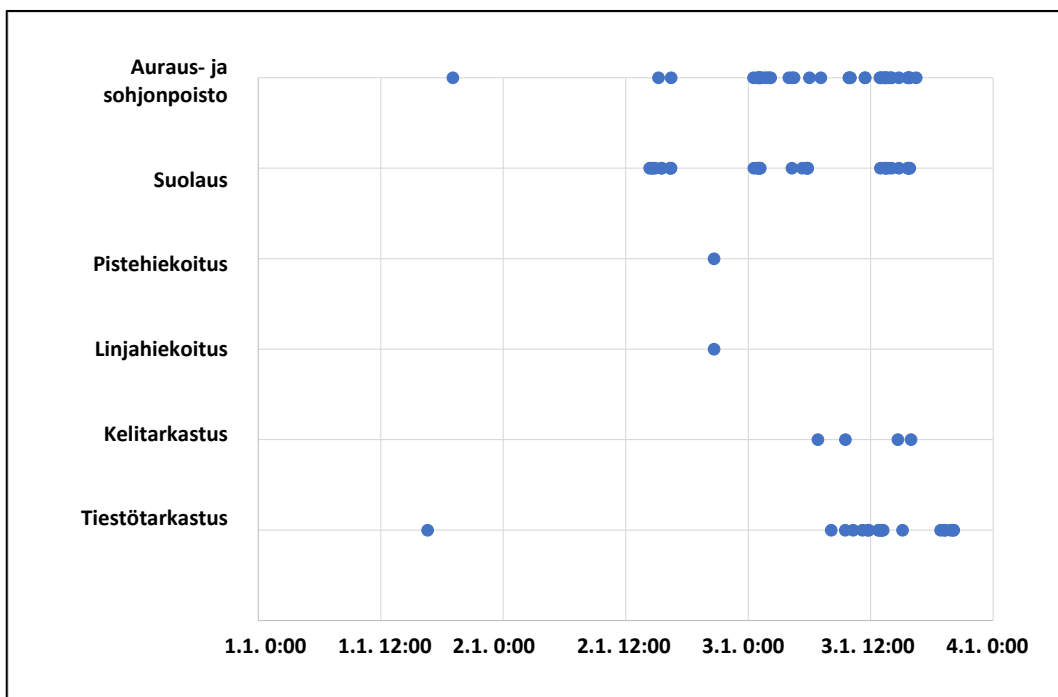
Kuva 16. Havaintohistoria Hyvinkää 3.1.2022 (Foreca).

Kyseisten päivien yleinen kitkajakauma on esitetty kuvassa 17. Matalammalla verkolla (hoitoluokat Ic ja II) on ollut pitävämpää, mutta ylemmällä verkolla on ollut enemmän liukkaita kelejä.



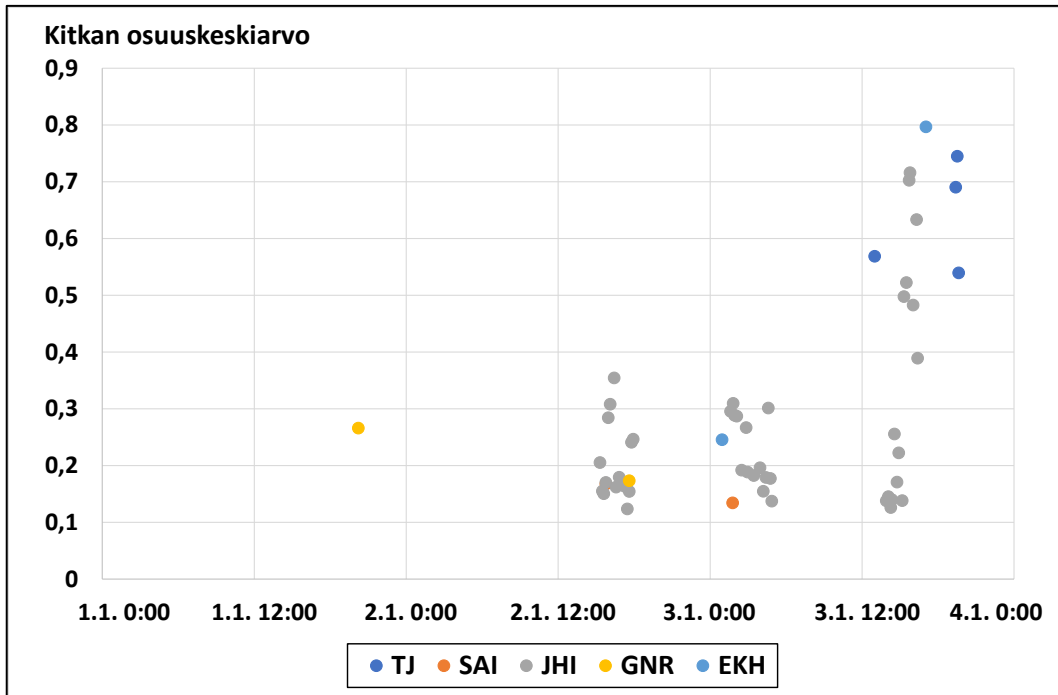
Kuva 17. Kitkan jakauma 2.1.2022 0:00 – 3.1.2022 23:59.

Nelostien toimenpiteet kertovat runsaasta aurauksesta ja suolauksesta (kuva 18).

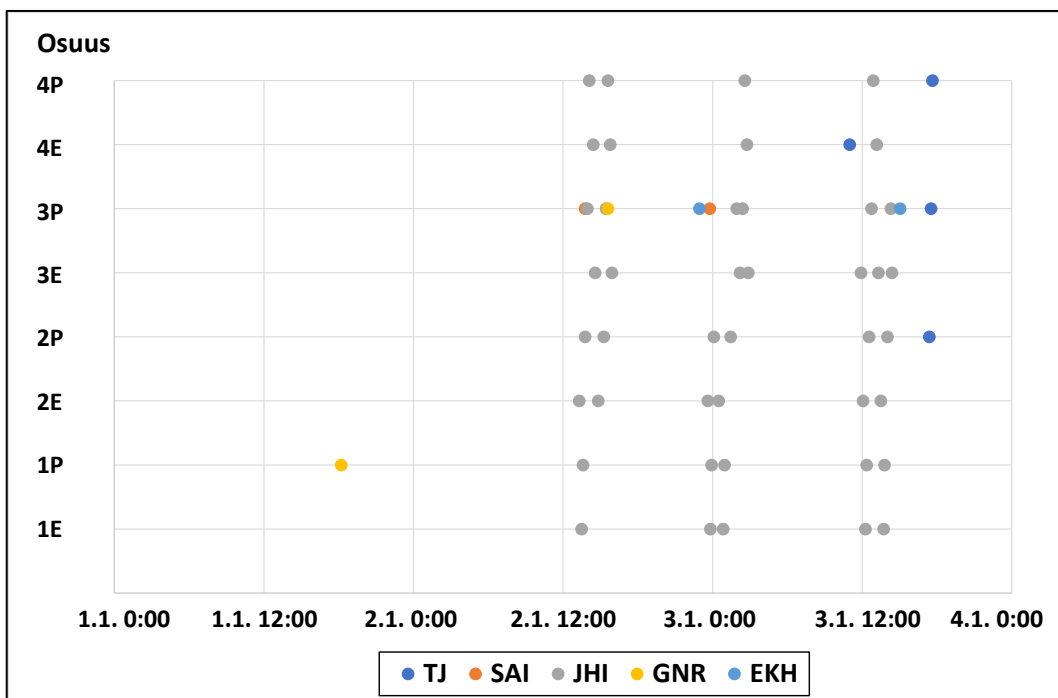


Kuva 18. Toimenpiteet Mäntsälän urakan nelostien osuudella 1.1.2022 – 3.1.2022 0:00.

Nelostiellä on havaittu matalaa kitkaa jo 1.1. klo 18, mutta tuolloin ilman lämpötila oli  $-7^{\circ}\text{C}$  ja keli edelleen pakastuva, joten suola ei välttämättä olisi toiminut. Talvihoitoimenpiteet aloitettiin 2.1. ilman lämmettyä (kuvat 19 ja 20).



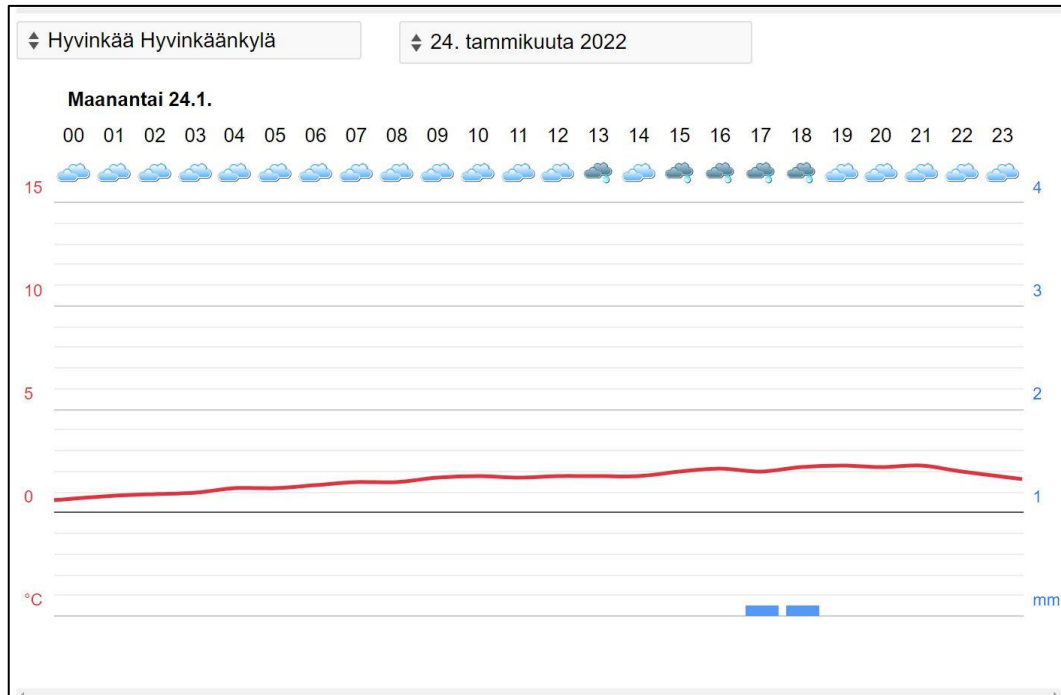
Kuva 19. Eri ajoneuvojen nelostien osuuskohtaiset kitkamittaustulokset 1.1.2022–3.1.2022.



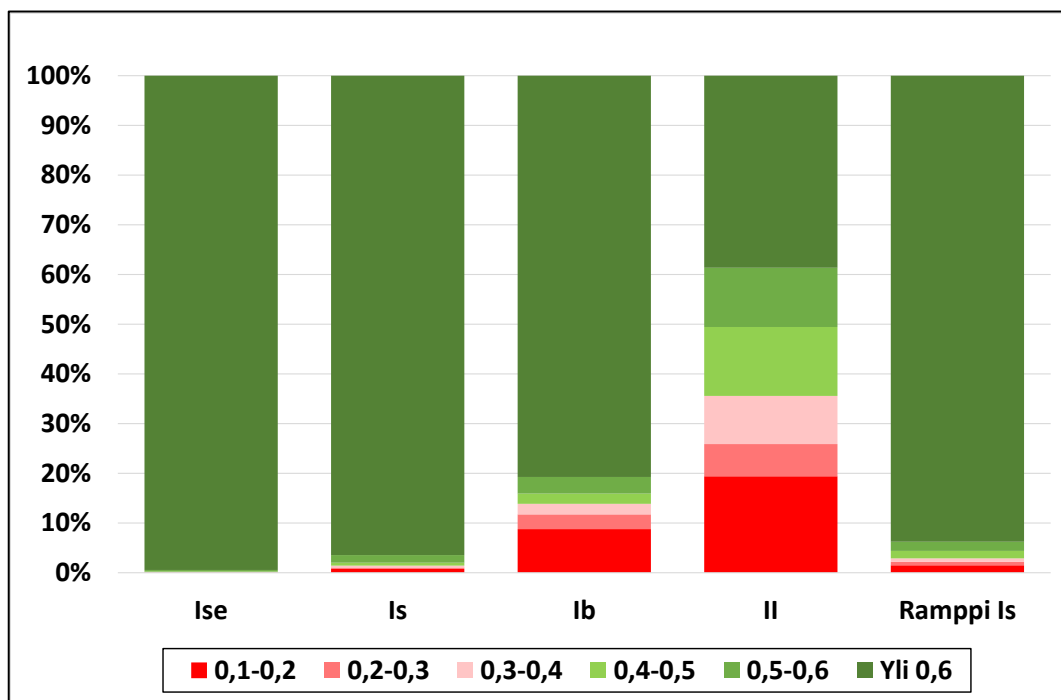
Kuva 20. Eri ajoneuvojen mittausten jakautuminen eri nelostien osuuksille 1.1.2022–3.1.2022.

#### 4.4 Lauhaa ja kevyttä vesisadetta 24.1.

Tammikuun 24 päivänä oli lauhaa, mutta aiempien päivien pakkasen myötä tienpinnat saattoivat olla kylmiä (kuva 21). Ylemmillä hoitoluokilla oli pitävää keliä (kuva 22).

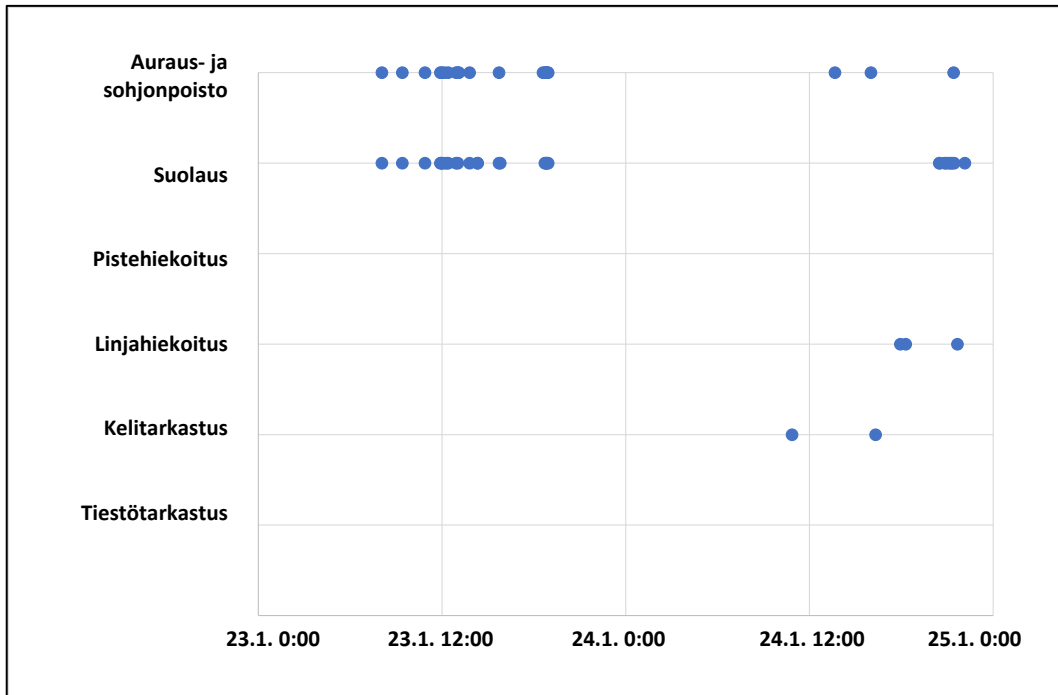


Kuva 21. Havaintohistoria Hyvinkää 24.1.2022 (Foreca).



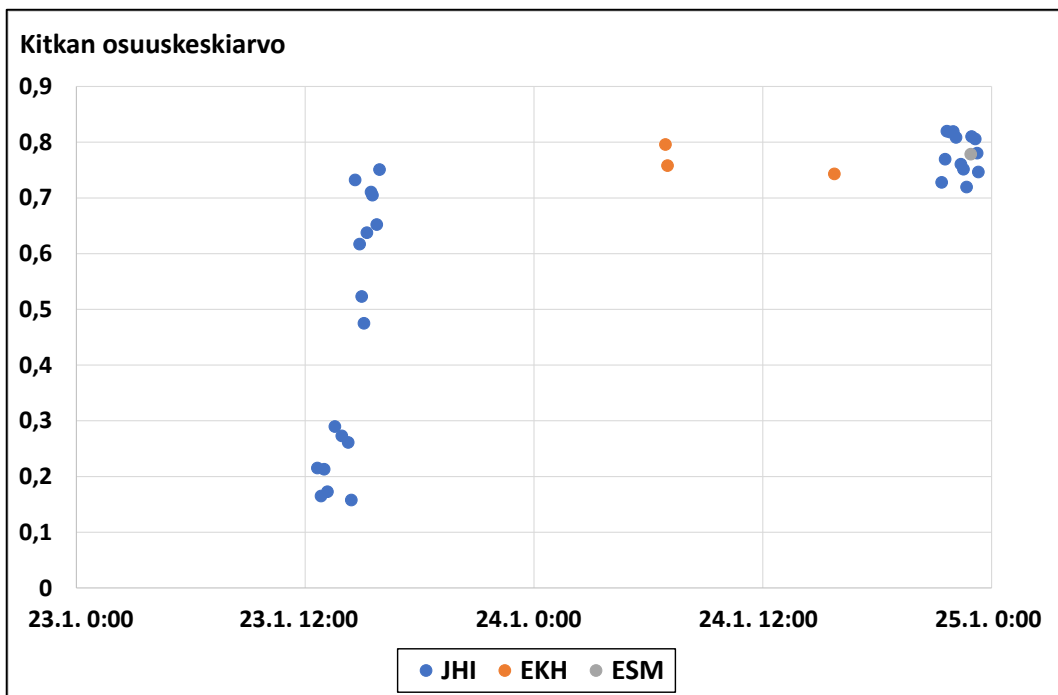
Kuva 22. Kitkan jakauma 24.1.2022 klo 0:00–23:59.

Harjan mukaan nelostietä on aurattu ja suolattu sekä 24.1. että edellisenä päivänä. Vaikuttaa myös siltä, että 24.1. olisi turvautunut myös hiekoitukseen.



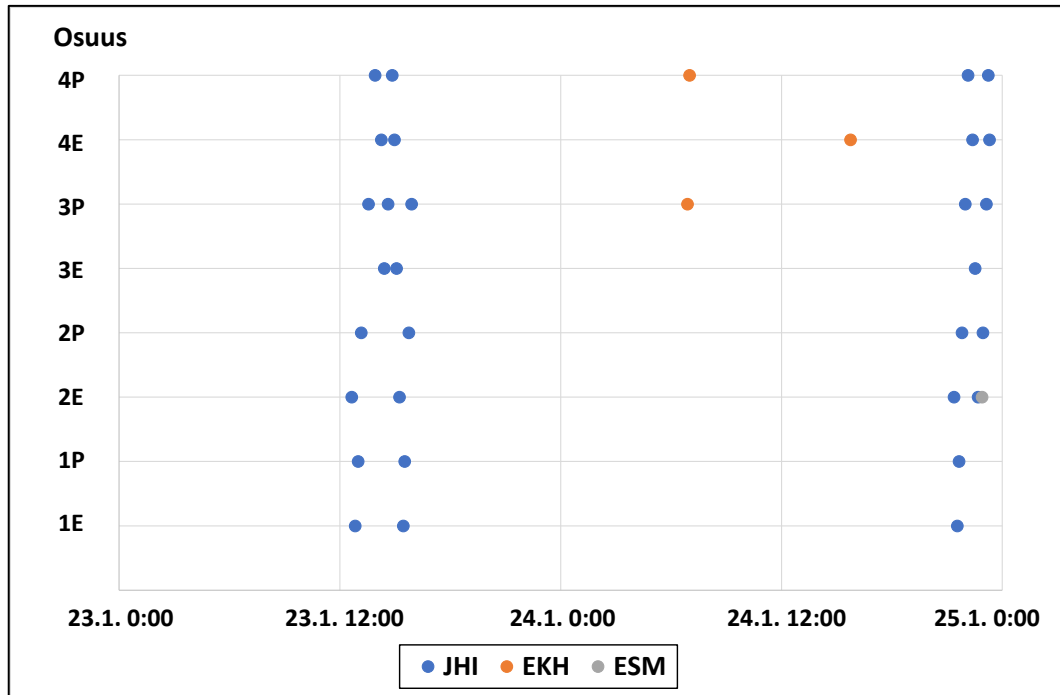
Kuva 23. Toimenpiteet Mäntsälän urakan nelostien osuudella 23.1.2022 ja 24.1.2022.

Kitkatasot nelostiellä olivat vielä 23.1. vaihtelevia, mutta 24.1. yksinomaan pitäviä (kuvat 24 ja 25).



Kuva 24. Eri ajoneuvojen nelostien osuuskohtaiset kitkamittaustulokset 23.1.2022 ja 24.1.2022.

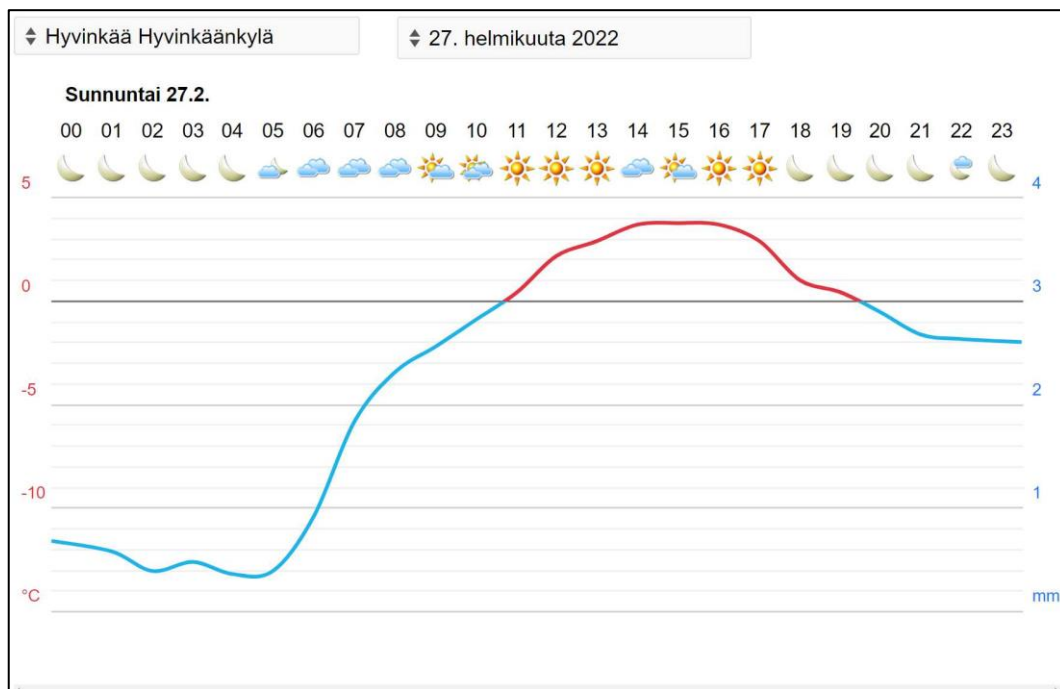




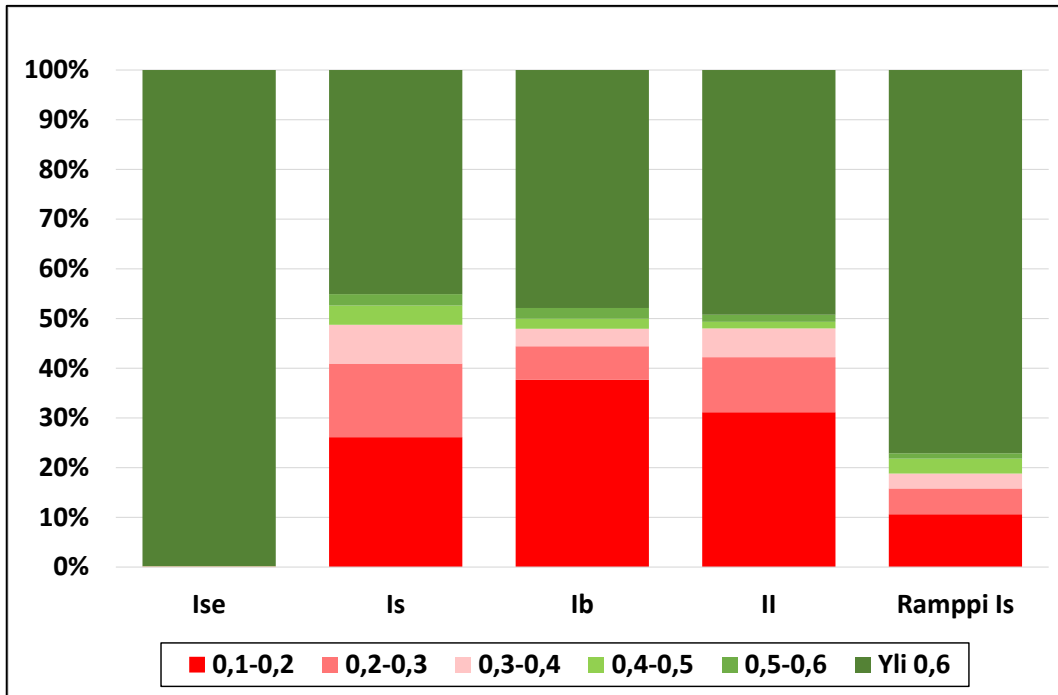
Kuva 25. Eri ajoneuvojen mittausten jakautuminen eri nelostien osuuksille 13.1.2022 ja 24.1.2022.

## 4.5 Lauhtuvaa ja pakastuvaa 27.2.

Helmikuun 27 päivä vaikuttaa sateettomalta ja aurinkoiselta. Lämpötilan vaihtelu on kevättalvelle tyypillisen voimakasta (kuva 26). Kyseisenä päivänä on Ise-hoito-luokassa ollut pitävä keli, muualla vaihtelevampaa (kuva 27).

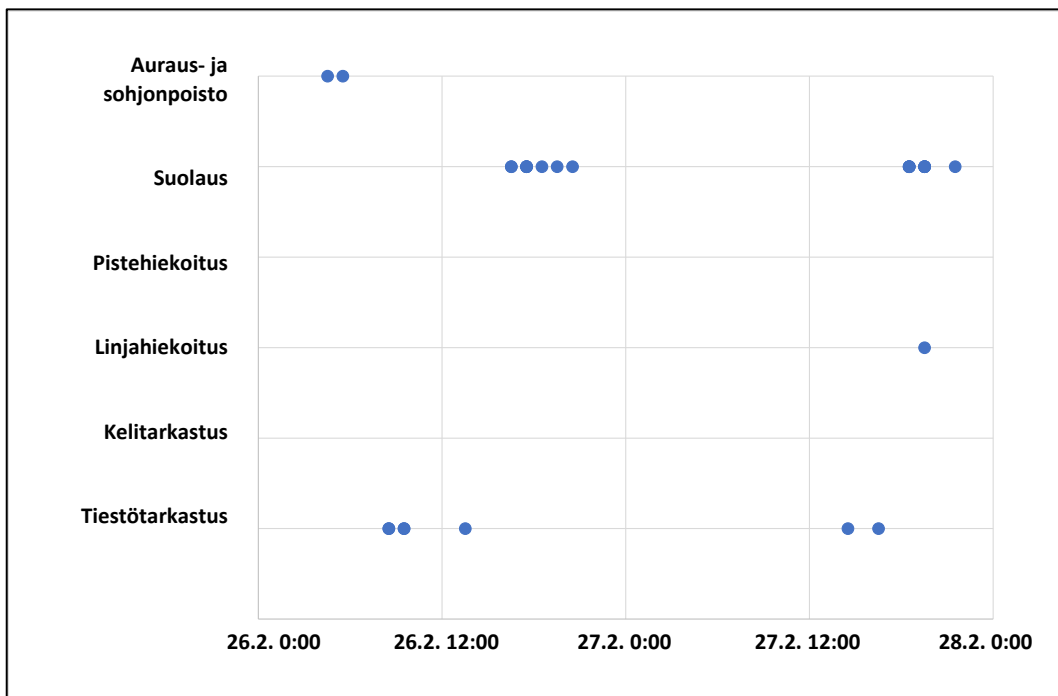


Kuva 26. Havaintohistoria Hyvinkää 27.2.2022 (Foreca).



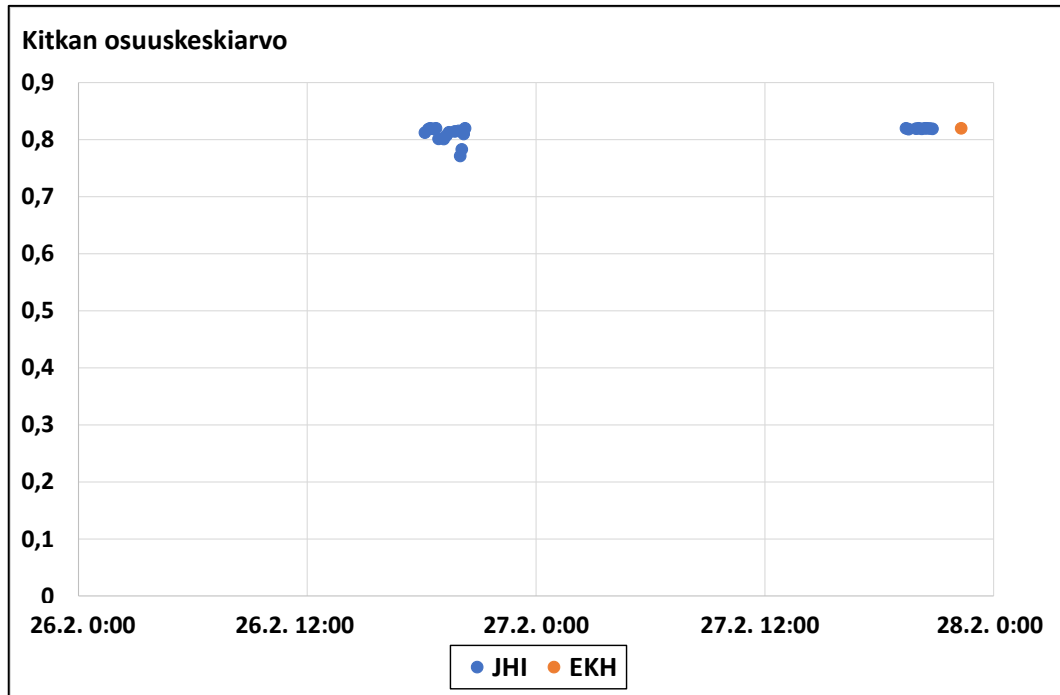
Kuva 27. Kitkan jakauma 27.2.2022 klo 0:00–23:59.

Odotetusti nelostiellä ei 28.2. ollut aurostoimintaa, vaan ainoastaan suolausta (kuva 28).

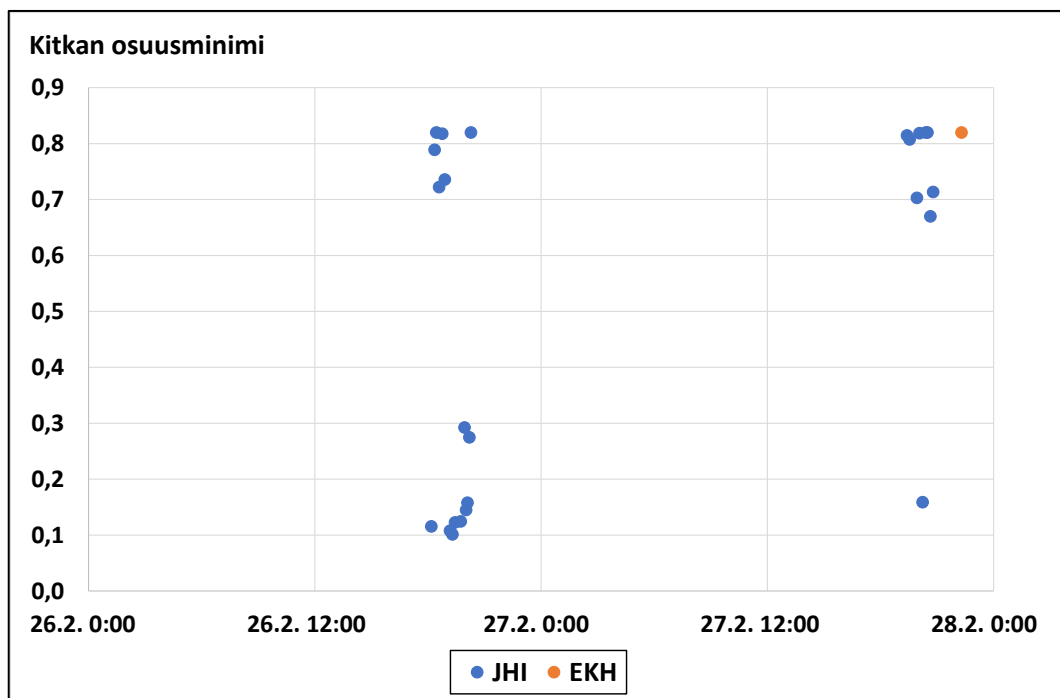


Kuva 28. Toimenpiteet Mäntsälän urakan nelostien osuudella 26.2.2022 ja 27.2.2022.

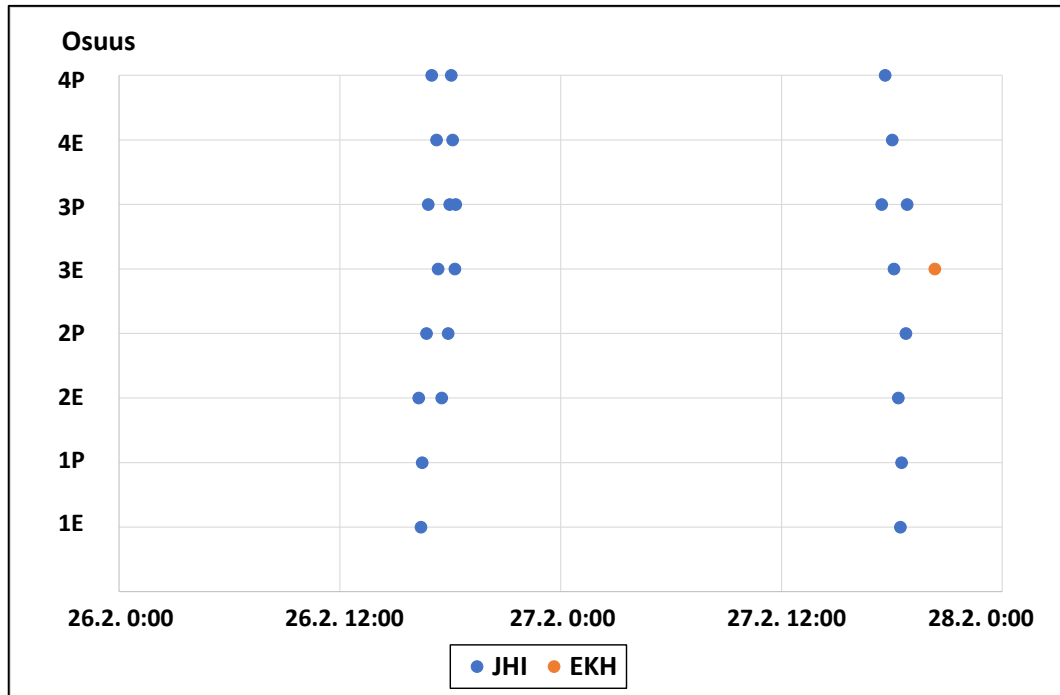
Kitkatasot ovat suolauksen aikaan olleet keskimäärin varsin korkeat (kuva 29). Kuvassa 30 on tarkasteltu erikseen myös minimikitkoja. Kuvasta nähdään, että nelostiellä on ollut varsin paikallisia matalan liukkauden kohtia.



Kuva 29. Eri ajoneuvojen nelostien osuuskohtaiset kitkamittaustulokset 26.2.2022 ja 27.2.2022.



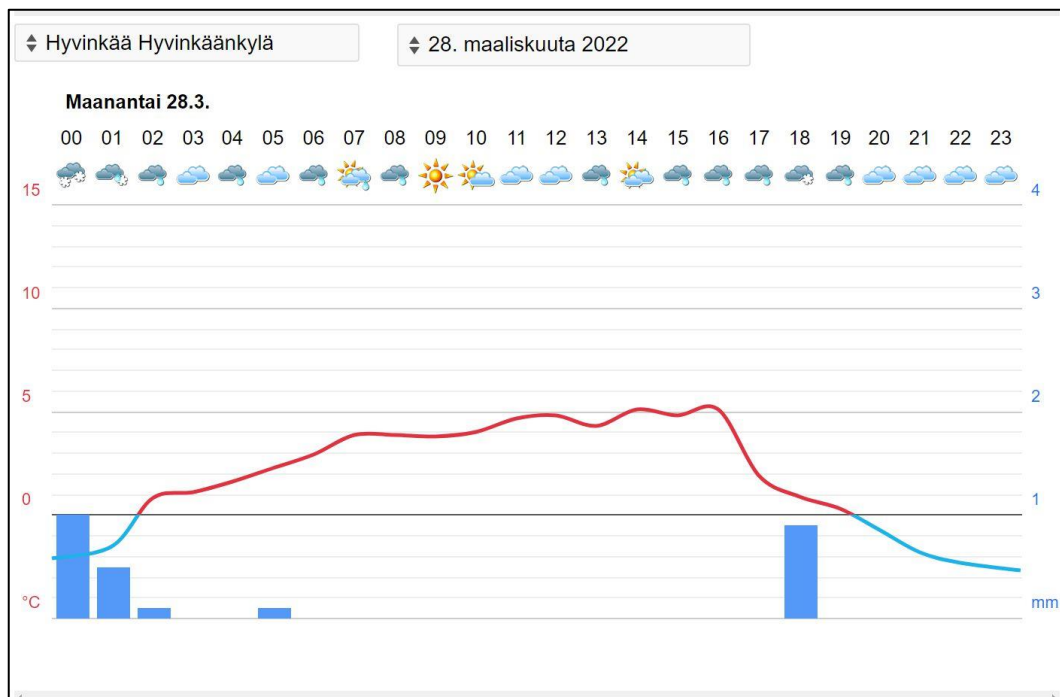
Kuva 30. Eri ajoneuvojen nelostien kitkamittausten osuuskohtaiset minimikitkat 26.2.2022 ja 27.2.2022.



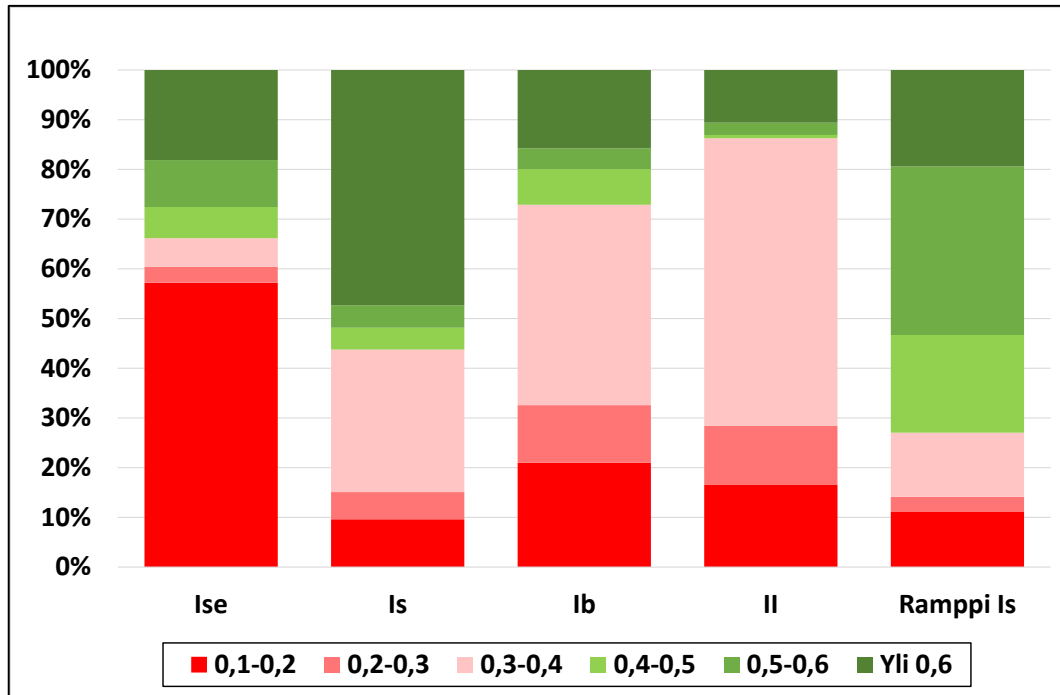
Kuva 31. Eri ajoneuvojen mittausten jakautuminen eri nelostien osuuksille 26.2.2022 ja 27.2.2022.

## 4.6 Räntäsadetta 28.3.

Aamuyöstä maaliskuun 28 päivänä satoi lunta ja räntää (kuva 32). Talvihoitoajoneuvot mittasivat vaihtelevia kitkatasoja eri hoitoluokissa (kuva 33).

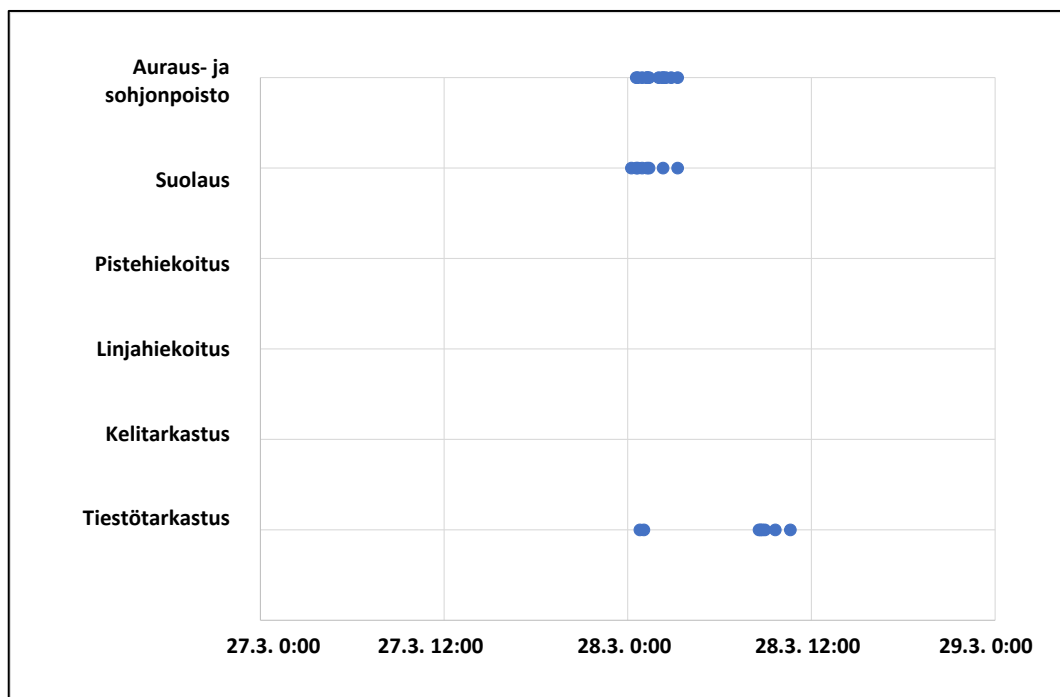


Kuva 32. Havaintohistoria Hyvinkää 28.3.2022 (Foreca).



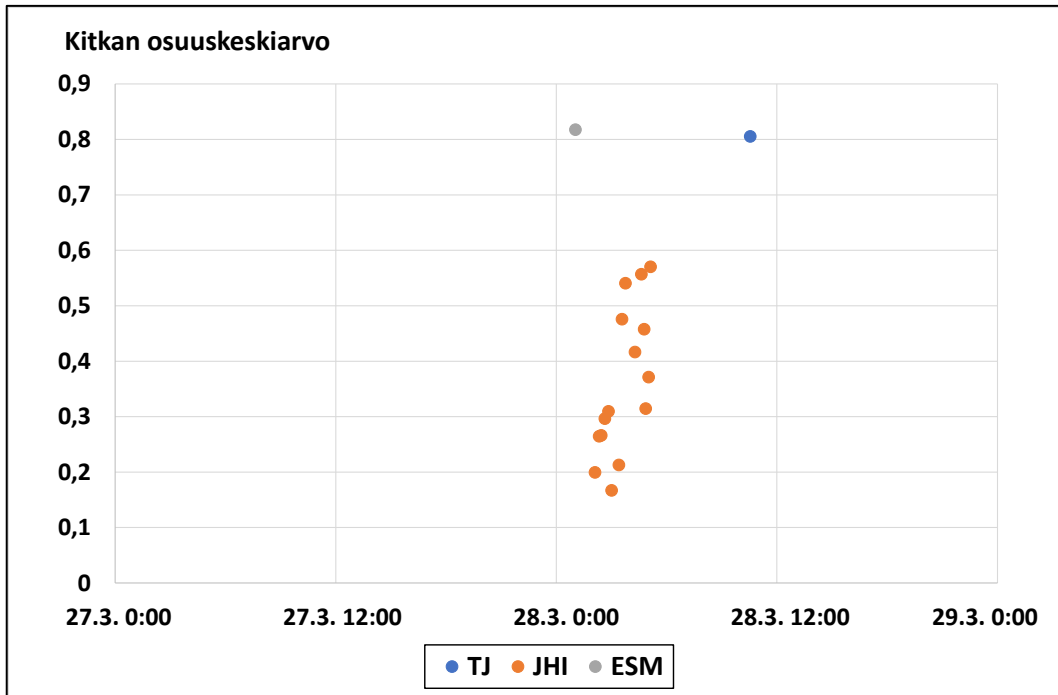
Kuva 33. Kitkan jakauma 28.3.2022 klo 0:00–23:59.

Nelostien hoitotoimenpiteet ajoittuivat myös loogisesti 28.3. aamuun (kuva 34).

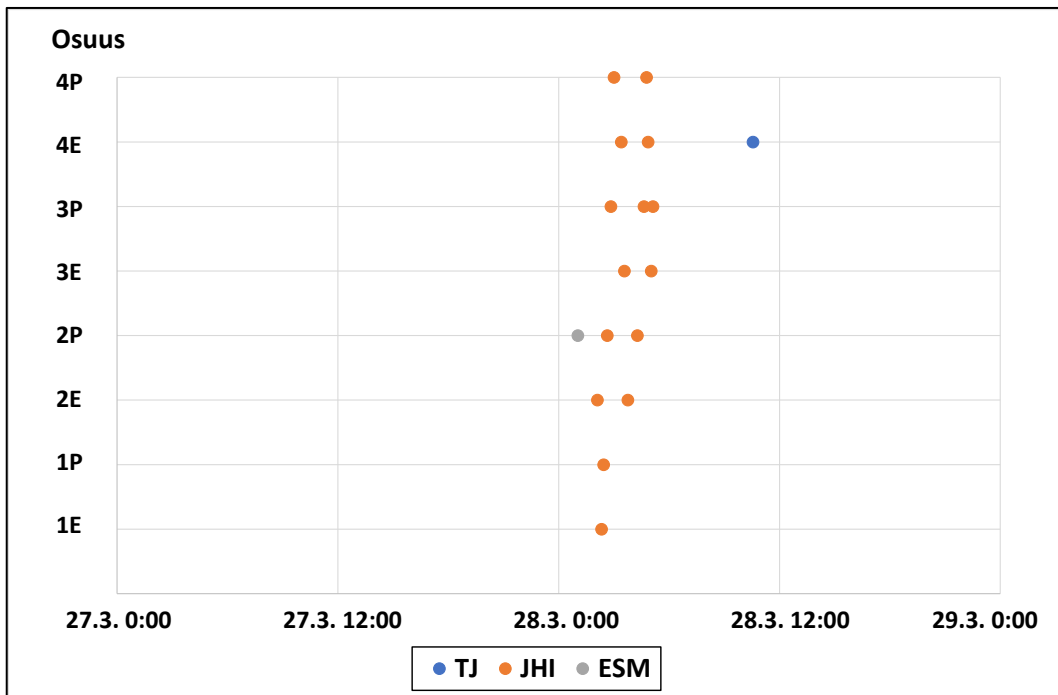


Kuva 34. Toimenpiteet Mäntsälän urakan nelostien osuudella 27.3.2022 ja 28.3.2022.

Nelostien Kitkatasot olivat aamulla 28.3. vaihtelevia. Työnjohdon liikkuesa nelostieellä hieman ennen keskipäivää, tie oli jo pitävä (kuva 35 ja 36).



Kuva 35. Eri ajoneuvojen nelostien osuuskohtaiset kitkamittaustulokset 27.3.2022 ja 28.3.2022.



Kuva 36. Eri ajoneuvojen mittausten jakautuminen eri nelostien osuuksille 27.3.2022 ja 28.3.2022.

## 5 Haastattelut

Tutkimuksessa päätettiin haastatella MD30-anturin käyttäjiä sekä ennen että jälkeen talvikauden. Siten saadaan tietoa siitä, miten ennakko- ja ensikäsitkset poikkeavat niistä käsityksistä, mitä laitteesta on talvikauden jälkeen. Asennukset sujuvat varsin eritahtisesti siten, että osalla ensimmäisen kierroksen haastateltavista oli jo ensikokemuksia laitteesta ja osalla ei.

Haastateltavana oli 7 työkoneen kuljettajaa, joiden käyttämiin työkoneisiin laite oli asennettu tai asennetaan. Lisäksi haastateltavana oli yksi urakoitsijan työnjohtaja sekä yksi aluevastaava.

Ennakkohaastattelun kysymykset olivat seuraavat:

- Mitä ajatuksia MD30-kokeilu mielessäsi herättää, kuinka paljon olet laitteeseen ja järjestelmään ehtinyt tutustua?
- Uskotko, että tämä anturi voi tarjota sinulle sellaista lisätietoa, mitä et muuta kautta tai omilla silmilläsi voi havaita?
- Uskotko, että MD30 voisi luotettavasti mitata kitkaa?
- Lisäksi kysyttiin laitteen asennuspaikasta ja saadusta käyttökoulutuksesta.

Jälkihaastattelun kysymykset olivat seuraavat:

- Kuinka paljon seurasit talven aikana laitteen ja järjestelmän tuottamaa tietoa? Minkälaisissa tilanteissa?
- Minkälaisissa tilanteissa laitteesta ja järjestelmästä oli eniten hyötyä? Onko laite ohjannut toimintaanne? Onko merkitystä, käytetäänkö laitetta korkeammalla tieverkolla, alemmalla verkolla tai kävely- ja pyöräilyväylillä?
- Kuinka luotettavana pidit laitteen tuottamaa tietoa?
- Oliko laitetta helppo käyttää ja huoltaa?
- Haluaisitko, että myös jatkossa sama laite olisi käytössäsi?
- Onko mielessäsi parannusehdotuksia laitteen, järjestelmän tai sen käyttötavan kehittämiseksi? Mitä puutteita olet havainnut? Olisiko mahdollista antaa MD30:n päättää esim. hiekan annostelusta kävely- ja pyöräilyväylillä?

### 5.1 Asennus ja koulutus

Kaikissa työkoneissa laite on asennettu ajoneuvon eteen ja kohdistettu oikeaan ajouraan. Silloin kun työkoneissa on aura edessä, MD30 jää auran taakse. Auratessa laite ei pysty siten mittaamaan ennen toimenpidettä vallinnutta keliä, tosin tällöin keli on varsin suurella todennäköisyydellä tiedossa (lumi tai loska). Urakoitsijan työnjohtajan henkilöautossa laite on myös edessä oikealla, sen sijaan aluevastaavan autossa laite on kiinnitetty taakse peräkoukkuun ja kohdistettu vasemman pyöränuraan.

Asennukset yhteydessä Vaisalan asentaja on yleensä antanut lyhyen käyttöönottopastuksen. Kolme sellaista haastateltavaa, joiden autoon laite oli jo asennettu, kertoivat, etteivät juuri mitään opastusta laitteen käyttöön ole saaneet. Vaikutti kuitenkin, että hekin olivat laitteeseen ehtineet varsin hyvin perehtyä. Lisäksi kun

heiltä kysyttiin linssin puhdistuksesta, he kaikki muistivat siitä kuulleensa. Toisaalta yksi vastaajista kertoi saaneensa käyttöönottokoulutuksen, muttei muistanut, että puhdistuksesta olisi ollut puhetta.

## 5.2 Haastattelut jaoteltuna alkuasenteen mukaan

Taulukossa 2 haastateltavat on jaoteltu alkuasenteen mukaan. Asenteet muuttuivat selvästi myönteisemmiksi, kun laitteesta oli talvikauden jälkeen kertynyt kokemusta.

*Taulukko 2. Asenteet MD30-anturia kohtaan ennen ja jälkeen talvikauden.*

| Rooli                  | Mielipide laitteesta ennen asennusta          | Mielipide talven jälkeen                              | Kpl   |
|------------------------|---|---|---|
| Aluevastaava           | Mielenkiinnolla suhtaudun                     | Erittäin mielellään pitäisin jatkossakin              | 1   |
| Urakoitsijan työnjohto | En juuri mitään mieltä, ehkä hieman skeptinen | Erittäin mielellään pitäisin jatkossakin              | 1   |
| Hoitokaluston käyttäjä | En mitään mieltä                              | Eipä haittaakaan ole, mielenkiinnolla välillä seuraan | 2   |
|                        |   | En käyttänyt koneen vaihtumisen vuoksi                | 1   |
|                        | En juuri mitään mieltä, ehkä hieman skeptinen | Eipä haittaakaan ole, mielenkiinnolla välillä seuraan | 1   |
|                        |   | Olen ollut jonkin verran skeptinen                    | Erittäin mielellään pitäisin jatkossakin              |
|                        |   |   | Eipä haittaakaan ole, mielenkiinnolla välillä seuraan |
|                        | Jos saisin vaikuttaa, en ottaisi              | En haluaisi jatkossakaan pitää                        | 1   |
| <b>Yht.</b>            |   |   | <b>9</b>  |

### 5.2.1 Aluevastaava / mielenkiinnolla suhtaudun

Aluevastaava kertoi suhtautuvansa MD30-anturiin positiivisella mielenkiinnolla. Laite oli ensihaastatteluhetkellä asennettu jo hänen autoonsa, mutta hän ei vielä ollut ehtinyt laitetta käyttää. Hän ei vielä osannut arvioida laitteen tuottamaa lisäarvoa, mutta uskoi laitteen tarkentavan sitä kitka-arviota, mitä silmin havaitsee. Videokuvausta hän pitää hyvänä lisäominaisuutena, sen perusteella voi vielä jälkeensä hyvin tarkastella esim. liikennemerkkien tilaa.

Talvikauden jälkeen aluevastaava kertoi seuranneensa laitteen tietoja varsin aktiivisesti. Hän ei katsonut, että laite olisi hänen toimintaansa ohjannut, mutta hänen mukaansa laite on "antanut lihaa luiden ympärille". Laite auttaa häntä laadunvalvonnassa. Kerätty videokuvamateriaali on tärkeää. Hän piti laitteen tuottamaa tietoa luotettavana, joskin hän oli havainnut, että laite tulkitsee polanteen varsin usein jäiseksi keliksi. Hän toivoi, että laite oppisi tunnistamaan myös hiekoitusta niin, että laitetta voitaisiin käyttää runsaasti kevyen liikenteen väylillä.

### 5.2.2 Urakoitsijan työnjohto / aluksi hieman skeptinen

Urakoitsijan työnjohtaja on käyttänyt laitetta jo useamman vuoden. Hän kertoi, että laite on ollut parempi, kuin hän alun perin uskoi. Hän kertoi, että on oppinut käyttämään laitetta varsin monipuolisesti. Videoista on apua onnettomuustilan-



teissa ja erilaisissa liikenneympäristön tarkastustehtävissä. Kitkatieto on suhteellisen luotettavaa. Ehkä muutaman kerran on vaikuttanut siltä, että kitkatieto ei pidä paikkaansa. Laitteen mittauksen etuna on se, että rengastus ja jarrutustapa eivät vaikuta tuloksiin niin kuin jarrutuskitkamittauksessa. Mittaustuloksia on silti mahdollista teoriassa huijata. Jos urat ovat jäiset ja urien välissä on lunta, ajoneuvon poikittaisasemaa muuttamalla saadaan parempia kitkatuloksia. Erityisesti tienpinnan lämpötilatieto on hyödyllinen, sillä sitä on lähes mahdoton muuten arvioida.

Talvikauden jälkeen työnjohtaja totesi, ettei suostuisi enää luopumaan järjestelmästä. Hän katsoi, että järjestelmä antoi hänelle mahdollisuuden seurata koko urakan tieverkon tilannetta ilman, että hänen piti olla koko ajan tietarkastuksia tekemässä. Hän piti kameraa ensiarvoisen tärkeänä osana järjestelmää. Järjestelmä mahdollisti reaaliaikaisen resurssoinnin eri väylille. Hän myös piti järjestelmän tuottamaa tietoa varsin luotettavana. Suolavesi pääsi aluksi sisään tielämpötila-antureihin, mutta Vaisala korjasi vian nopeasti. Asennusohjeissa oli hänen mukaansa hieman puutteita, sillä ohjeelliselle asennuskorkeudelle asennettu laite likaantui aivan liian nopeasti. Ongelma parani, kun asennuskorkeutta lisättiin. Haastateltava katsoi, että järjestelmä on parhaimmillaan nollatoimenpideajan pääväylillä. Alemmalla tieverkolla oli talven mittaan joitakin jäätymistilanteita, jotka olisi hyvä jälkeensä datasta selvittää. Hän toivoisi, että järjestelmä olisi jatkossa käytössä vielä laajamittaisemmin. Hän uskoi, että järjestelmä voisi jopa ohjata suolan määrää tiettyjen reunaehtojuen puitteissa (esim. 8–12 g/m<sup>2</sup>). Hän myös arvioi, että järjestelmän avulla voitaisiin saavuttaa noin 10 % säästö suolan kulutuksessa.

Eräänä kehityskohteenä hän katsoi, että järjestelmän videokuvan tulisi välittyä nopeammin. Hän uskoi, että videokuvaa hidastaa anonymisoinnin vaatimus. Käytännössä suurin hidaste saattaa kuitenkin olla se, että videokuva tallennetaan 5 minuutin pätkiksi ennen lähetystä.

Työnjohtaja toi esiin, että MD30:n hyödyt jalankulku- ja pyöräilyväylillä vaikuttavat olevan maanteitä vähäisempiä. Hän katsoi, että näillä väylillä noudatetaan yleensä tasalaatuista linjahiekoitusta kitkan vaihteluista huolimatta.

Hän myös totesi, että vaikka järjestelmä on parhaimmillaan ylemmällä tieverkolla, siitä on myös hyötyä alemman verkon tiestöltä. Hänen mukaansa järjestelmä havaitsee alemmalla tieverkolla jään hyvin, mutta polanteisella pinnalla kitkatasot ovat saattaneet hieman poiketa odotetusta.

Työnjohtaja kertoi, että vaikka ennestään tiedettiin siltojen ja ramppien vaativan erityistoimenpiteitä liukkaudentorjunnan suhteen, Vaisalan järjestelmä on vielä auttanut havaitsemaan paremmin näitä ongelmakohtia. Lisäksi lämpötilanmittaus on osoittanut, että tietyissä notkopaikoissa lämpötilat voivat poiketa paljonkin muun tieverkon lämpötiloista.

Vaisalan järjestelmä tarjoaa mahdollisuuden erilaisiin analyyseihin. Järjestelmän avulla on mahdollista tarkastella esim. kitkajakautia valituilla tiejaksoilla valitulla aikavälillä. Työnjohto on hyödyntänyt näitä analyysejä erityisesti onnettomuusselvityksissä. Lisäksi analyysejä on tarkasteltu, jos olosuhteet ovat jollain tavalla poikenneet odotetusta.

### **5.2.3 Hoitokaluston käyttäjät / en mitään mieltä**

Kolme hoitokaluston käyttäjää kertoi, ettei heillä ollut minkäänlaisia ennako-odotuksia. Heistä ensimmäinen kertoi seuranneensa etupäässä tien lämpötilaa, mitä

pitää hyvänä tietona. Hän ei ollut ensihaastatteluun mennessä kitkaan vielä kovin paljoa perehtynyt, mutta uskoi, että kitka voi tarjota sellaista lisätietoa, mitä itse ei muuten havaitse. Kitkan suhteen hän oli jo havainnut, että märkä tie ja suojatien ylittäminen laskevat kitkaa. Kameraa hän piti hyvänä, sillä se toimii myös ns. dash cam -autokamerana. Ensihaastattelussa hän korosti että ”en kyllä lainkaan huonona laitteena pidä!”

Talvikauden jälkeen sama vastaaja kertoi, että on seurannut laitetta aina, kun on epäillyt liukkaita. Hän ei kuitenkaan katsonut laitteen ohjanneen hänen toimintaansa. Hän piti laitteen tuottamaa tietoa luotettavaa. Hän oli jopa pari kertaa kokeillut jarruttaa liukkaan näköisellä tiellä, kun laite kertoi hyvästä kitkatasosta. Näissäkin tapauksissa laitteen osoittama kitka osoittautui oikeaksi.

Toinen ilman ennako-odotuksia ollut vastaaja oli ensihaastattelujen aikaan myös hieman laitteen käyttöön ehtinyt perehtyä. Hän uskoi, että tilanteissa missä ”olla juuri ja juuri siinä jäätyksen kynnyksellä, niin laite voi huomata tilanteen ennen minua”. Muuten hän epäili, että laite ei anna hirveästi lisätietoa. Hän kuitenkin kertoi seuranneensa suolauksen yhteydessä laitteen ilmoittamaa tien pinnan lämpötilaa. Kitkalukeman osalta hän mainitsi, etteivät arvot ”ainakaan täysin metsässä ole”.

Talven jälkeen sama vastaaja kertoi seuranneensa paljon laitteen tietoja. Hän oli seurannut laitetta etenkin potentiaalisissa jäätymistilanteissa. Hän kuitenkin piti ongelmallisena, että laite oli suunnattu liikaa tien reunaan. Hän ei usko, että laite vaikutti hänen toimintaansa, koska hän toimii työnjohdon ohjeiden mukaan. Jatkokäytön suhteen hän totesi, ettei laitteesta haittaakaan ole.

Kolmas ilman ennako-odotuksia ollut vastaaja kertoi, että laite on asennettu kevyen liikenteen väyliä hoitamaan traktoriin. Koska kevyen liikenteen väyliä ei ollut vielä ensihaastattelun aikaan tarvinnut hoitaa, ei laitteesta ole vielä käyttökokemuksia. Hän kuitenkin arveli, että laite voi auttaa päätöksenteossa, kun pohditaan, laitetaanko väylälle hiekkaa vai suolaa. Vaikka hänellä ei vielä käyttökokemuksia ollut, hän uskoi, että laite voisi kitkaa ihan suhteellisen luotettavasti arvioida. Tämä haastateltava siirtyi kuitenkin pian ensihaastattelun jälkeen operoimaan toisella koneella ja siirtyi myös pian kokonaan toisiin tehtäviin, joten häneltä ei saatu enää talven jälkeisiä kokemuksia.

#### **5.2.4 Hoitokaluston käyttäjät / aluksi hieman skeptinen**

Yksi haastatelluista hoitokaluston käyttäjistä kertoi, ettei hänellä ollut juurikaan mitään ennakoasenteita, tai jos niitä oli, niin hieman skeptisiä. Hän kertoi, että hänen pieni skeptisyytensä liittyi lähinnä laitteen vikaantumismahdollisuuteen. Hän pelkäsi, että laitteen vikaantuessa voi joutua ”usein pajalla käymään”. Ensimmäisten käyttöviikkojen aikana vikatilanteita ei kuitenkaan ole sattunut. Ensihaastattelussa hän kertoi seuraavansa tienpinnan lämpötilaa ja kitkaa. Hän uskoi, että mustan jään tilanteissa laite havaitsee tilanteen paremmin kuin hän itse. Hän myös piti laitteen antamaa kitkalukemaa luotettavan olisena.

Talvikauden jälkeen sama haastateltava kertoi seuranneensa laitetta ”sivusilmällä”. Erityisesti hän tarkkaili lukemia silloin, jos asfaltti oli märkä ja lämpötila vähän pakkasen puolella. Hän piti edelleen laitteen tuottamaa tietoa hyvin luotettavana. Hän

ei kuitenkaan uskonut, että laite on mitenkään ohjannut hänen työtään. Hän katsoi, että "laitteesta ei ollut hirveästi haittaa eikä hyötyä, mutta tietoja oli mielenkiintoista seurata".

### **5.2.5 Hoitokaluston käyttäjät / aluksi jonkin verran skeptinen**

Jonkin verran skeptisiä oli kaksi vastaajaa. Heistä ensimmäinen kertoi aluksi ihmetelleensä, mitä hyötyä laitteesta voi olla. Hän tosin totesi, että ensimmäisten ajojen perusteella laite tuntui jään tunnistavan ja tarjoavan siten luotettavan oloista tietoa. Hän ei kuitenkaan ensihaastattelun aikana uskonut, että laite häntä tulee auttamaan, sillä hän itse kyllä huomaa, mikäli on liukasta. Hän kuitenkin arveli, että työnjohtoa laite voi auttaa.

Talvikauden jälkeen sama henkilö kertoi kuitenkin seuranneensa varsin paljon laitteen ilmoittamia tietoja. Hän ei kuitenkaan katsonut, että laite olisi milloinkaan ohjannut hänen toimintaansa. Hän oli havainnut sellaisen ongelman, että jos hän joutui lisäämään tuulilasiin lämpimän ilman puhallusta, laitteen puhelin helposti ylikuumentui ja meni pois päältä. Hän ei ollut kuitenkaan keksinyt puhelimelle parempaa sijoituspaikkaa. Hän seurasi mielellään laitteen ilmoittamia tietoja ja hänen mielestään laite voi jatkossakin olla kyydissä.

Toinen jonkin verran skeptinen kertoi aluksi ajatelleensa, että laitteen myötä tulee vain lisää häiritseviä härpäkkeitä autoon. Silti hän kertoi olleensa uteliaan kiinnostunut ja kuunnellen käyttöopastusta tarkkaan "korvat höröllään". Ensimmäisten käyttökokemusten perusteella laite on hänen mielestään vaikuttanut yllättävän hyvältä. Hän on seurannut kitkaa ja tien lämpötilaa. Hän arvioi, että tiellä on sellaisia jäätäviä kohtia, mistä ei pysty silmämääräisesti arvioimaan, ovatko kohdat jäässä vai märkiä. Tällaisissa tilanteissa MD30 tarjoaa avun. Kitkalukema vaikuttaa tois- taiseksi varsin luotettavalta.

Talvikauden jälkeen sama haastateltava kertoi seuranneensa laitetta aina suola- tessa ja auratessa. Hän ei katsonut laitteen juuri ohjanneen hänen toimintaansa, kuitenkin jossain tilanteissa laite on ehkä hieman myötävaikuttanut suolausmäärä- päätöksiin. Hän piti laitteen antamaa tietoa jopa luotettavampana kuin tiesääase- mien tietoja. Hän oli kuitenkin huomannut, että alemmalla tieverkolla laite oli tul- kinnut hiekoitetun polanteen kuivaksi keliksi. Lisäksi jossain tilanteissa laite oli tul- kinnut "vesimärän" loskaksi. Hän oli joutunut puhdistamaan linssin lumisella kelillä lähes päivittäin, muttei katsonut sen aiheuttavan vaivaa. Eräänä puutteena hän piti sitä, että puhelimen kameraan tullut lisälinssi ei tahtonut pysyä paikallaan. Haastateltava piti laitetta niin hyödyllisenä, että pitäisi sitä hyvin mielellään jatkos- akin.

### **5.2.6 Hoitokaluston käyttäjä / jos saisin vaikuttaa, en ottaisi**

Vastaajista yksi oli selkeimmin negatiivinen ennen talvikautta tehdyssä haastatte- lussa. Hänelle ei ensihaastatteluun mennessä laitetta ollut vielä asennettu, mutta hän kertoi, ettei laitetta ottaisi, jos saisi itse päättää. Hän katsoi, että kaikki yli- määräinen häiritsee työntekoa. Hän pelkäsi, että laitetta tulee varottua ainakin ali- tajuisesti. Hän myös ilmoitti, ettei tule laitteen linssiä puhdistamaan, jos ei erikseen käsketä. Hän katsoi, ettei usko, että ilman kosketusta voidaan luotettavasti kitkaa mitata.

Talven jälkeen sama haastateltava totesi, että hän on seurannut ainoastaan laitteen ilmoittamaa ulkolämpötilaa. Hän oli mielestään havainnut, että laite ei havainnut jäätä pienen lumikerroksen alta, joten hän katsoi, ettei kitkalukemaan voi luottaa. Hänen mielestään laitteesta ei ollut mitään hyötyä. Hän oli myös todennut, että kuluneena talvena hänen traktorinsa akut olivat tyhjentyneet useamman kerran. Hän epäili, että laite saattoi myötävaikuttaa tähän.

## 6 MD30 vertailu jarrutuskitkamittariin

Talvikaudella 2021–22 tehtiin Nira-järjestelmän testauksen yhteydessä tehostettua pistokoelaadunvalvontaa Keski-Suomen alueella. Tämä asetelma tarjosi myös hyvät testipuitteet MD30:n ja jarrutuskitkamittarin vertailuun.

Mittausten tekijä Juha-Matti Vainio sai itselleen MD30-anturin vuoden vaihteessa 2021–22. Ensimmäisten tammikuun 2022 testien jälkeen kalibrointitapaa ja laitteen kiinnitystä muutettiin. Tässä raportissa kuvattu vertailu perustuu ainoastaan kahteen helmikuun testiin. Mittaaja oli kalibroinut laitteen helmikuun jälkeen ja kalibrointi oli jostain syystä epäonnistunut. Tämän vuoksi maalisi- ja huhtikuun aineistoa ei voitu tässä vertailussa käyttää.

Vaikka sekä MD30 että jarrutuskitkamittarit sijaitsivat samassa Vainion ajoneuvossa, mittarien vertailuun liittyy useita haasteita. Ensinnäkin menetelmien ero johtaa väistämättä erilaisiin tuloksiin. Jarrutuskitkamittaus perustuu siihen, että mittari mittaa hidastuvuuden ajoneuvon täysjarrutuksen aikana ja laskee sen perusteella kitkan. Jarrutus tapahtuu kaikilla neljällä pyörällä ja kitka on siten eräänlainen keskiarvo kummankin pyöränuran kitkasta. Optinen MD30 on kohdistettu ajoneuvon vasempaan pyöränuraan ja se mittaa vain tämä pyöränuran kitkaa.

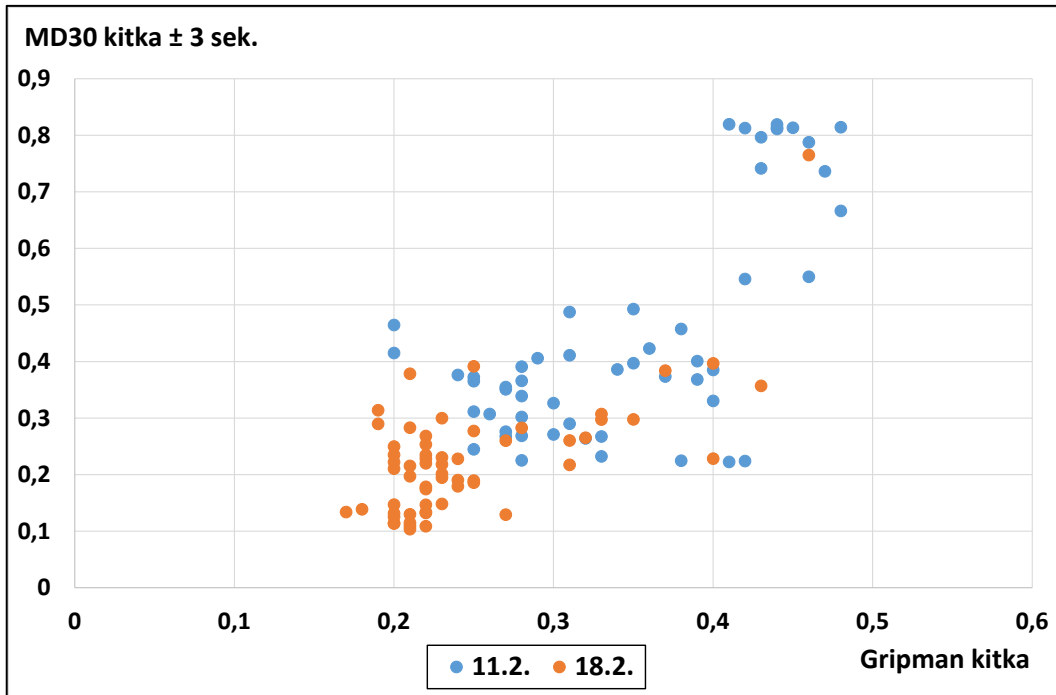
Jarrutuskitkamittauksen kohdistaminen tarkasti oikeaan MD30-mittauksen kohtaan ei myöskään ole aivan yksioikoista. Teconerin kehittämä  $\mu$ Tec-kitkamittari rekisteröi jarrutushetken aika- ja paikkaleiman. Tässä tutkimuksessa jarrutuskitkamittaus on kohdistettu MD30:n dataan juuri em. paikkaleiman (GPS-koordinaatit) perusteella. Lisäksi myös aikaleiman läheisyys on tarkistettu. Tässä luvussa vertailu on kuitenkin tehty pohjautuen yleisemmin käytettyyn Gripman-kitkamittariin. Gripman-mittaus tehtiin samanaikaisesti  $\mu$ TeC-mittauksen kanssa.

### 6.1 Tulokset

Koska jarrutuskitkamittarin ja MD30:n kohdistuksessa saattaa olla pientä epätarkkuutta, kohdistusta on pyritty parantamaan seuraavasti:

- MD30:n arvo on laskettu keskiarvona  $\pm 3$  sekuntia siitä hetkestä, jonka GPS-leima vastasi tarkimmin jarrutuskitkamittauksen GPS-leimaa.
- Tuloksista on karsittu ne tilanteet, joissa MD30:n tuloksen vaihtelu on tässä  $\pm 3$  sekunnin ajanjakson aikaikkunassa yli 0,3 yksikköä.
- MD30:n tulokset perustuvat yksityiskohtaisempaan ns. dataraporttiin (10 mittausta sekunnissa).

Helmikuun vertailut antoivat hyvin odotetun kaltaisen tuloksen (kuva 37). Kuvaa tarkasteltaessa on huomattava, että MD30 edustaa laajempaa fysikaalista kitkaskaalaa ja Gripman suppeampaa Väyläviraston kitkaskaalaa.

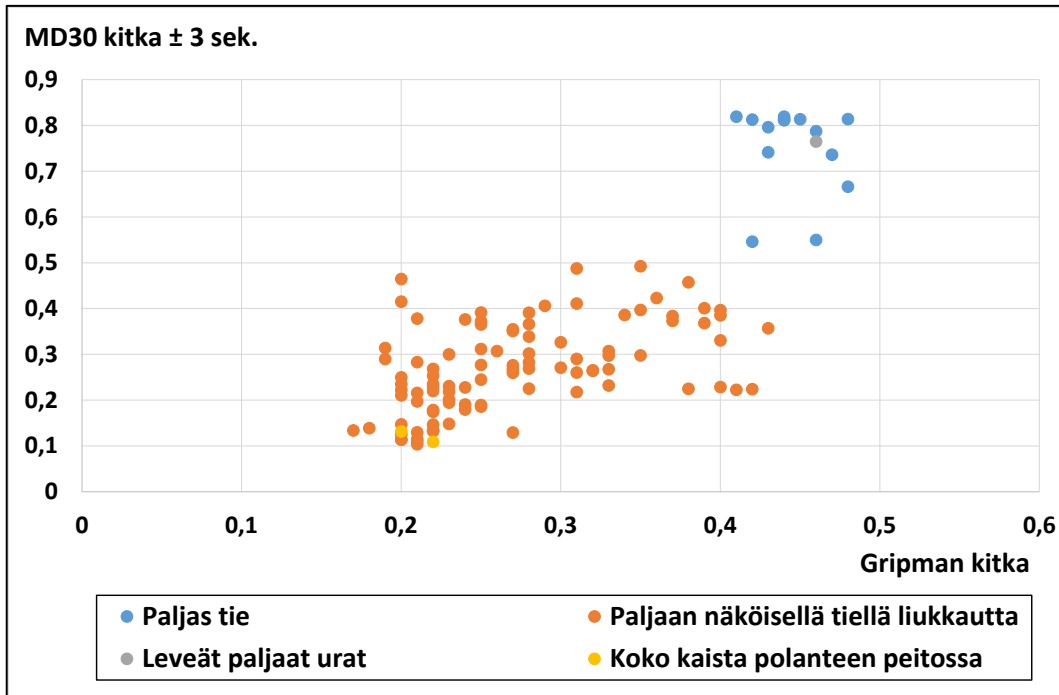


*Kuva 37. Jarrutuskitkamittarin Gripman vertailu optiseen MD30-kitkamittariin helmikuun 2022 testeissä. MD30:n arvo on laskettu keskiarvona  $\pm 3$  sekuntia siitä hetkestä, jonka GPS-leima vastasi tarkimmin jarrutuskitkamittauksen GPS-leimaa.*

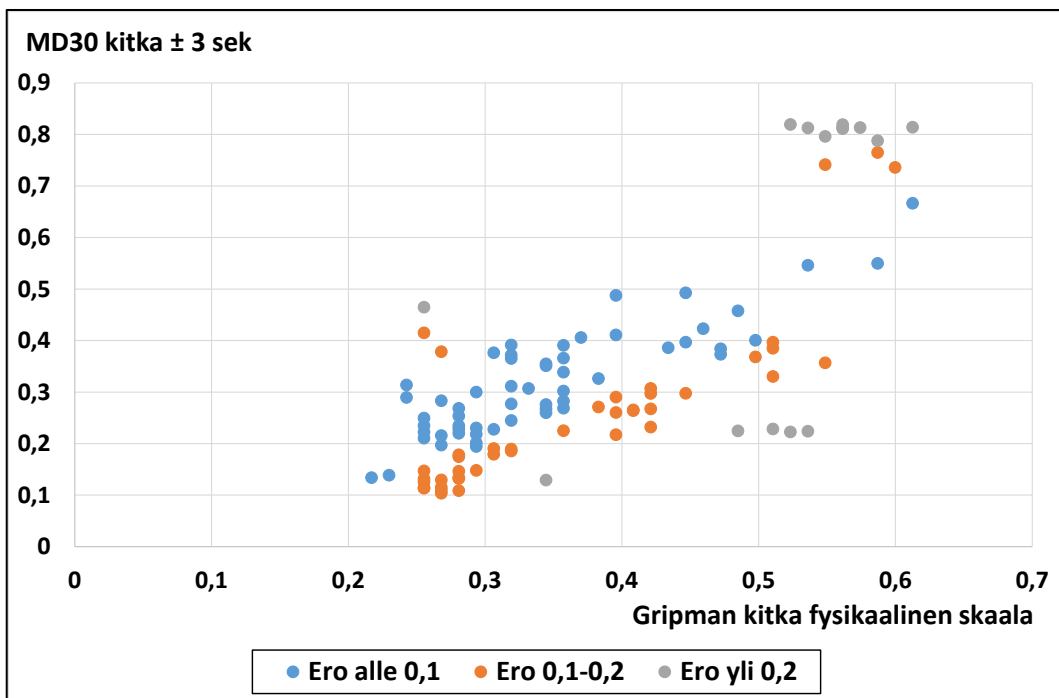
Tienpitäjä tilasi vuosituhatosen vaihteessa tieverkon palvelutasomittauksia, joissa kirjattiin ylös aistinvaraisesti havaittu keliluokka ns. kelikodeihin perustuen. Näissä mittauksissa Juha-Matti Vainio teki samanlaista kelikoodihavainnointia. Kuvassa 38 on esitetty kuvan 37 helmikuun aineisto suhteessa kelikodeihin. Kuvasta voidaan tehdä se johtopäätös, ettei mikään keli vaikuttaisi olevan MD30:lle muita kelejä hankalampi. Toki aineisto jäi tässä varsin suppeaksi.

Kuvassa 39 on skaalattu Gripman fysikaaliseen skaalaan kertoimella 1,276. Kerroin perustuu siihen, että Väyläviraston skaalan lumipolanteen (kalibrointiolosuhde) arvo 0,29 vastaa fysikaalisella skaalalla arvoa 0,37. Kerroin 1,276 saadaan jakamalla luku 0,37 luvulla 0,29. Skaalauksen jälkeen 50 % MD30 ja Gripmanin tuloksista asettuu alle 0,1 etäisyydelle toisistaan ja 87% 0,2 sisälle.

MD30:n ja jarrutuskitkamittarin vertailutulokset ovat alustavia. Talvikaudella 2022–23 on tarkoitus kerätä vielä kattavampaa aineistoa.



Kuva 38. Jarrutuskitkamittarin Gripman vertailu optiseen MD30-kitkamittariin eri keleillä (kelikoodit). MD30:n arvo on laskettu keskiarvona  $\pm 3$  sekuntia siitä hetkestä, jonka GPS-leima vastasi tarkimmin jarrutuskitkamittauksen GPS-leimaa.



Kuva 39. Jarrutuskitkamittarin Gripman vertailu optiseen MD30-kitkamittariin. Gripmanin kitka on muutettu fysikaaliseen skaalaan. Tulos luokiteltu kitkaeron mukaan. MD30:n arvo on laskettu keskiarvona  $\pm 3$  sekuntia siitä hetkestä, jonka GPS-leima vastasi tarkimmin jarrutuskitkamittauksen GPS-leimaa.

## 7 Seurantaryhmän huomioita

Järjestelmän hyödyntämistä on projektin aikana seurattu neljässä varsin laajassa kokouksessa. Tähän lukuun on koottu joitakin huomioita, jotka eivät tulleet esim. haastatteluiden yhteydessä esiin.

Vaisala on kertonut, että monessa maassa MD30 on kytketty suolausyksikköön siten, että suolaus ohjautuu kokonaan MD30:n tietojen perusteella. Mm. Ruotsi on menossa voimakkaasti kohti tällaista dynaamista suolausta. Harri Uusimäki kävi seurantaryhmän kokouksessa kertomassa, että Helsingin kaupungilla on kokeiltu liukkaudentorjuntaa, jossa MD30 ohjaa hiekan annostelua kävely- ja pyöräilyväylillä. Kokemukset ovat olleet hyviä. Käyttökokemusten mukaan hiekan käyttömäärät ovat laskeneet merkittävästi. Laite on tuonut koneen kuljettajalle päätöksentekoon merkittävän edun. Tämä kokoonpano korvaa paljon kuljettajan työkoemusta.

Valvoja Olli Heikkilä piti seurantaryhmässä hyvän esityksen omista MD30-käyttökokemuksistaan. Heikkilä kertoi, että aluksi MD30 asennettiin vetokoukkuun kuljettajan puolelle, mutta ajoneuvon pakokaasut vääristivät erityisesti lämpötilanmittausta. Kun mittari käännettiin peräkoukussa toiseen suuntaan, laite toimi luotettavasti. Heikkilä näki paljon potentiaalia ns. dynaamisessa liukkaudentorjunnan ohjauksessa. Hän myös pohti mahdollisuutta yhdistää ennusteita MD30:n reaaliaikaisiin mittauksiin. Hän myös toi esille kitkaskaalojen yhtenäistämisen tarpeen. Nyt Väyläviraston laatuvaatimukset pohjautuvat omalle Väyläviraston kitkaskaalalle, sen sijaan Vaisalan ja Teconerin optiset mittalaitteet pohjautuvat fysikaaliseen laajempaan kitkaskaalaan. Heikkilä myös toi esiin, että reaaliaikainen MD30:n tarjoama paikkatieto tulisi saada myös tierekisteriosoitteen muodossa.

Heikkilä toi myös esiin seuraavia näkökulmia:

- Voisiko Vaisalan järjestelmä mahdollistaa sen, että ajoreitin, havainnot ja mittaustulokset voisi jakaa tietyille joukkoille helposti ilman, että jokaisen täytyy kirjautua Vaisalan järjestelmään erikseen?
- Olisiko mahdollista lisätä muistiinpanoja ja kommentteja ajoreittinäkömään esim. kuvateksteiksi?
- Voisiko mittausdataa jakaa esim. liikennetilannepalveluun?
- Jos kokemukset tästä pilotista ovat hyviä, voisiko MD30 käyttöä velvoittaa esim. pääteiden hoitokalustolta?

Mäntsälän työnjohtoa edustava Veera Lehtikangas toi esiin, että poliisi oli pysäyttänyt urakoitsijan työnjohdon auton ja tuonut esiin, että ajoneuvon eteen asennettu MD30 oli liian ulkoneva ja teräväreunainen. Tämän jälkeen laitteen asennusta on muutettu vähemmän ulkonevaksi ja toisaalta helpommin havaittavaksi. Vaisala kuitenkin huomautti, että vastaavalla tavalla kiinnitettyjä MD30-laitteita on ollut paljon katsastetuissa ajoneuvoissa, eikä katsastusinsinööreillä ole ollut laitteesta huomautettavaa.



## 8 Yhteenveto ja johtopäätökset

Väylävirasto haluaa selvittää uusien digitaalisten menetelmien hyödyntämismahdollisuuksia tienpidossa. Tässä tutkimuksessa on testattu Vaisalan MD30-antureihin perustuvan järjestelmän hyväksikäyttöä Mäntsälän alueurakassa talvikaudella 2021–22. Urakan 8 ajoneuvossa oli optinen MD30-anturi. Lisäksi anturi asennettiin myös urakan valvojan ajoneuvoon. Kaikkien ajoneuvojen mittaustuloksia sekä videokuvaa pystyi seuraamaan lähes reaaliaikaisesti Vaisalan tarjoamasta käyttöliittymästä. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, mitä etua laajemmalla mobiilien optisten MD30-kelianturien hyödyntämisellä voidaan hoitourakassa saavuttaa.

### 8.1 Keliolosuhteet toimenpiteeseen lähtiessä

Järjestelmän tarjoaman reaaliaikaisen tilannetiedon lisäksi järjestelmä tarjosi mahdollisuuden seurata urakan toimintaa. Tässä tutkimuksessa valittiin tarkastelun kohteeksi kuusi sellaista päivää, jolloin Harja-järjestelmän mukaan tapahtui runsaasti talvihoitoon liittyviä tapahtumia. Kaikkien kuuden päivän osalta tarkasteltiin kitkajakautia hoitoluokittain. Lisäksi tarkasteltiin yksityiskohtaisemmin valtatie neljän toimenpiteitä sekä ajoneuvo kohtaisia kitkoja.

Kitkatasot toimenpiteisiin lähtiessä olivat varsin vaihtelevia: kuudesta satunnaisesti valitusta ajankohdasta puolet eli kolme olivat sellaisia, jolloin kitkataso oli Ise-luokassa korkea (pitävä keli). Kaikki kolme sellaista ajankohtaa, jolloin kitkataso Ise-luokassa oli matala, olivat sellaisia, jolloin toimenpidettä edelsi lumi- tai räntäsade. Tällöin on huomattava, että lunta tai räntää ei voi aurata ennakkoon ja toisaalta mittarin havaitessa lunta tai räntää kitkataso aina laskee.

Vaisalan järjestelmä tarjoaa hyvin monipuoliset mahdollisuudet erilaisiin toimintaa kuvaaviin yhteenvetoihin. Järjestelmää tarjoamia analyysimahdollisuuksia voisi edelleen laajentaa. Tämä edellyttää entistä tiiviimpää yhteyttä tierekisteriin, niin että datoihin voitaisiin suoraan liittää tiedot esim. urakka-alueista ja hoitoluokista.

### 8.2 Haastattelut

Tutkimuksessa haastateltiin kahdeksaa sellaista urakoitsijan edustajaa sekä yhtä tilaajan edustajaa, joiden ajoneuvoon MD30 asennettiin syksyn 2021 aikana. Lisäksi haastateltiin yhtä urakoitsijan edustajaa, jonka ajoneuvoon MD30 oli asennettu aiemmin. Urakoitsijan edustajista seitsemän oli talvihoitoajoneuvojen kuljettajia ja yksi edusti urakoitsijan työnjohtoa. Haastattelujen perusteella välittyi voimakkaasti sellainen kuva, että selvästi eniten järjestelmästä hyötyi urakoitsijan työnjohto. Videokuvan ja mittaustulosten perusteella työnjohto pystyi tekemään reaaliaikaisia päätöksiä mm. liukkaudentorjuntamateriaalin määrästä ja resurssoinnista.

Järjestelmään sisältyvän videokuvan merkitys nousi ehkä jopa suuremmaksi, kuin Vaisala alun perin kuvitteli. Videokuvan avulla urakoitsijan työnjohto näki lähes reaaliaikaisen tilanteen tiestöllä. Lisäksi videota voitiin hyödyntää sekä oman kaluston onnettomuuksien että kaikkien tiestöllä tapahtuvien onnettomuuksien torjunnassa. Videokuva oli myös tärkeä urakoiden valvonnan työkalu: videoista voitiin

jälkeenpäin vielä tarkastaa jokin kohde, jonka tilannetta ei enää muistettu tai johon valvontareitillä ei oltu kiinnitetty huomiota.

Talvihoitokaluston kuljettajien asenne järjestelmää kohtaan vaihteli jonkin verran. Kuljettajat olivat pääsääntöisesti sitä mieltä, että laite ei ohjannut juuri mitenkään heidän toimintaansa, mutta laitteesta ei ollut haittaa ja lisäksi laitteen tuottamaa informaatiota oli mielenkiintoista seurata. Yksi kuljettajista oli sitä mieltä, että laitteesta oli enemmän haittaa kuin hyötyä. Hän epäili, että laite on johtanut akkujen tyhjentyemiseen. Lisäksi hän ei pitänyt laitteen antamaa kitkatietoa luotettavana. Muut kuljettajat pitivät laitteen antamaa kitkatietoa pääsääntöisesti luotettava. Kitkatiedon tarkkuutta epäillyt huomautti, että laite ei tunnista lumen alla olevaa jäätä. Kuljettajilla oli joitakin kokemuksia, jolloin he pitivät laitteen antamaa keli-  
luokkaa vääränä.

Kaikkien käyttäjien mielestä laitteen käyttöliittymä oli selkeä ja linssin puhdistaminen todella helppoa. Kuljettajat eivät pitäneet laitetta niin luotettavana, että laite voisi kokonaan päättää hiekan tai suolan annostelusta. Urakoitsijan työnjohdon mielestä laite voisi kuitenkin automaattisesti säätää suolan määrää tiettyjen reunaehto-  
jen puitteissa.

Haastattelut paljastivat muutamia kehityskohteita. Joissakin tilanteissa asennusohjeita korkeampi anturin sijoituspaikka oli parempi, kuin ohjeen mukainen. Lisäksi havaittiin, että tuulilasiin ohjattu lämpö voi ylikuumentaa puhelinta ja että puhelimeen asennettu lisälinssi pysyi huonosti paikallaan. Tutkimustalven aikana jouduttiin vaihtamaan useita tielämpötila-antureita, koska niihin pääsi suolavettä. Vaisala tekikin talven aikana tähän liittyvän korjaustoimenpiteen.

## 8.3 MD30 vertailu jarrutuskitkamittariin

Tutkimuksessa tehtiin myös suppeahko testi, jossa MD30:n kitkamittaustuloksia verrattiin jarrutuskitkamittausten tuloksiin. Vertailuaineiston keräsi valvontakonsultti Juha-Matti Vainio. Vaikka sekä MD30 että jarrutuskitkamittarit sijaitsivat samassa Vainion ajoneuvossa, mittarien vertailuun liittyi useita haasteita. Ensinnäkin menetelmien ero johtaa väistämättä erilaisiin tuloksiin. Jarrutuskitkanmittaus perustuu siihen, että mittari mittaa hidastuvuuden ajoneuvon täysjarrutuksen aikana ja laskee sen perusteella kitkan. Jarrutus tapahtuu kaikilla neljällä pyörällä ja kitka on siten eräänlainen keskiarvo kummankin pyöränuran kitkasta. Optinen MD30 on kohdistettu ajoneuvon vasempaan pyöränuraan ja se mittaa vain tämä pyöränuran kitkaa. Suurin haaste ehkä kuitenkin syntyy siitä, että jarrutuskitkanmittausta on varsin haasteellista kohdistaa juuri oikeaan kohtaan MD30:n mittaustuloksia.

Tulosten mukaan helmikuussa tehdyt mittaukset vastasivat varsin hyvin odotuksia ja korrelaatio jarrutuskitkanmittauksen kanssa oli odotetun kaltainen. Kun Gripmanin tulokset skaalattiin fysikaaliseen kitkaskaalaan, mittauksista 50 % osui 0,1 etäisyydelle ja 87 % 0,2 etäisyydelle MD30 arvoista.

Mittaja teki helmikuun jälkeen laitteen kalibroinnin, joka jostain syystä epäonnistui. Tämän vuoksi maalisi- ja huhtikuun vertailuaineistoja ei voitu hyödyntää.

MD30:n ja jarrutuskitkamittarin vertailutulokset ovat alustavia. Talvikaudella 2022–23 on tarkoitus kerätä vielä kattavampaa aineistoa.

## 8.4 Johtopäätökset

MD30 vaikutti tukevan merkittävästi urakoitsijan työnjohdon toimintaa. Tässä ei niinkään ollut avainasemassa yksittäinen anturi ja sen mittaustulokset, vaan koko useamman MD30:n muodostaman järjestelmä videokuvineen. Videokuvien ja mittaustulosten ansiosta työnjohto näki vallitsevan tilanteen reaaliaikaisesti eri teillä ja pystyi tekemään päätöksiä mm. siitä, kuinka paljon resursseja eri teille tarvitaan. Työnjohdon mukaan järjestelmä auttoi heitä ongelmakohteiden liukkaudentorjunnan kehittämisessä. Lisäksi työnjohto oli hyväksikäyttänyt järjestelmän analyysimahdollisuuksia selvittäessään ongelmallisten kelitilanteiden taustoja.

Yksittäisen talvihoitokaluston kuljettajan näkökulmasta ei voitu nähdä aivan vastaavia hyötyjä. Kuljettajien osalta nähtiin aluksi suurempaa epäluuloisuutta järjestelmää kohtaan, mutta se hälveni laitteesta saatujen kokemusten myötä. Haastatteluista ja keskusteluista välittyi vahvasti sellainen kuva, että järjestelmästä on enemmän hyötyä maanteiden, kuin kävely- ja pyöräilyväylien hoidossa. Toisaalta Helsingin kaupunki on hyödyntänyt järjestelmää menestyksellä juuri kävely- ja pyöräilyväylien liukkaudentorjunnassa. MD30 on alun perin suunniteltu päätiekäyttöön.

MD30 tarjoaa järjestelmänä valtavasti erilaista tietoa, jonka hyödyntämismahdollisuudet ovat moninaiset. Järjestelmä tarjoaa ikkunan urakoitsijan toimintaan, joskin pelkkien mittaustulosten perusteella on vaikea hahmottaa sitä kokonaiskuvaa, jonka perusteella urakoitsija on hoitopäätökset tehnyt. On kuitenkin mahdollista miettiä, voisiko järjestelmän tuottama tieto olla yhtenä osana urakoitsijoiden bonusjärjestelmää. Järjestelmä antaa jo nyt arvokasta tietoa selvitettyä liikenneonnettomuuksien taustoja. Tulevaisuudessa olisi hyvä miettiä, miten tätä tietovarantoa voitaisiin hyödyntää muodostettaessa ajantasaista olosuhdekuvaa niin tienkäyttäjien kuin heitä palvelevien ja ohjaavien järjestelmien käyttöön.



Väylävirasto  
Trafikledsverket

ISSN 2490-0745  
ISBN 978-952-405-016-6  
[www.vayla.fi](http://www.vayla.fi)