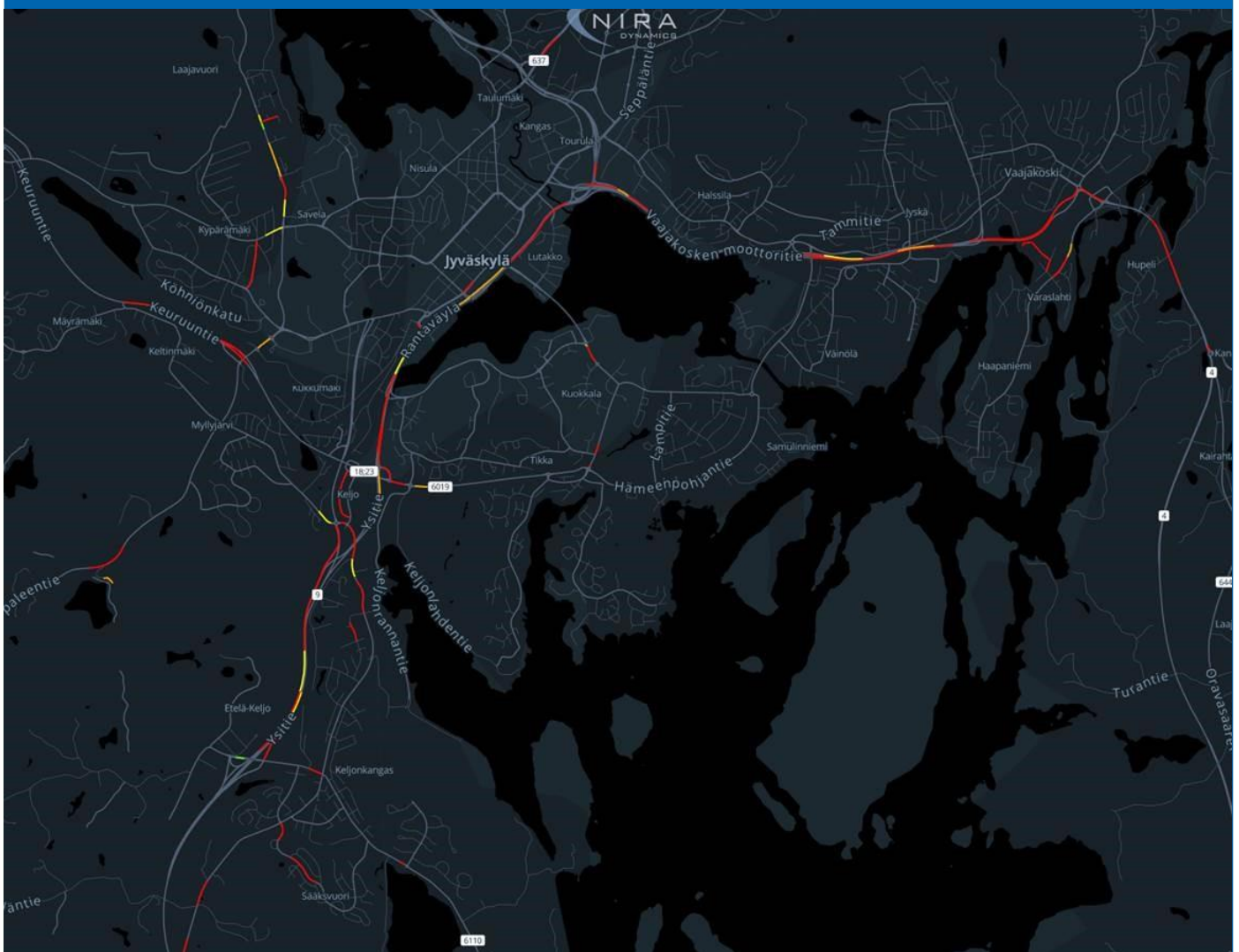




Väylävirasto
Trafikledsverket

Väyläviraston julkaisu
65/2022

Nira-järjestelmän kokeilu Keski-Suomen alueella



Mikko Malmivuo

Nira-järjestelmän kokeilu Keski-Suomen alueella

Väyläviraston julkaisuja 65/2022

Väylävirasto
Helsinki 2022

Kannen kuva: Nira-järjestelmä

Verkkajulkaisu pdf (www.vayla.fi)

ISSN 2490-0745

ISBN 978-952-405-006-7

Väylävirasto
PL 33
00521 HELSINKI
puh. 0295 343 000

Mikko Malmivuo: Nira-järjestelmän kokeilu Keski-Suomen alueella. Väylävirasto Helsinki 2022. Väyläviraston julkaisuja 65/2022. 56 sivua. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-405-006-7.

Avainsanat: kitka, laadunvalvonta, mittausmenetelmät, talvihoito, talvitiet

Tiivistelmä

Ruotsalaisen Nira-järjestelmän liukkaustietoa on tuotettu Keski-Suomen ELY:n pääteille talvikautena 2021–22. Niran järjestelmä perustuu siihen, että VAG-konsernin autoihin on jo tehtaalla asennettu lisäosa, joka mahdollistaa ajoneuvon rengaspidon arvioinnin. Tässä tutkimuksessa on arvioitu järjestelmän tuottaman kitkatedon tarkkuutta ja vaikuttavuutta.

Tutkimuksessa on vertailtu Nira-järjestelmän tuottamia kitkahavaintoja laajennetun talvihoidon pistokoelaadunseurannan havaintoihin. Vertailumittauksissa ei ollut mahdollista ajaa tiettyjen Nira-ajoneuvojen perässä, koska Niran ajoneuvoja ei tunnettu. Mittaukset oli mahdollista kohdistaa samalle ajoradalle, mutta ei samalle kaistalle. Tämä tuotti varmasti hajontaa tuloksiin.

Niran kitkaskaala oli laajempi kuin vertailumittarien kitkaskaala, ulottuen jopa 1:een asti. Kun Niran kitkaskaalaa supistettiin kertoimella 0,81, päästiin tulokseen, jossa 43 % Niran tuloksista erosi korkeintaan 0,1:n verran optisen RCM411 kitkamittarin kitkasta. Tulos on selvästi huonompi kuin esim. Johan Casselgrenin vuoden 2018 tutkimuksessa, jossa Niran tulosta verrattiin Roar kitkanmittausajoneuvoon. Mikäli kyseisessä tutkimuksessa oli mahdollista seurata tiettyä Nira-ajoneuvoa samoja ajolinjoja käyttäen, tämä selittäisi pitkälle havaittua eroa.

Niran mittaushavaintojen määrä oli luonnollisesti suurinta niillä pääteiden tieosuuksilla, joilla oli eniten liikennettä. Havaintojen määrä oli selvästi riittämätön teillä 77 ja 13. Havaintoja oli eniten tiellä 9 Korpilahden ja Jyväskylän välillä, mutta tälläkin tieosuudella havaintojen määrä oli keskimäärin vain 0,2 havaintoa kilometriä ja tuntia kohden. Havaintojen määrä oli erityisen vähäinen yöaikaan. Koska Nira-järjestelmää on asennettu vuosimalleihin 2018 ja sitä uudempiin autoihin, on nähtävissä, että Niran ajoneuvojen määrä tulee lisääntymään ajoneuvokannan uusiutuessa.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että Nira vaikuttaa reagoivan tien pinnan liukkauteen oikeansuuntaisesti, mutta mittausten hajonta on sen verran suurta, että hajonnan suodattaminen pois tuloksista edellyttää suhteellisen suurta havaintojen lukumäärää. Pitkälle meneviä johtopäätöksiä ei voida tehdä vielä muutaman havainnon perusteella. Tämä on ongelma erityisesti yöaikaan, jolloin havaintoja tulee varsin vähän. Yöajan liukkauden seuranta aamuliikenteen liukkaudentorjuntaan varauduttaessa olisi kuitenkin ensiarvoisen tärkeää. Järjestelmän nykyinen tarkkuus ei riitä vielä talvihoidon vaatimuksenmukaisuuden arviointiin. Menetelmää voitaisiin kuitenkin todennäköisesti hyödyntää hoitourakoitsijoiden bonusjärjestelmissä.

Mikko Malmivuo: Försök med Nira-systemet i Mellersta Finland. Trafikledsverket. Helsingfors 2022. Trafikledsverkets publikationer 65/2022. 56 sidor. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-405-006-7.

Sammanfattning

Det svenska Nira-systemets halkinformation har producerats för huvudvägarna i NTM-centralen i Mellersta Finlands område under vintersäsongen 2021–2022. Niras system grundar sig på att man redan i fabriken installerat ett tillbehör i VAG-koncernens bilar som möjliggör bedömning av fordonets väggrepp. I denna undersökning har man bedömt precisionen och effekten av den friktionsinformation som systemet producerar.

I undersökningen har man jämfört friktionsobservationer som producerats av Nira-systemet med observationerna från stickprov inom kvalitetskontrollen av utvidgat vinterunderhåll. I jämförelsemätningarna har det inte varit möjligt att köra bakom vissa Nira-fordon, eftersom Niras fordon inte identifierades. Mätningar kunde göras på samma körbanor men inte på samma körfält. Detta producerade säkerligen spridning i resultaten.

Niras friktionsskala var större än jämförelsemätarnas friktionsskala och sträcker sig upp till 1. När Niras friktionsskala inskränktes med koefficienten 0,81, uppnåddes ett resultat där 43 procent av Niras resultat skilde sig högst 0,1 från den optiska RCM411-friktionsmätarens friktion. Resultatet var klart sämre än till exempel i Johan Casselgrens undersökning från 2018 där Niras resultat jämfördes med Roar-fordonet för friktionsmätning. Om det i undersökningen i fråga var möjligt att följa ett visst Nira-fordon i samma körbanor, skulle detta i stor grad förklara den skillnad som observerats.

Antalet mätningsobservationer från Nira var naturligtvis störst på de vägvagnsnitt på huvudvägarna som hade mest trafik. Antalet observationer var klart otillräckligt på väg 77 och 13. Flest observationer gjordes på väg 9 mellan Korpilahti och Jyväskylä, men också på detta vägvagnsnitt var antalet observationer i genomsnitt bara 0,2 observationer per kilometer och timme. Antalet observationer var särskilt ringa under natten. Eftersom Nira-systemet har installerats i årsmodeller 2018 och nyare bilar, kan man se att antalet Niras fordon kommer att öka när fordonsbeståndet förnyas.

Som slutsats kan man konstatera att Nira verkar reagera på halkan på vägytan på rätt sätt, men spridningen av mätningarna är så pass stor att filtrering av spridningen från resultaten kräver ett relativt stort antal observationer. Långtgående slutsatser kan inte göras enligt några enskilda observationer. Detta utgör ett problem särskilt under natten då antalet observationer är mycket litet. Att observera halkan under natten när man förbereder sig på halkbekämpning i morgontrafiken skulle dock vara ytterst viktigt. Systemets nuvarande precision räcker ännu inte för bedömning av vinterunderhålls kravenlighet. Systemet skulle dock sannolikt kunna utnyttjas i bonussystemen för underhållsentreprenörer.

Mikko Malmivuo: Nira system tested in Central Finland. Finnish Transport Infrastructure Agency Helsinki 2022. Publications of the FTIA 65/2022. 56 pages. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-405-006-7.

Abstract

The Swedish Nira system has been used to obtain information on main road slipperiness at the ELY Centre for Central Finland area in winter 2021–22. The Nira system utilises a factory-installed additional component in VAG Group’s cars to determine the tyre grip. This study evaluates the accuracy and effectiveness of the friction data produced by the system.

The study compares the friction observations by the Nira system with the findings from the spot-check quality monitoring of the extended winter maintenance. Comparative measurements could not be conducted by driving behind any Nira vehicle because Nira vehicles could not be identified. The measurements could be conducted roadway-specifically but not lane-specifically, which must have caused deviations in the results.

Nira’s friction scale was wider than the reference sensors, reaching a maximum of 1. When Nira’s friction scale was reduced by a factor of 0.81, 43% of the Nira results differed by a maximum of 0.1 from the friction by the optical RCM411 friction sensor. The result is significantly worse than in, for example, Johan Casselegren’s 2018 study comparing Nira results to a ROAR friction measurement vehicle. If it was possible to follow a particular Nira vehicle using the same driving lines in that study, this would largely explain the difference.

The number of Nira measurement observations was the highest on the main road sections with the most traffic. The number of observations from the roads 77 and 13 was clearly insufficient. The highest number of observations was recorded on main road 9 between Korpilahti and Jyväskylä. Still, even on this road section the average number of observations was only 0.2 per kilometre and hour. The number of observations was particularly low at night time. The Nira system has been fitted in cars from 2018 onwards, so it is evident that the number of Nira vehicles will increase as the vehicle stock is replaced by newer models.

In conclusion, Nira seems to respond to slippery road surface conditions fairly well. Still, the measurement deviation is so great that filtering it out requires a relatively large number of observations. Far-reaching conclusions cannot be drawn from only a few observations. The problem is particularly evident at night when there are very few observations. It would be essential to be able to monitor the conditions at night time to combat slippery conditions during morning traffic. As it stands, the accuracy of the system is not yet sufficient for assessing if the quality of the winter maintenance meets the requirements. However, the method could be useful with the maintenance contractor’s bonus schemes.

Esipuhe

Niin sanotut autonomiset suureen ajoneuvolaivastoon perustuvat liukkaudentunnistusjärjestelmät tarjoavat kelinseurantaa suurella maantieteellisellä alueella ilman, että ajoneuvojen kuljettajien tarvitsee millään lailla osallistua tähän mittausyöhön. Koska Suomen tieverkko on laaja ja tienpitäjältä edellytetään kattavaa tilannekuvaa koko tieverkolta, Väylävirastoa kiinnostaa tällaisten menetelmien suorituskyky.

Ruotsalainen Nira Dynamics on kehittänyt järjestelmän, joka henkilöauton ollessa olevia antureita hyväksi käyttäen arvioi tien pinnan liukkautta. Järjestelmä asennetaan tiettyihin (VAG-konsernin) automerkkeihin jo tehtaalla autojen valmistusvaiheessa. Niran suomalainen yhteistyökumppani Ramboll Finland Oy on mahdollistanut kokeilun, missä tuotettiin talvikautena 2021–22 Keski-Suomen pääteillä liukkaustietoa Niran järjestelmää hyväksi käyttäen. Tässä raportissa on arvioitu Niran vaikuttavuutta em. kokeilun perusteella.

Työtä ovat ohjanneet Jarkko Pirinen Väylävirastosta ja Vesa Partanen Keski-Suomen ELY-keskuksesta. Kokeilun tuottamisesta ovat vastanneet Harri Ahola ja Ari Hyvönen Ramboll Finland Oy:stä. Tässä raportissa kuvattua Nira-kokeilun arvioinnista on vastannut Mikko Malmivuo Innomikko Oy:stä. Juha-Matti Vainio West Coast Roadmasters Oy:stä on vastannut vertailumittauksista.

Helsingissä lokakuussa 2022

Väylävirasto

Väylänpito / Tien kunnossapidon ohjaus- ja kehittämissyksikkö

Sisältö

1	TYÖN TAUSTA	8
2	TYÖN TAVOITE.....	9
3	TUTKIMUSASETELMA	10
4	VERTAILUTESTIT	11
4.1	Lauhtuva keli ja pakkausliukkaita 6.12.2021	12
4.2	Lumisateen jälkeen pakastuvaa 23.12.2021	16
4.3	Pientä pakkasta 17.1.2022	19
4.4	Hieman lauhtuvaa 18.1.2022.....	22
4.5	Vaihtelevaa pakkasta 11.2.2022	26
4.6	Mittaus lumisateen jälkeen 18.2.2022	30
4.7	Mittaus lumisateen jälkeen 8.3.2022	33
4.8	Tienpintojen jäätyminen ja lauhtuminen 19.3.2022	37
4.9	Kaikki korrelaatiotarkastelut yhdessä.....	40
5	LISÄTARKASTELUT ÄÄRIKELEISSÄ	43
6	NIRA-HAVAINTOJEN MÄÄRÄ	46
7	NIRAN TARKKUUS MUISSA TUTKIMUKSISSA.....	49
8	NIRAN VERTAILU MUIHIN MOBIILEIHIN AUTONOMISIIN KITKANMITTAUSJÄRJESTELMIIN.....	51
8.1	Optinen kitkamittari RCM411 autonomisessa käytössä	51
8.2	Roadcloud	51
8.3	Grip-menetelmä	52
8.4	Nira verrattuna muihin järjestelmiin	53
9	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	54
	LÄHDELUETTELO.....	56

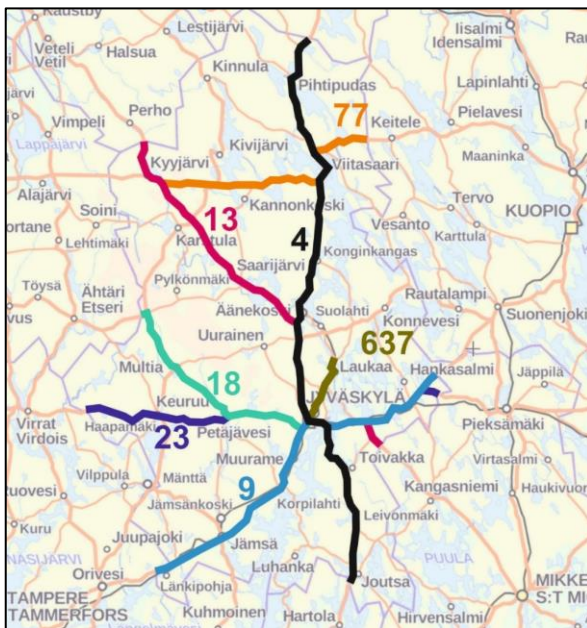
1 Työn tausta

Nira Dynamics AB on ruotsalainen vuonna 2001 perustettu yritys, joka on erikoistunut autojen signaalinkäsittelyyn ja valvontajärjestelmiin. Nira on kehittänyt erilaisia indikaattoreita mm. rengaspaineelle, löysästi kiinnitetylle renkaalle, rengaspidolle, tien liukkaudelle ja tasaisuudelle (Nira Dynamics 2021). Niran järjestelmien etuna on se, että ne käyttävät pääasiassa auton olemassa olevia antureita ja tietoväyliä, joten järjestelmät ovat kustannustehokkaita ja huoltovapaita. Nira on myös päässyt VAG-konsernin kanssa sellaiseen yhteistyöhön, missä Niran järjestelmien vaatima lisäkomponentti asennetaan autoihin jo valmistusvaiheessa. Uusimmista automalleista on jo mahdollisuus Niran keräämän liukkaustiedon jakamiseen.

Tällä hetkellä Niran järjestelmiä löytyy maailmalla jo kymmenistä miljoonista henkilöautoista. Suomessa Ramboll on Niran yhteistyökumppani. Rambollin Harri Aholan mukaan Niran liukkaudentunnistusjärjestelmä löytyy Suomessa noin 14 000 ajoneuvosta.

Niran liukkaudentunnistuksen haasteena on se, että renkaan ja tienpinnan välinen kitka riippuu pitkälti renkaan ominaisuuksista. Niran järjestelmällä varustetussa ajoneuvossa renkaiden kunto, laatu tai tyyppi voi vaihdella. Lisäksi auto voi olla etu-, taka- tai nelivetoinen. Järjestelmää on kuitenkin kehitetty siten, että se pyrkii huomioimaan erilaiset ajoneuvot mm. tuloksia keskiarvoistamalla. Niran liukkaushavainnot perustuvat aina vähintään 5 ajoneuvon havaintoihin.

Keski-Suomen ELY-keskus on tehnyt Rambollin kanssa sopimuksen, jonka mukaan Niran liukkaudentunnistustietoa tuotetaan tietyillä keskeisillä Keski-Suomen alueen väylillä (kuva 1) lokakuusta 2021 alkaen vuosi teenpäin.



Kuva 1. Tiet, joilta saadaan Niran tuottamaa liukkaustietoa talvikaudelta 2021–22. Kuvan numerot ovat tienumeroita.

2 Työn tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on arvioida Niran tuottaman liukkaustiedon laatua ja vai-
kuttavuutta. Arviointi perustuu seuraaviin menetelmiin:

- Vertaillaan Niran tuottamia tuloksia pistokoelaadunvalvonnan tuloksiin. Vertailun perusteella arvioidaan Nira-järjestelmän tuottamien tulosten tarkkuutta.
- Arvioidaan talven 2021–22 jälkeen järjestelmän toimivuutta ja huoltovapautta sekä vertaillaan järjestelmää muihin vastaaviin autonomisiin kitkatietoa tuottaviin järjestelmiin.

3 Tutkimusasetelma

Ramboll laati syksyllä 2021 Keski-Suomen ELY-keskusta koskevan Nira-tietopalvelun. Palvelussa oli mahdollista seurata Nira-havainnointia visuaalisesti karttapohjalla. Lisäksi palvelusta pystyi hakemaan historiatietoja datamuodossa. Historiatiedot sisälsivät jokaisen yksittäisen mittaushavainnon. Mittaushavainnot syntyivät satunnaisille tieosuuksille ja olivat tyypillisesti 10–400 metrin mittaisia osuuksia. Mittausdata sisälsi jokaisen havainnon aika- ja paikkatiedot.

Alun perin järjestelmä tuotti jokaiselle mittausosuudelle keskiarvokitkan. Kun tämän projektin välipalaverissa pohdittiin, onko pitkien osuuksien Nira-tuloksia mitenkään mahdollista verrata pistemäisiin jarrutuskitkamittaus tuloksiin, järjestelmää kehitettiin niin, että mittausdataan lisättiin myös mittausosuuden minimi- ja maksimikitka.

Niran mittausdata päivittyi 10 minuutin välein. Historiatiedot olivat ominaista, että yksi ja sama havainto eli datassa jonkin aikaa. Tämän vuoksi dataan lisättiin myös tammikuussa 2022 tieto siitä, mitkä havainnoista olivat ns. alkuperäisiä havainnointia. Tässä tutkimuksessa vertailumittausten tuloksia on verrattu vain alkuperäisiin havainnointeihin.

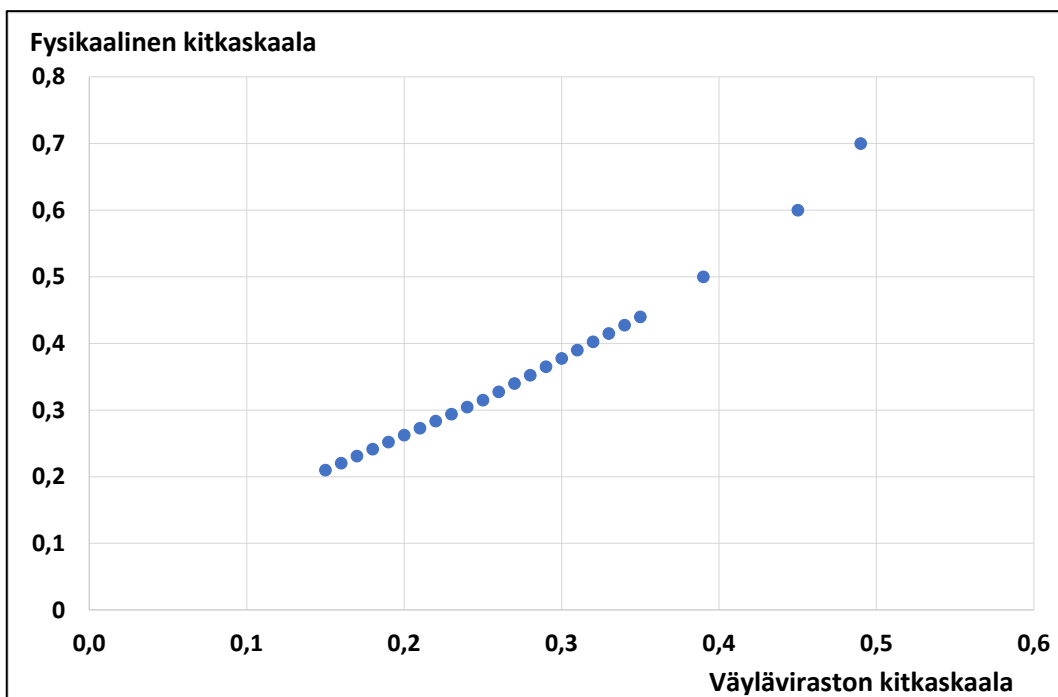
Tutkimusasetelmalle oli ominaista, että kukaan ei tiennyt varmasti, missä ajoneuvoissa Niran järjestelmä sijaitsee. Vertailumittauksia tehdessä ei siten voitu esim. seurata Niran ajoneuvoja ja näiden ajolinjoja. Havaintojen reaaliaikaista jahtamista Niran tietopalvelun kartan perusteella ei pidetty myöskään mielekkäänä. Käytännössä vertailumittausten jälkeen ainoastaan katsottiin, mitä Nira-havainnointia oli osunut vertailumittausten kanssa samoille tieosuuksille samoihin ajankohtiin.

4 Vertailutestit

Tässä tutkimuksessa on vertailtu Nira-järjestelmän tuottamia liukkaustietoja pistokoelaadunseurannan yhteydessä tehtyihin kitkamittauksiin. Tutkimuksen edetessä pistokoelaadunseurannaa tarkoituksella tehostettiin niillä teillä, mistä saatiin enemmän Nira-havainnoja. Pistokoelaadunseurannassa on käytetty optista RCM411 kitkamittaria. Lisäksi käytettiin samanaikaisesti kolmea eri jarrutuskitkamittaria: Gripman, μ Tec ja C-trip. Tuloksia on tässä luvussa tarkasteltu tapauskohtaisesti.

Jäljessä olevissa analyyseissä on ensin tarkasteltu kelin kokonaiskuvaa siten, että pistokoelaadunseurannan tuloksia on verrattu kaikkiin Niran tuloksiin samalla tieosuudella samaan aikaan. Sen jälkeen on tehty yksinkohtaisempi korrelaatiotarkastelu, missä jokaiselle yksittäiselle Nira-havainnolle on haettu saman mittausosuuden ja ajoradan sellainen vertailumittaus-tulos, joka osuus myös ajallisesti lähelle.

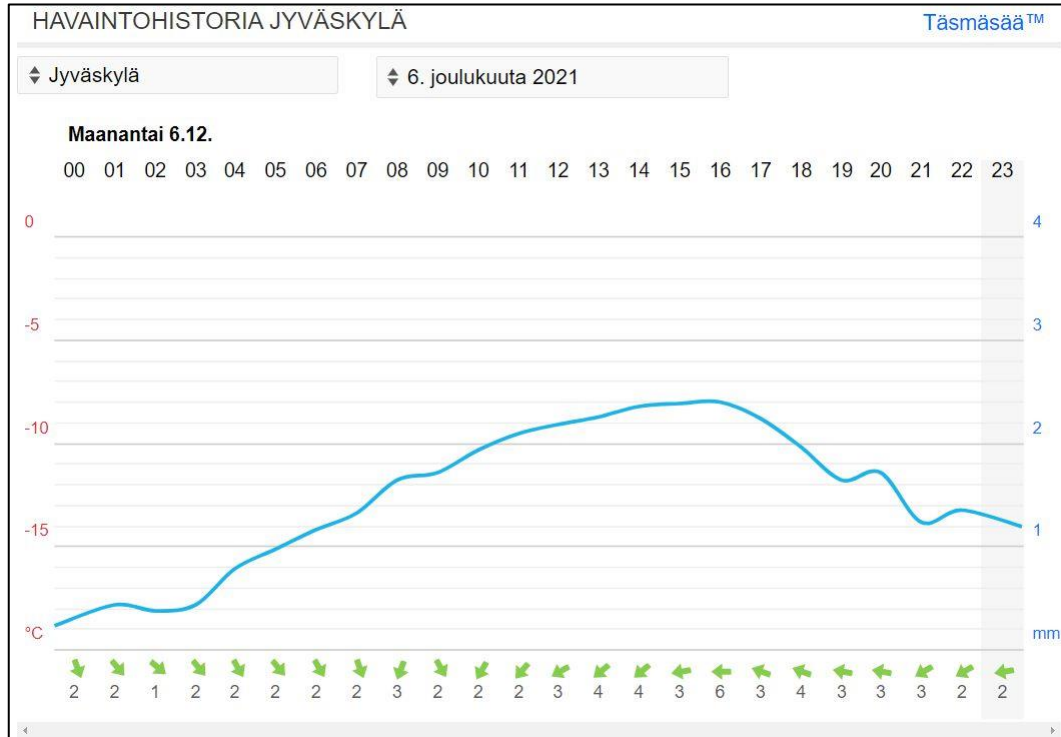
Eri kitkamittausmenetelmiä verratessa on otettava huomioon, että eri menetelmien kitkaskaala voi olla erilainen. Tärkeintä on silloin, että eri menetelmät reagoisivat kitkaan samansuuntaisesti. Sen sijaan täsmälleen samanlaisia kitka-arvoja ei eri menetelmiltä voida edellyttää. Vertailumittauksissa on käytetty kahta eri kitkaskaalaa. Optinen RCM411 edustaa laajempaa fysikaalista kitkaskaalaa. Jarrutuskitkamittari Gripman on tässä kalibroitu vastaamaan Väyläviraston skaalaa (kuva 2). Gripmanin avulla siis tiedetään, miten kitkataso suhteutuu talvihoidon laatuvaatimuksiin.



Kuva 2. Havainnekuva fysikaalisen ja Väyläviraston kitkaskaalojen eroista.

4.1 Lauhtuva keli ja pakkausliukkautta 6.12.2021

Ensimmäiset vertailumittaukset tehtiin 6.12. klo 14–22. Melko pitkän pakkasjakson keskellä lämpötila vaihteli päivän aikana varsin voimakkaasti. Pakkasta oli sen verran, että teiden suolaus ei todennäköisesti ollut järkevää. Vertailumittaus kattoi tiet 9, 4 ja 13 (kuva 4).



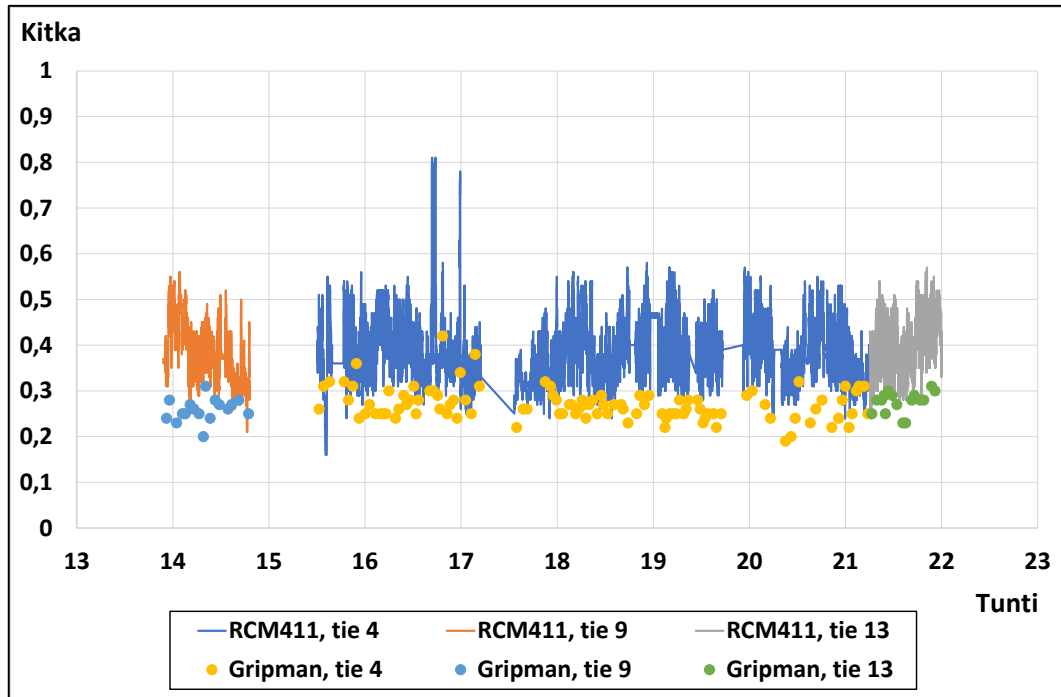
Kuva 3. Lämpötilan vaihtelua Jyväskylässä 12.6.2021.



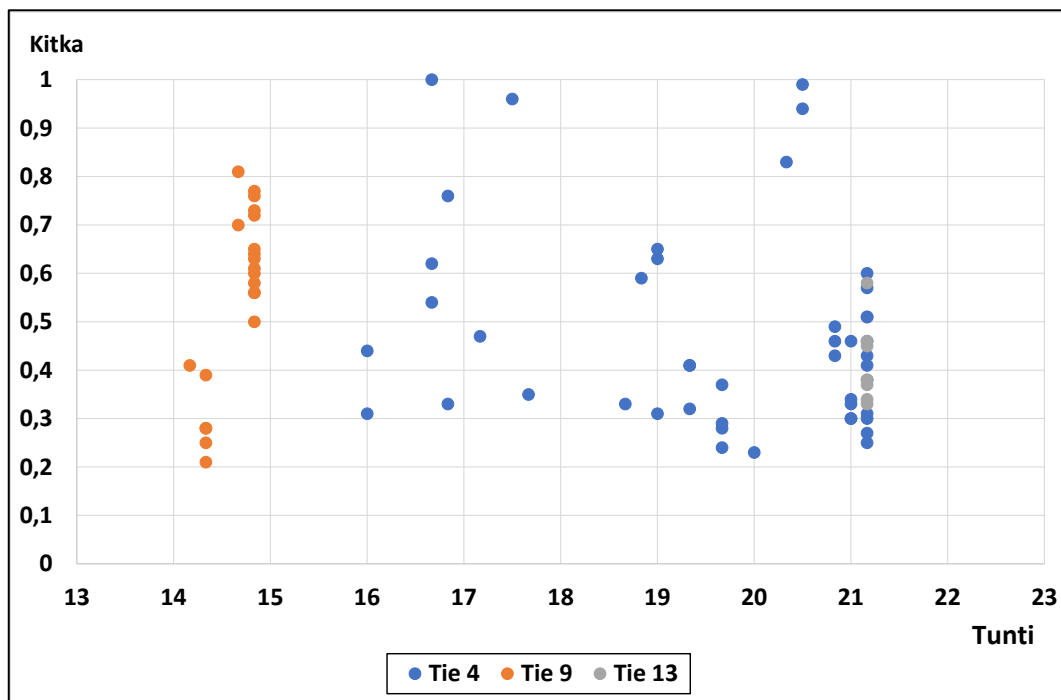
Kuva 4. Vertailumittauksen reitti. Reitti alkoi Länkipohjasta ja jatkui 4-tietä Keski-Suomen tiepiirin pohjoisrajalle asti. Sieltä palattiin takaisin ja käännettiin Äänekosken jälkeen tielle 13 kohti Kyyjärveä.

Kuvassa 5 on esitetty yleiskuva vertailumittausten tuloksista. Lukuun ottamatta muutamaa lyhyttä 4-tien osuutta, optisen RCM411 mittarin kitka on vaihdellut välillä 0,24–0,57. RCM411 kitkaskaala edustaa fysikaalista kitkaa. Tämä kertoo, että optisen mittarin mukaan keli on ollut liukkaampi kuin paljaalla päällysteellä, mutta toisaalta ei niin liukas, että voitaisiin varsinaisesta pääkallokelistä puhua. Gripman-jarrutuskitkamittarin (Väyläviraston kitkaskaala) mukaan kitkataso on monelta osin ollut alle 0,30, mikä on esimerkiksi kitkavaatimuksena koko nelostien osuudella.

Kuvaan 6 on kerätty Niran havainnot siten, että esimerkiksi tien 9 havainnot kattavat koko vertailumittauksen 9-tien maantieteellisen osuuden siltä ajalta, jolloin vertailumittauksen tekijä ajoi tietä 9. Tällöin on kuitenkin edelleen mahdollista, että tien 9 Nira-havainto on saatu Länkipohjasta, kun vertailumittauksen tekijä on ollut Korpilahdella. Nira-mittausten yleiskuva on sellainen, että kitka on vaihdellut vertailumittauksia voimakkaammin teillä 9 ja 4.



Kuva 5. Vertailumittausten yleiskuva 6.12. Optinen kitkanmittaus RCM411:llä edustaa fysikaalista kitkaskaalaa. Jarrutuskitkanmittaus Gripmanilla on tehty Väyläviraston kitkaskaalalla.



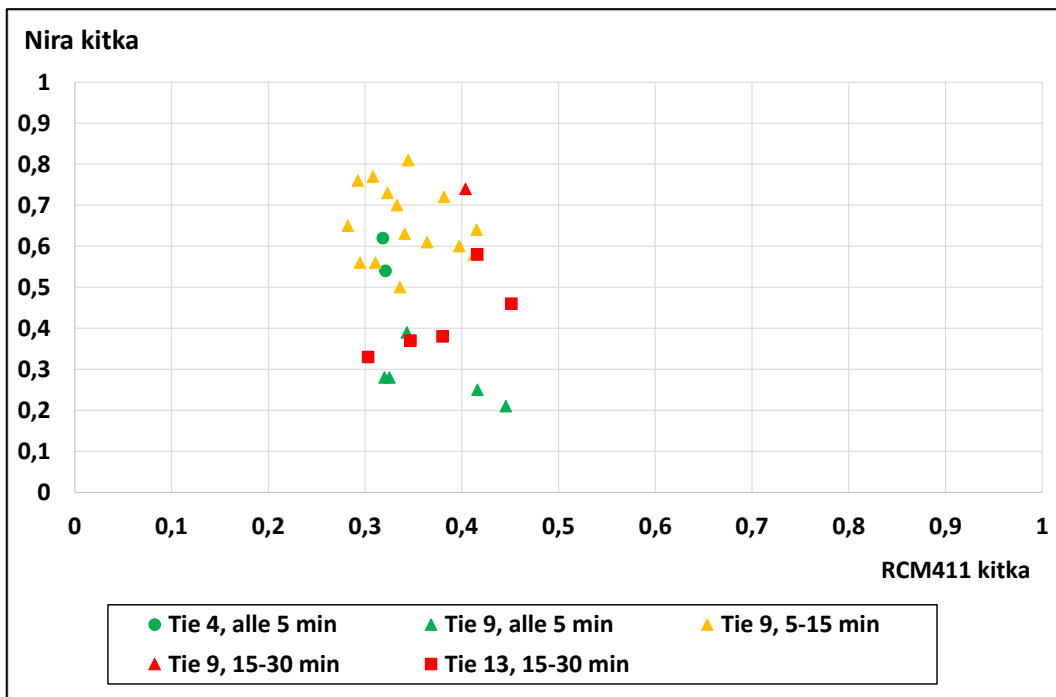
Kuva 6. Nira-mittaushavaintojen (kitkan keskiarvo) yleiskuva 6.12.

Kuvissa 7 ja 8 on tehty yksityiskohtaisempi mittausaineistojen vertailu. Kuvassa 7 on vertailtu Niran ja RCM411 kitkaa siten, että kyseessä on sama mittausosuus samalla ajoradalla. Kuvassa havainnot on jaettu ajallisesti kolmeen luokkaan:

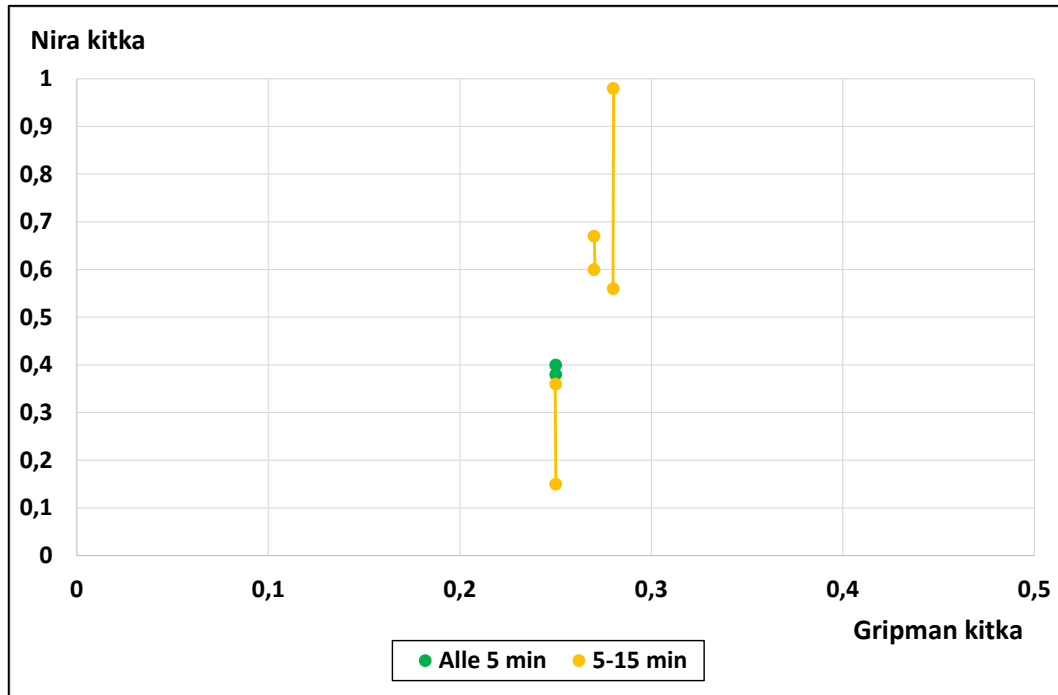
- vihreät pisteet edustavat tilannetta, jossa Nira-havainto ja vertailumittaus on tehty alle 5 minuutin sisällä
- oranssit pisteet edustavat tilannetta, jossa Nira-havainnon ja vertailumittauksen välillä on kulunut aikaa 5–15 min
- punaiset pisteet edustavat tilannetta, jossa Nira-havainnon ja vertailumittauksen välillä on kulunut aikaa 15–30 min.

Kuten jo mittauksen yleiskuvasta näkyi, Niran havainnot vaikuttavat edustavan paikoitellen korkeampaa kitkatasoa kuin RCM411 havainnot. Toki kitkaskaaloissa on jonkin verran eroa.

Kuvassa 8 on vertailtu Niran havaintoja Gripman jarrutuskitkamittarin kitkaan. Koska jarrutuskitkamittauksia tehdään suhteellisen harvoin, vertailupareja löytyi päivän mittausaineistoista ainoastaan 4 kappaletta. Koska jarrutuskitkamittaus on hyvin pistekohtainen mittaus ja Nira-havainnot voivat edustaa usean 100 metrin osuuksia, on jarrutuskitkamittauksia verrattu Niran mittaushavainnon vaihteluväliin. Neljästä jarrutuskitkamittauksesta 2 osuu melko hyvin samalle mittausalueelle, mutta kahden havainnon yhteydessä Niran mittausulos on selvästi korkeampi.



Kuva 7. Optisen RCM411 ja Niran keskiarvokitkan vertailua. Kyseessä on sama mittausosuus ja sama ajorata niin, että mittauksen ajallinen ero on joko "alle 5 min", "5–15 min" tai "15–30 min".

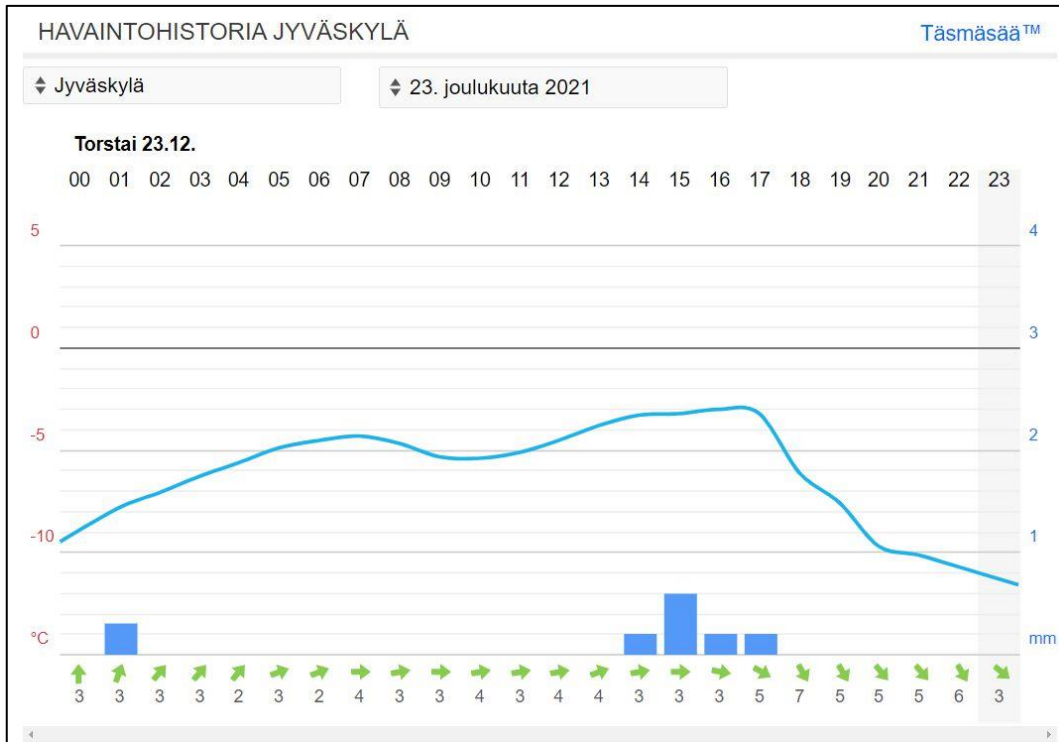


Kuva 8. Jarrutuskitkamittarin Gripman vertailua Niran mittausosuuden kitkavaihteluun. Kaikki havainnot ovat tieltä 9.

4.2 Lumisateen jälkeen pakastuvaa 23.12.2021

Toinen vertailumittaus tehtiin 23.12. 19:00 – 24.12. 1:00 välillä. Mittaukset tehtiin lumisateen jälkeen kelin voimakkaasti kylmetessä (kuva 9). Mittausreitti koostui teistä 77, 4 ja 9 (kuva 10).

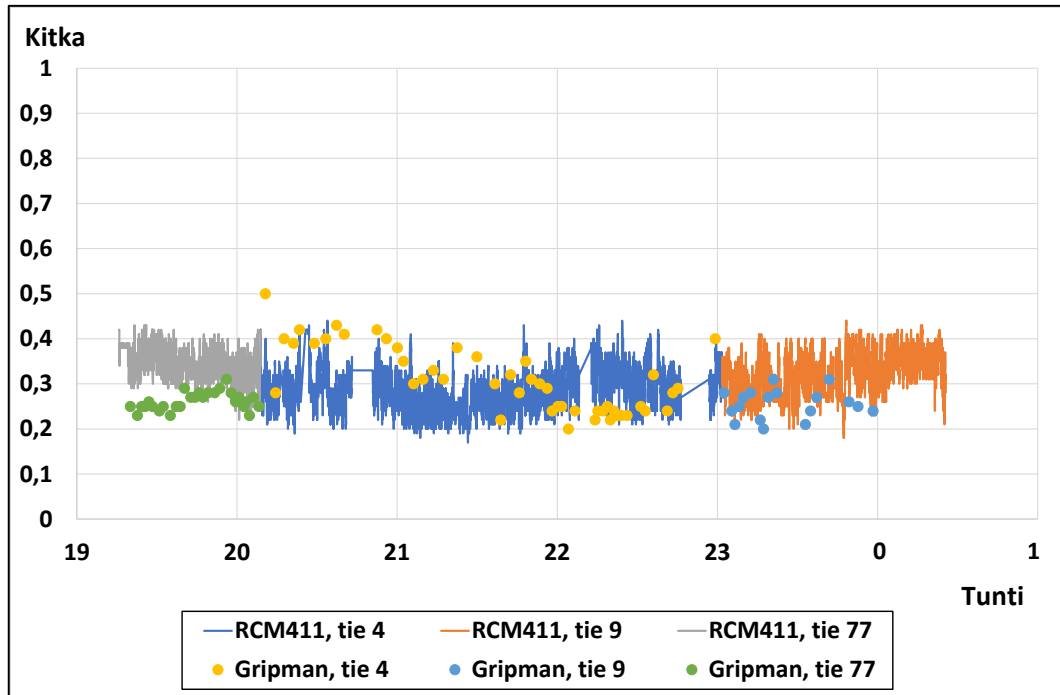
Vertailumittausten aikana nelostien pohjoisemmissa osissa saatiin yllättäen jarrutuskitkamittarilla korkeampia kitkatasoja kuin optisella mittarilla (kuva 11). Optisen mittarin mukaan keli oli kyseisellä osuudella pääosin jäinen. Vertailumittausten aikana Nira-havainnot saatiin ainoastaan tieltä 4 (kuva 12). Sellaisia tilanteita, missä Nira-havainto saatiin samalta ajoradalta puolen tunnin sisällä vertailumittauksesta, oli ainoastaan neljä kappaletta (kuva 13). Näissä tapauksissa Niran tulokset vaikuttivat hieman korkeilta, mutta koska keli on saattanut olla sellainen, että optinen kitkanmittaus piti keliä hieman liian liukkaana, Niran tulokset saattavat olla melko oikeantasoisia. Yksikään jarrutuskitkamittaus ei osunut lähelle Nira-havaintoa.



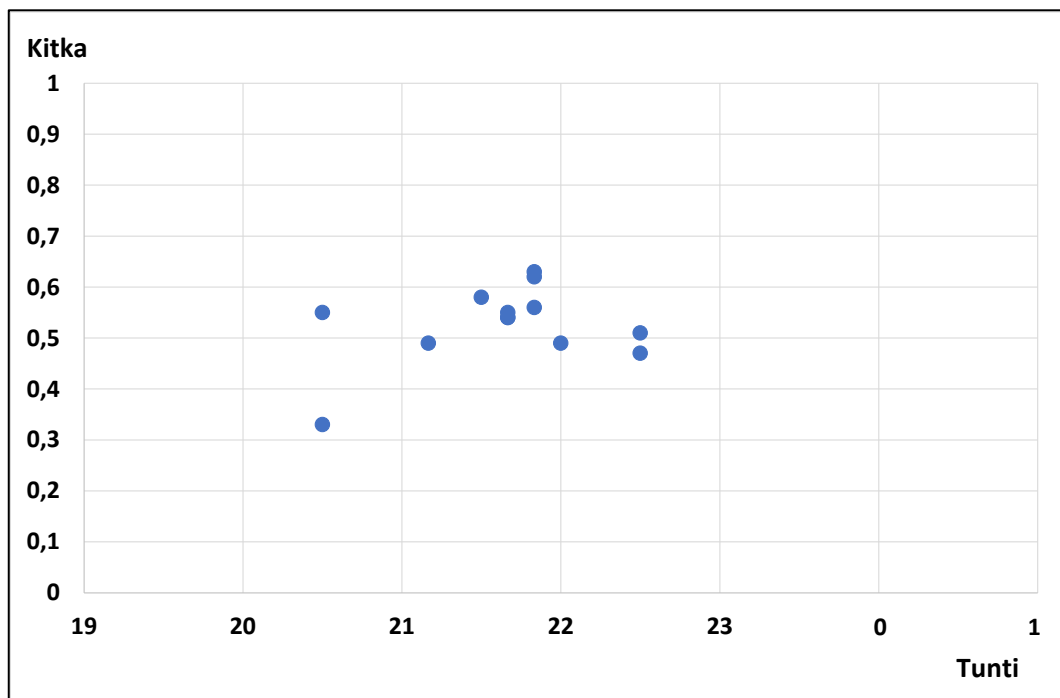
Kuva 9. Lämpötilan vaihtelua ja lumisadetta Jyväskylässä 23.12.2021.



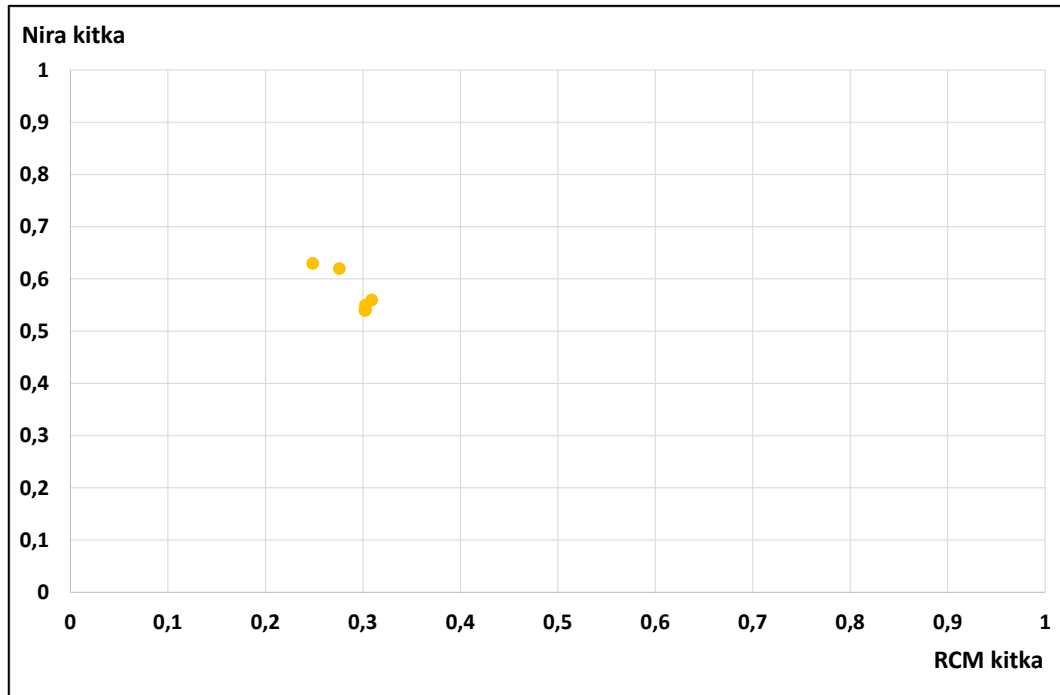
Kuva 10. Vertailumittauksen reitti 23.12. Reitti alkoi Kyyjärven suunnalta tieltä 77. Tämän jälkeen nelostietä ajettiin pohjoisen piirin rajalle ja takaisin etelään Jyväskylään asti. Tästä reitti jatkui 9-tietä Tampereen suuntaan.



Kuva 11. Vertailumittausten yleiskuva 23.12. Optinen kitkanmittaus RCM411:llä edustaa fysikaalista kitkaskaalaa. Jarrutuskitkanmittaus Gripmanilla on tehty Väyläviraston kitkaskaalalla.



Kuva 12. Nira-mittaushavaintojen (kitkan keskiarvo) yleiskuva 23.12. Ainoastaan tieltä 4 saatiin mittausten aikaan Nira-havaintoja.



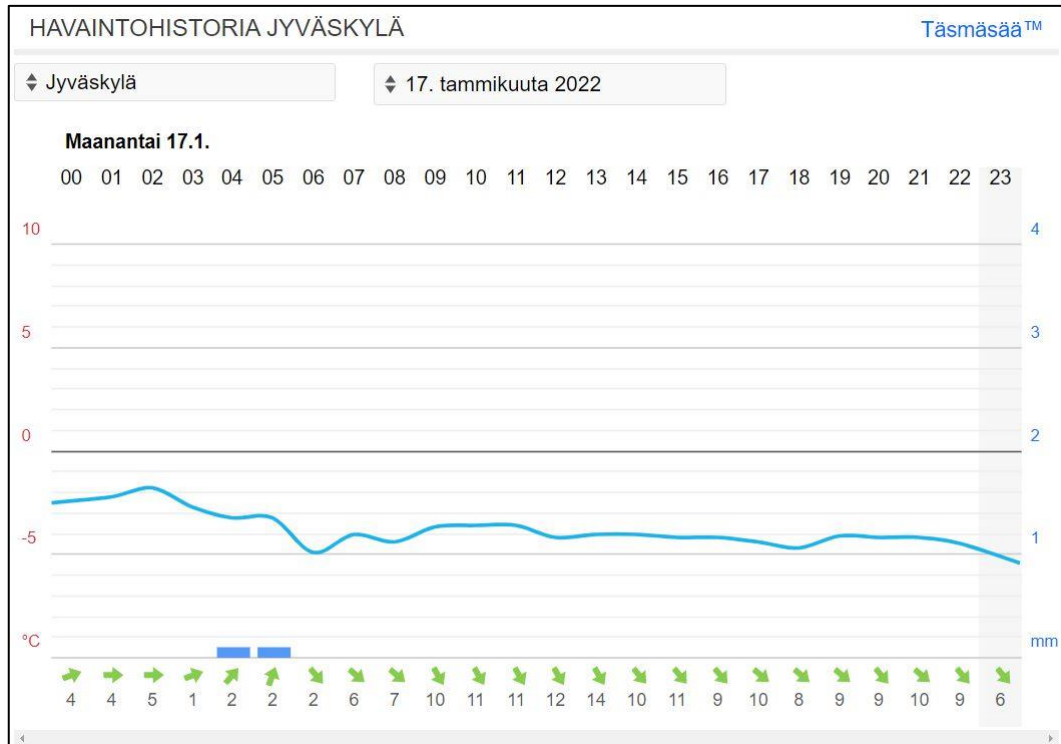
Kuva 13. Optisen RCM411 ja Niran keskiarvokitkan vertailua. Kyseessä on sama mittausosuus ja sama ajorata. Kaikkien mittausten ajallinen ero on 5–15 min.

4.3 Pientä pakkasta 17.1.2022

Maanantaina 17.1.2022 vertailumittauksia tehtiin sekä aamuliikenteen (klo 8–9) että iltapäiväliikenteen (klo 14–19) aikaan. Mittauksia edelsi pieni lumisade. Mittausten aikana oli pakkasta -3°C ... -5°C (kuva 14). Reitti kulki teitä 9, 4, 13 ja 77 pitkin (kuva 15).

Vertailumittausten mukaan kitkataso oli varsin vaihteleva (kuva 16). Tien 13 osuuden lopussa ja tien 77 alussa mitattiin varsin matalia kitka-arvoja. Valitettavasti näissä tilanteissa ei saatu lainkaan Nira-havaintoja (kuva 17). Myöskään 9-tieltä ei saatu aamuliikenteen aikaan lainkaan Nira-havaintoja.

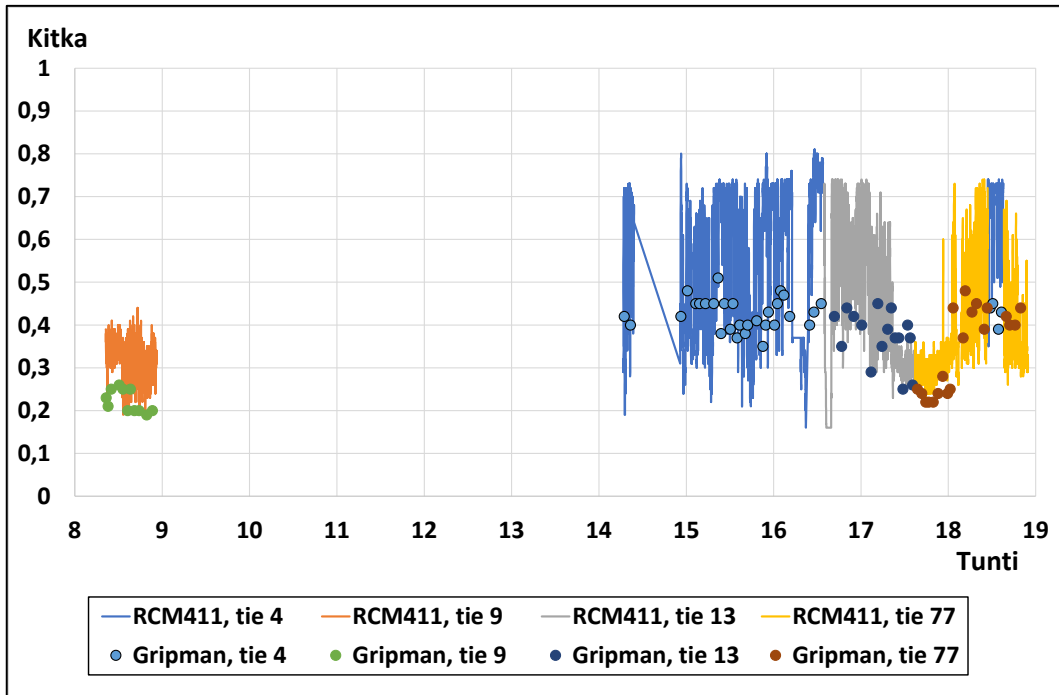
Varsinainen korrelaatiotarkastelu pystyttiin tekemään ainoastaan 3 tapauksen pohjalta (kuva 18), jotka olivat kaikki tieltä 13. Näissä tapauksissa optisen mittarin ja Niran kitkataso oli yhteneväinen.



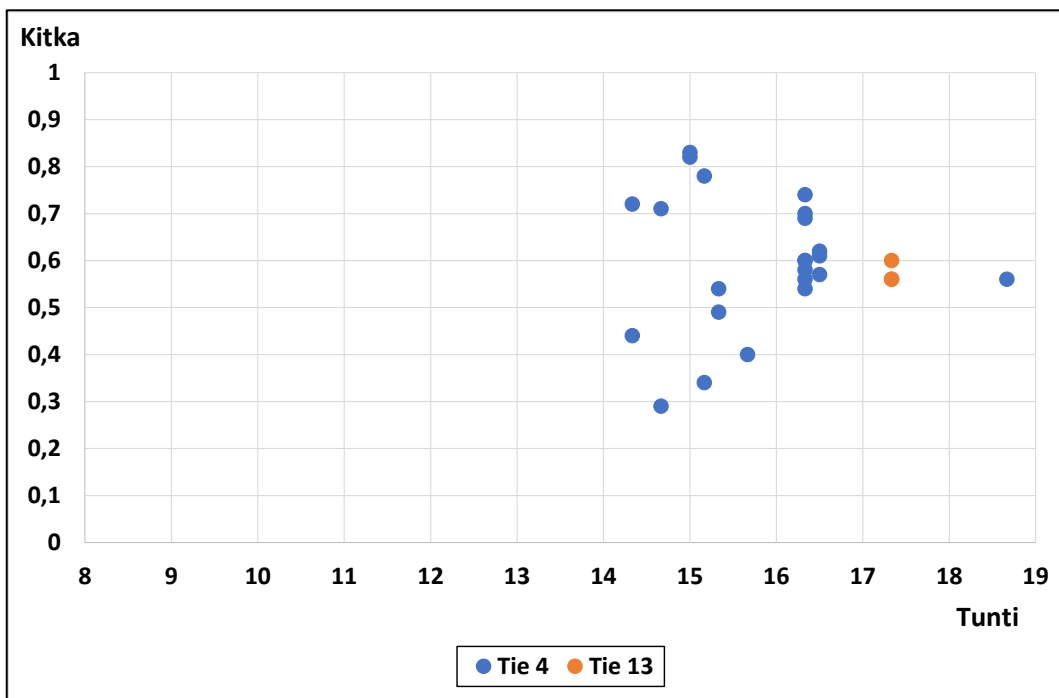
Kuva 14. Lämpötilan vaihtelua ja pientä lumisadetta Jyväskylässä 17.1.2022.



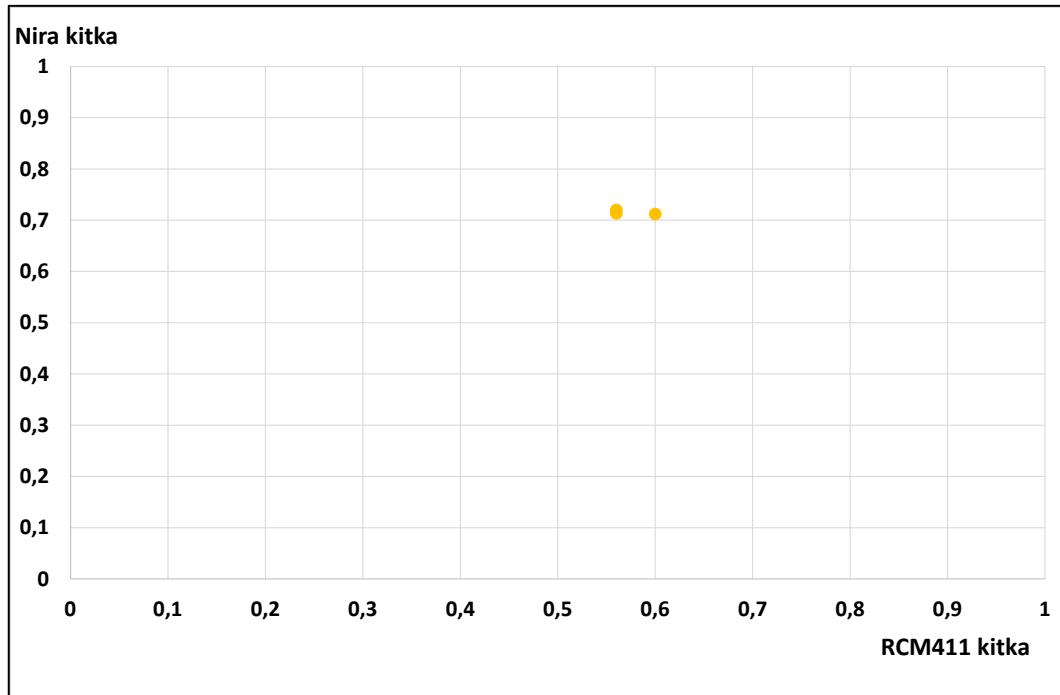
Kuva 15. Vertailumittauksen reitti 17.1. Reitti alkoi 9-tieltä Länkipohjasta. 4-tie ajettiin Joutsasta lähes Äänekoskelle, mistä käännyttiin tielle 13. Loppu reitistä kulki tietä 77 pitkin.



Kuva 16. Vertailumittausten yleiskuva 17.1. Optinen kitkanmittaus RCM411:llä edustaa fysikaalista kitkaskaalaa. Jarrutuskitkanmittaus Gripmanilla on tehty Väyläviraston kitkaskaalalla.



Kuva 17. Nira-mittaushavaintojen (kitkan keskiarvo) yleiskuva 17.1. Ainoastaan teiltä 4 ja 13 saatiin mittausten aikaan Nira-havaintoja.

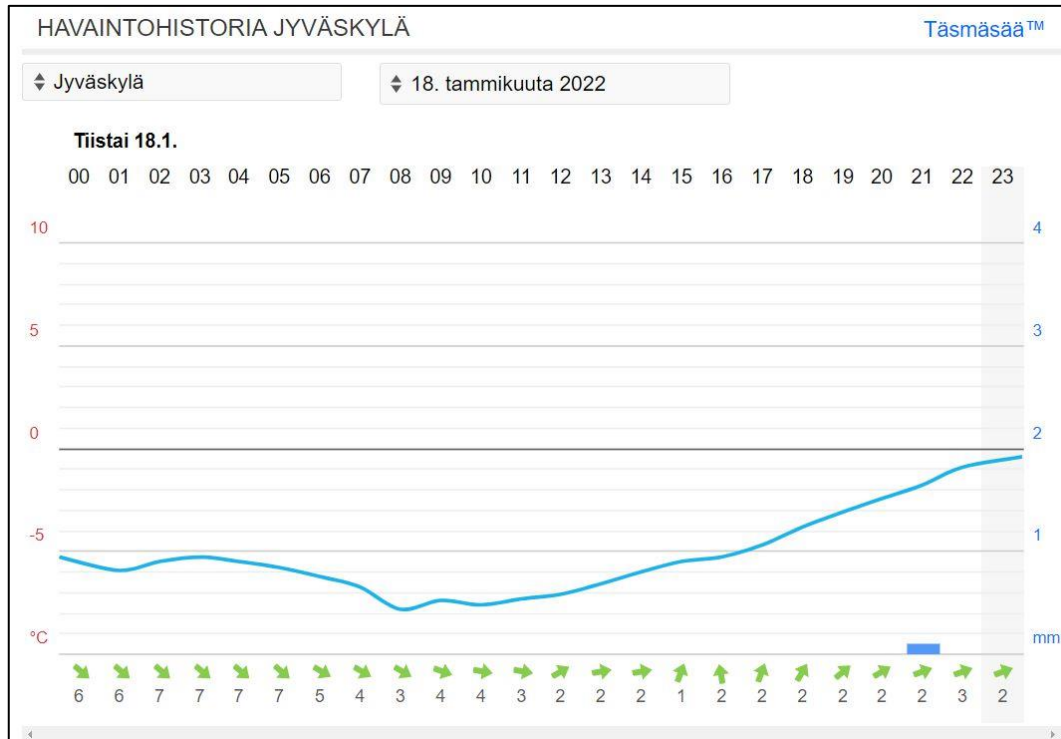


Kuva 18. Optisen RCM411 ja Niran keskiarvokitkan vertailua saman tieosuuden samalta ajoradalta. Vertailupisteitä saatiin ainoastaan tieltä 13. Kaikkien mittausten ajallinen ero on 5–15 min.

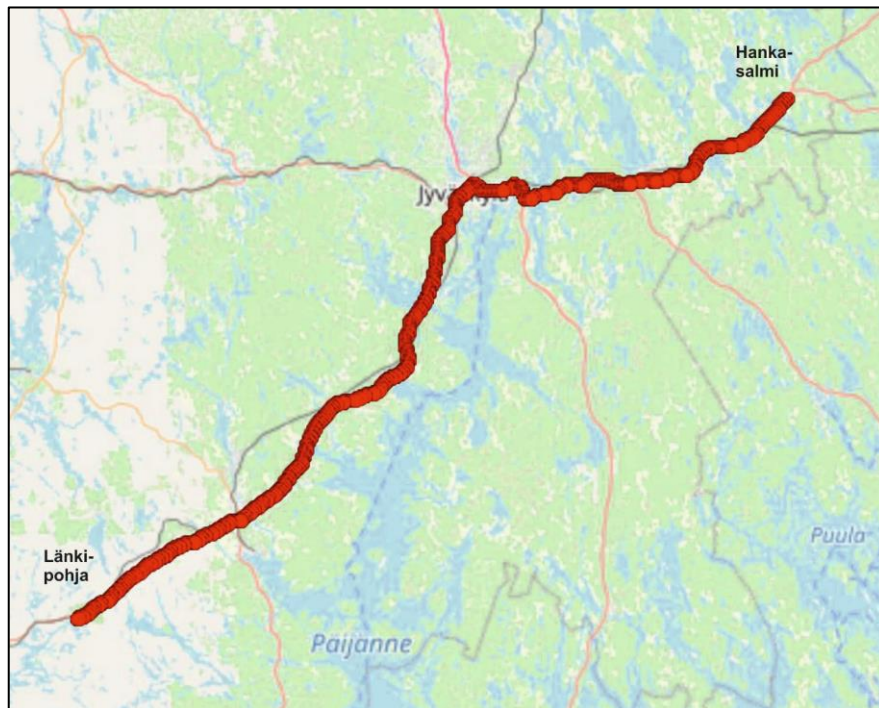
4.4 Hieman lauhtuvaa 18.1.2022

Vertailumittaus tehtiin klo 14 ja 16:30 välillä lähes koko 9-tien alueella (Keski-Suomen ELY:n alue) (kuva 20). Vertailumittausten aikaan pakkasta oli noin -5°C ... -6°C astetta ja keli oli lauhtumaan päin (kuva 19).

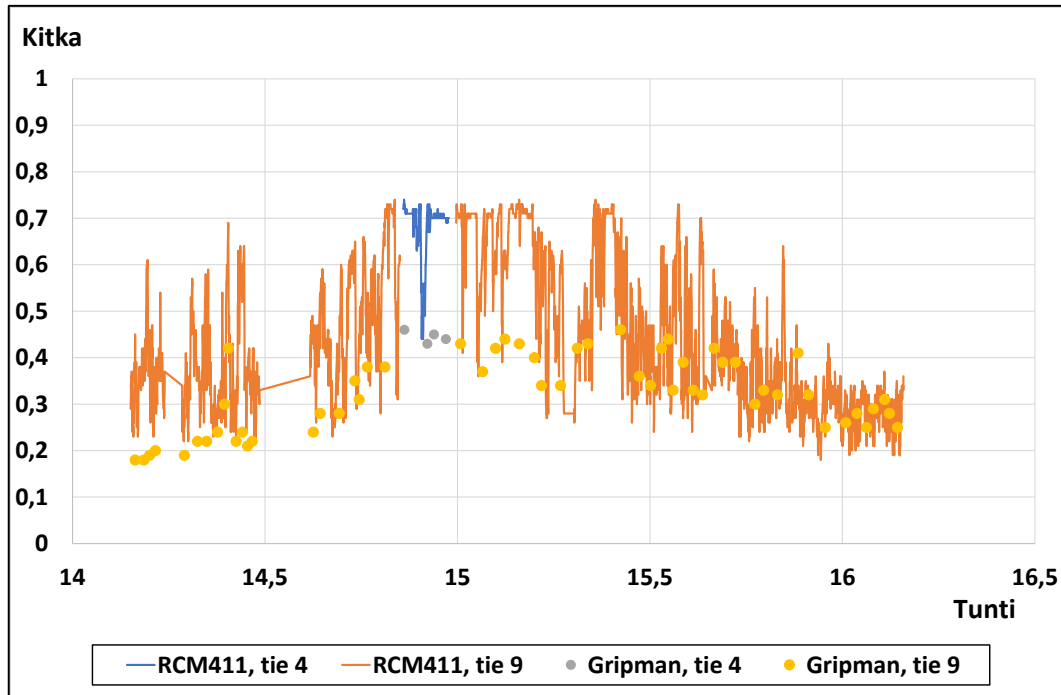
Vertailumittausten aikaan kitkatasot olivat vaihtelevia niin vertailumittausten kuin Nira-havaintojen mukaan (kuvat 21 ja 22). Korrelaatiovertailuun saatiin vain 3 pistettä, joiden mukaan Niran kitkatasot olivat hieman odotuksia matalammat (kuva 23). Yhteen Nira-havaintoon osui myös jarrutuskitkamittaus (kuva 24). Skaalat huomioiden tässäkin mittauksessa Niran kitkataso vaikuttaa hieman alhaisemmalta.



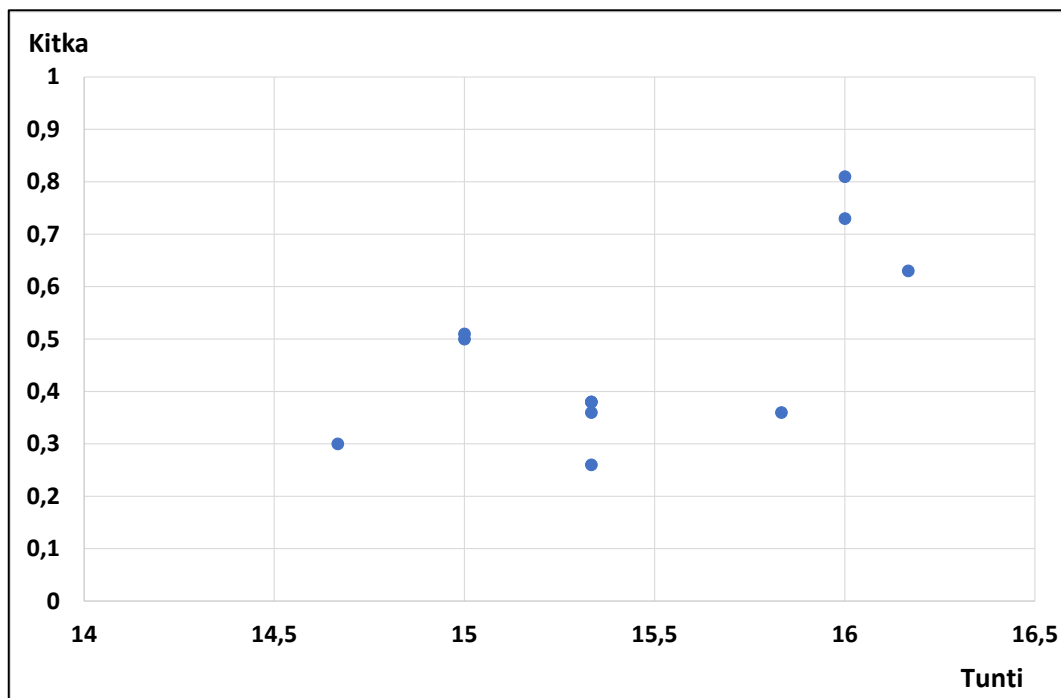
Kuva 19. Lämpötilan vaihtelua Jyväskylässä 18.1.2022.



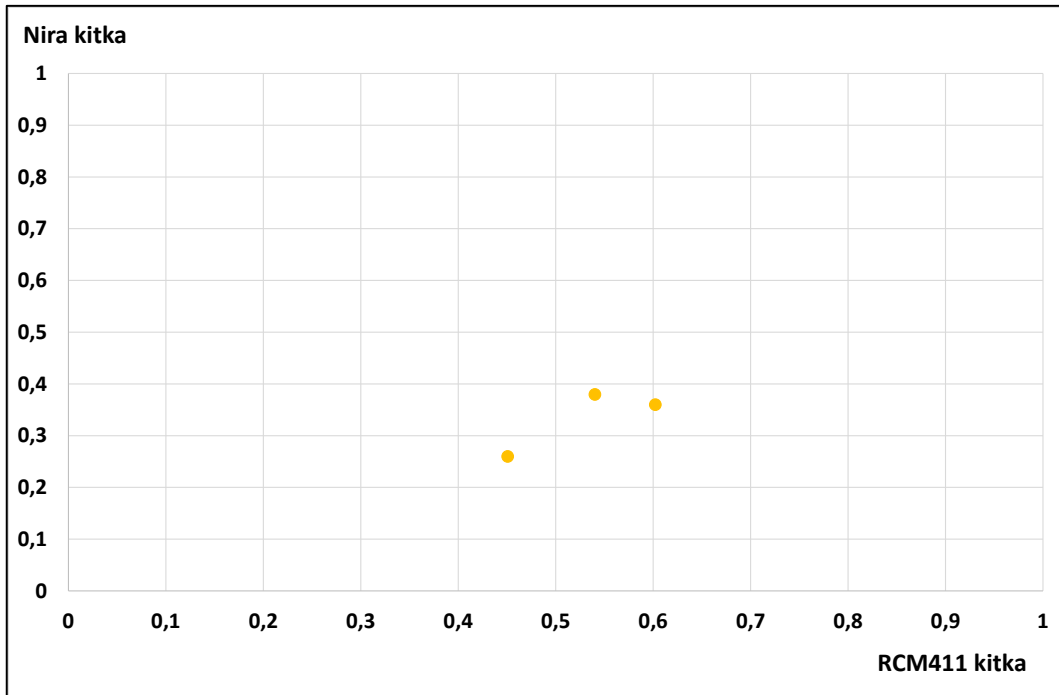
Kuva 20. Vertailumittauksen reitti 18.1. Reitti alkoi Hankasalmelta ja päättyi Länkipohjaan.



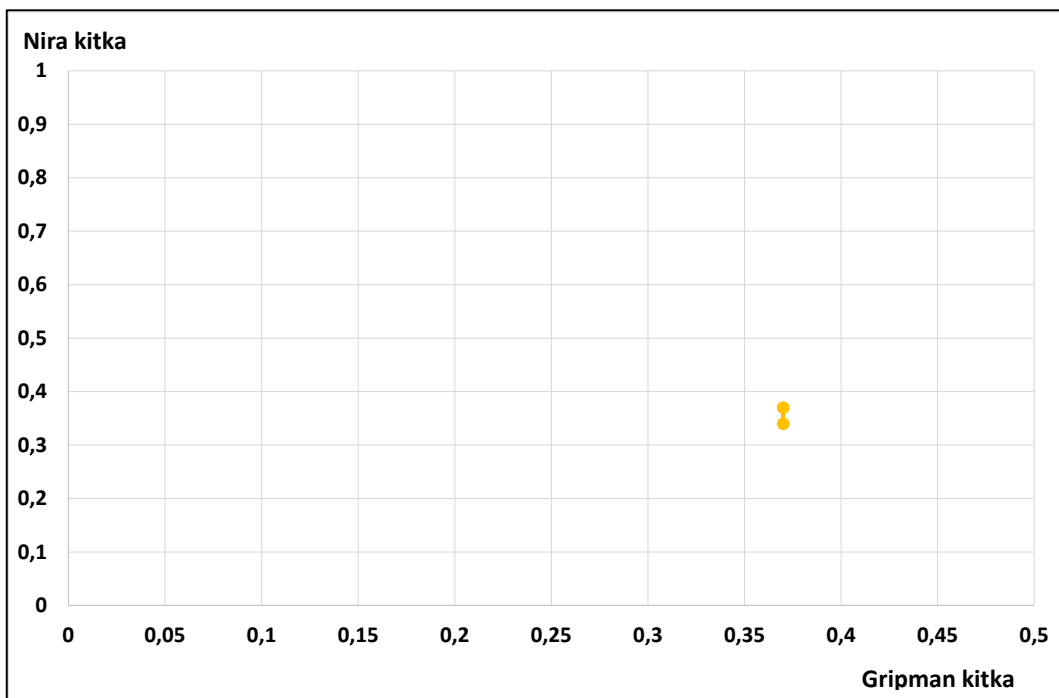
Kuva 21. Vertailumittausten yleiskuva 18.1. Optinen kitkanmittaus RCM411:llä edustaa fyysikaalista kitkaskaalaa. Jarrutuskitkanmittaus Gripmanilla on tehty Väyläviraston kitkaskaalalla.



Kuva 22. Nira-mittaushavaintojen (kitkan keskiarvo) yleiskuva 18.1. Ainoastaan tieltä 9 saatiin mittausten aikaan Nira-havaintoja.



Kuva 23. Optisen RCM411 ja Niran keskiarvokitkan vertailua saman tieosuuden samalta ajoradalta. Kaikki vertailupisteet ovat tieltä 9. Kaikkien mittausten ajallinen ero on 5–15 min.



Kuva 24. Jarrutuskitkamittarin Gripman vertailua Niran mittausosuuden kitkavaihteluun. Havainto on tieltä 9. Mittauksen ajallinen ero on 5–15 min.

4.5 Vaihtelevaa pakkasta 11.2.2022

Perjantaina 11.2. klo 9–17 tehtiin mittauskierros, jossa panostettiin vilkkaimmin liikennöityihin tieosuuksiin Nira-havaintojen maksimoimiseksi (kuva 26). Reitti oli seuraavanlainen:

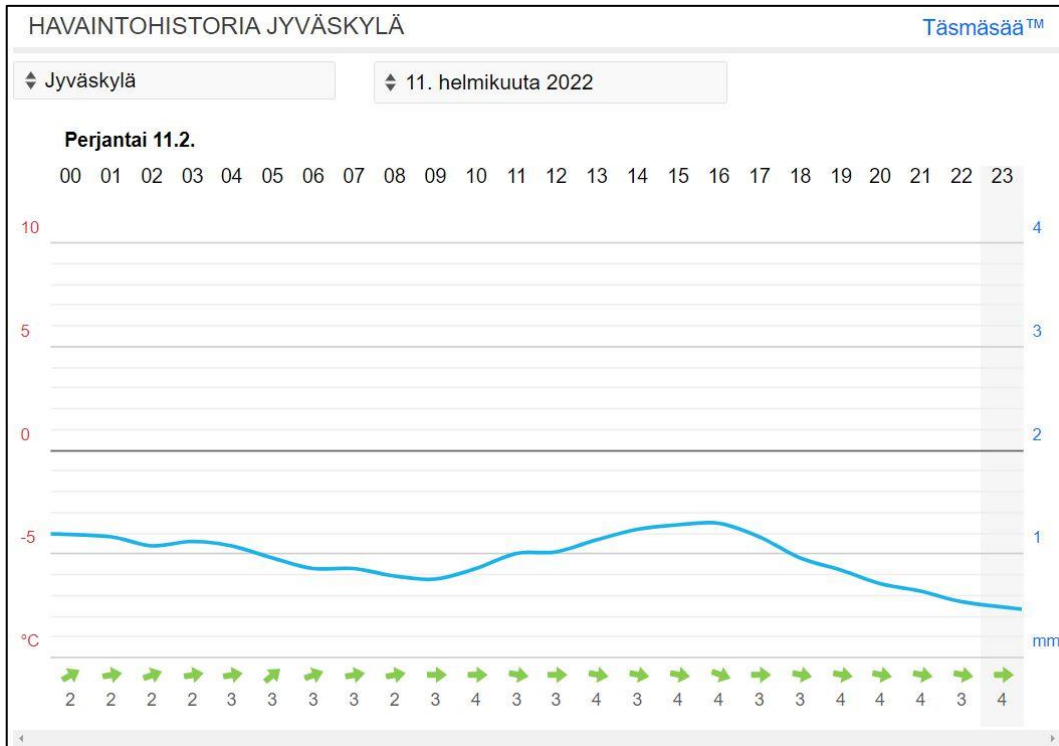
- reitti alkoi tieltä 637
- tämän jälkeen ajettiin 4-tie Jyväskylästä pohjoiseen lähes Äänekoskelle asti ja takaisin
- tämän jälkeen ajettiin tie 637 edestakaisin Laukaalle ja takaisin Jyväskylään
- tämän jälkeen ajettiin 4-tietä etelään lähes Leivonmäelle ja takaisin Vaajakoskelle
- tämän jälkeen ajettiin 9-tietä itään Vaajakoskelta Hankasalmele ja takaisin
- lopuksi ajettiin Vaajakoskelta 4-tietä Jyväskylään ja siitä edelleen 9-tietä Länkipohjaan asti.

Testien aikana vallitsi noin 5 asteen pakkaneen (kuva 25).

Vertailumittausten alussa keli oli liukkaampi, mutta päivän edetessä keli muuttui kitkatasoiltaan hyvin vaihtelevaksi (kuva 27). Nira-havaintoja saatiin ainoastaan iltapäivällä niiltä 4-tien ja 9-tien osuuksilta, missä vertailumittauksetkin tehtiin. Nira-havainnoissa näkyy vertailumittausten tapaan suuri kitkan hajonta (kuva 28).

Kuvassa 29 esitetty korrelaatiotarkastelu antaa varsin oikeansuuntaisia tuloksia. Pääosa Niran korkeista kitka-arvoista löytyy sieltä, missä RCM411 kitka on myös korkein. Vastaavasti myös pääosa matalista kitka-arvoista löytyy sieltä, missä RCM411 kitka on alhaisin. Kuvaan 29 on saatu myös muutama havainto 637 tieltä, vaikka juuri mittausten aikaan kuvassa 28 ei havaintoja ollut. Havainnot kuitenkin mahtuivat juuri 5–15 minuutin aikaikkunaan.

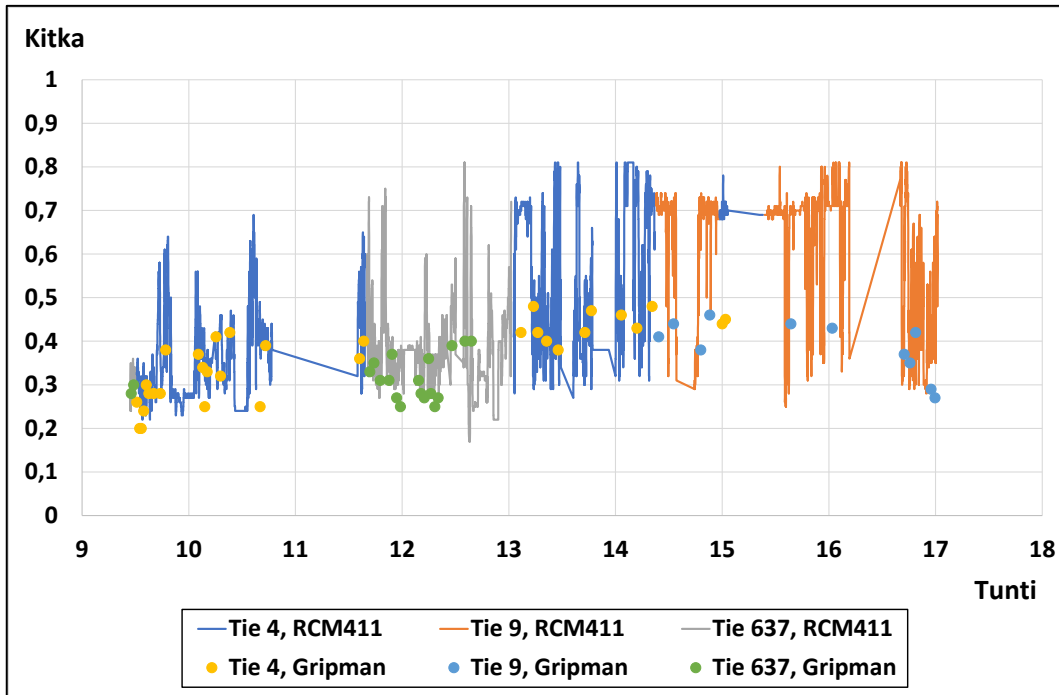
Aineistosta löytyi myös kaksi Nira-havaintoa, jotka osuivat jarrutuskitkamittarin kanssa samaan aikaikkunaan (kuva 30). Skaaloihin suhteutettuna havainnot vaikeuttavat olevan suunnilleen samaa suuruusluokkaa.



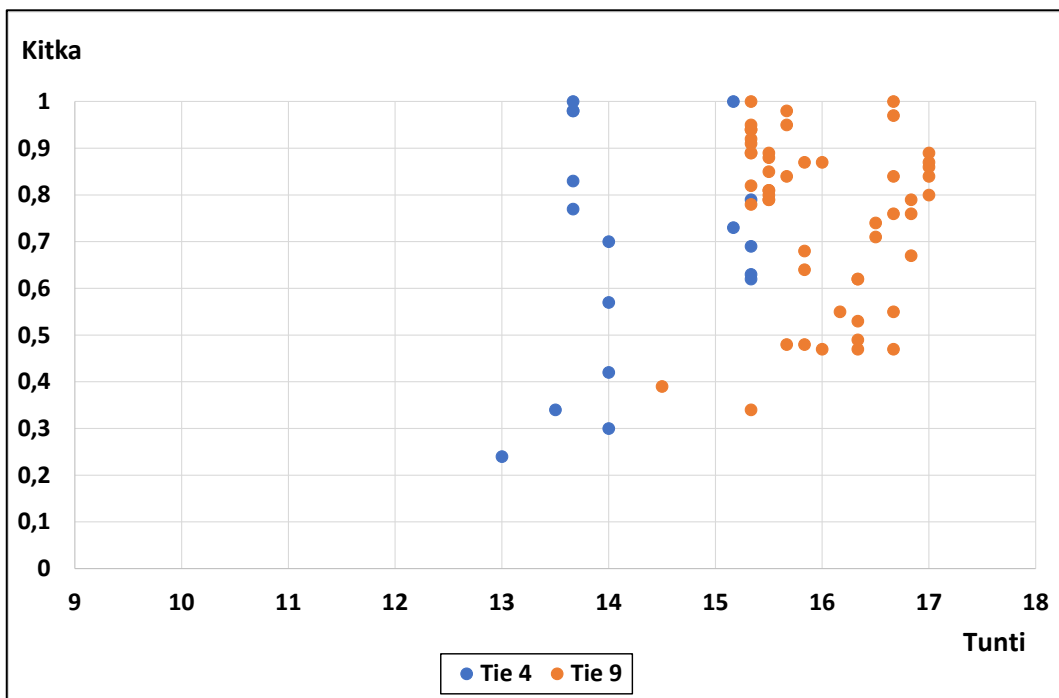
Kuva 25. Lämpötilan vaihtelua Jyväskylässä 11.2.2022.



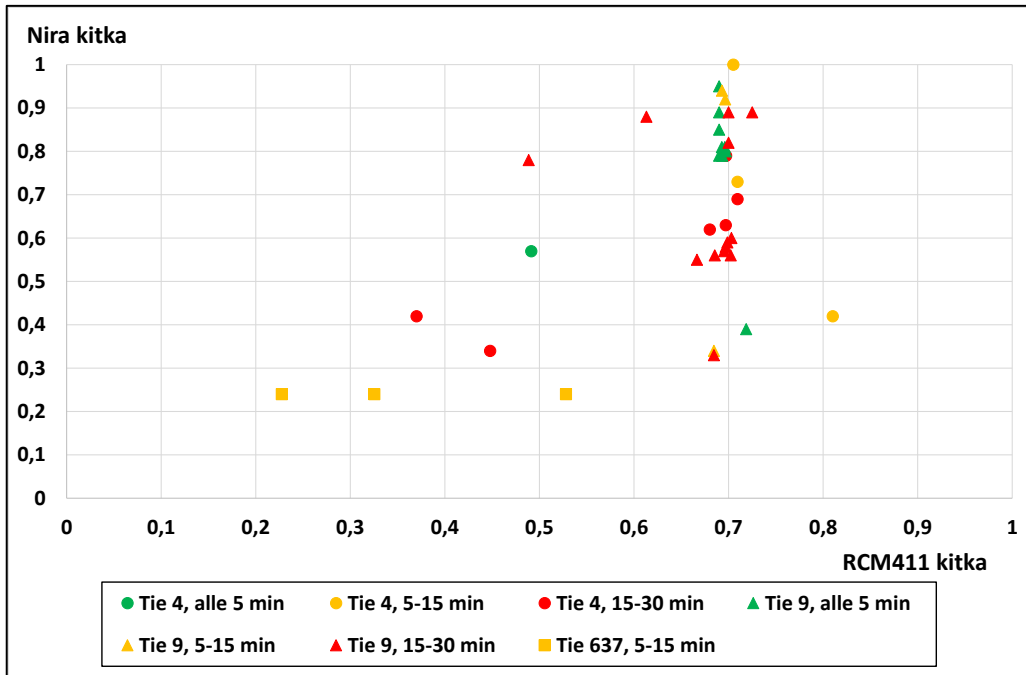
Kuva 26. Vertailumittauksen reitti 11.2.2022.



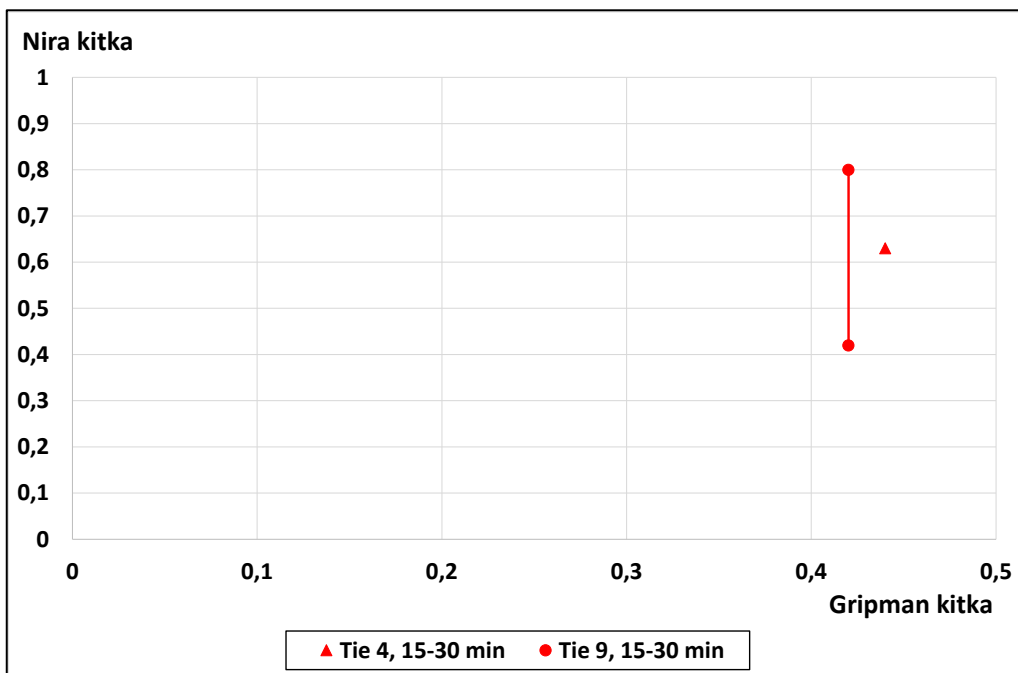
Kuva 27. Vertailumittausten yleiskuva 11.2. Optinen kitkanmittaus RCM411:llä edustaa fyysikaalista kitkaskaalaa. Jarrutuskitkanmittaus Gripmanilla on tehty Väyläviraston kitkaskaalalla.



Kuva 28. Nira-mittaushavaintojen (kitkan keskiarvo) yleiskuva 11.2. Vain iltapäivällä teiltä 4 ja 9 saatiin mittausten aikaan Nira-havaintoja.



Kuva 29. Optisen RCM411 ja Niran keskiarvokitkan vertailua. Kyseessä on sama mittausosuus ja sama ajorata niin, että mittausten ajallinen ero on joko "alle 5 min", "5–15 min" tai "15–30 min".

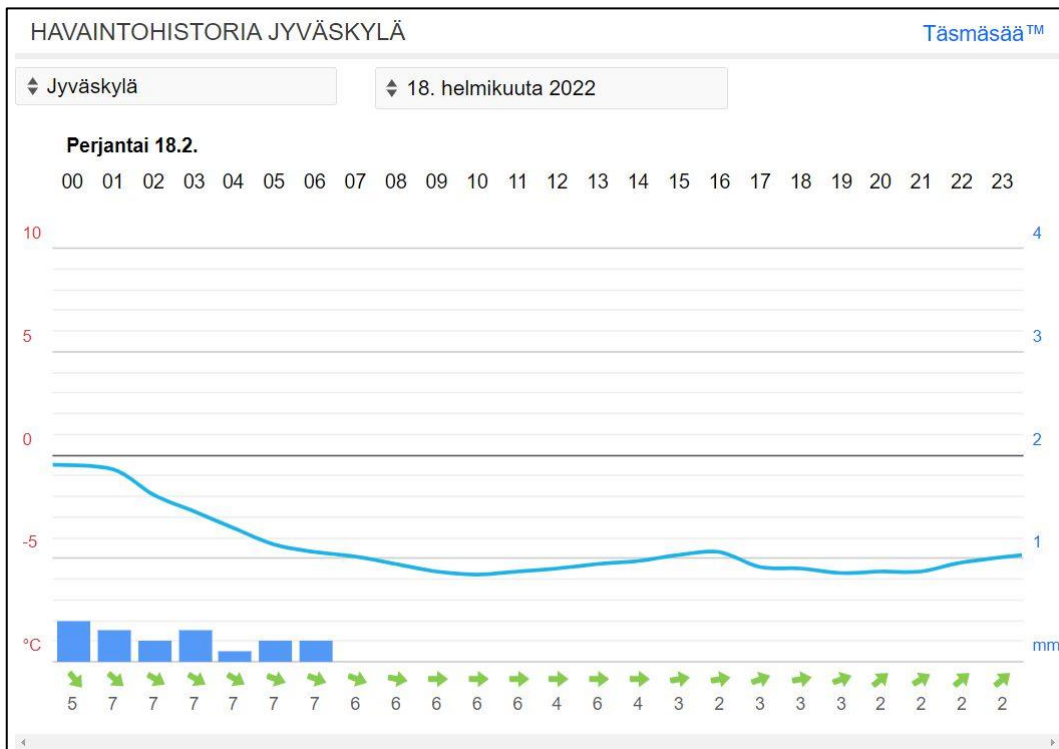


Kuva 30. Jarrutuskitkamittarin Gripman vertailua Niran mittausosuuden kitkavaihteluun.

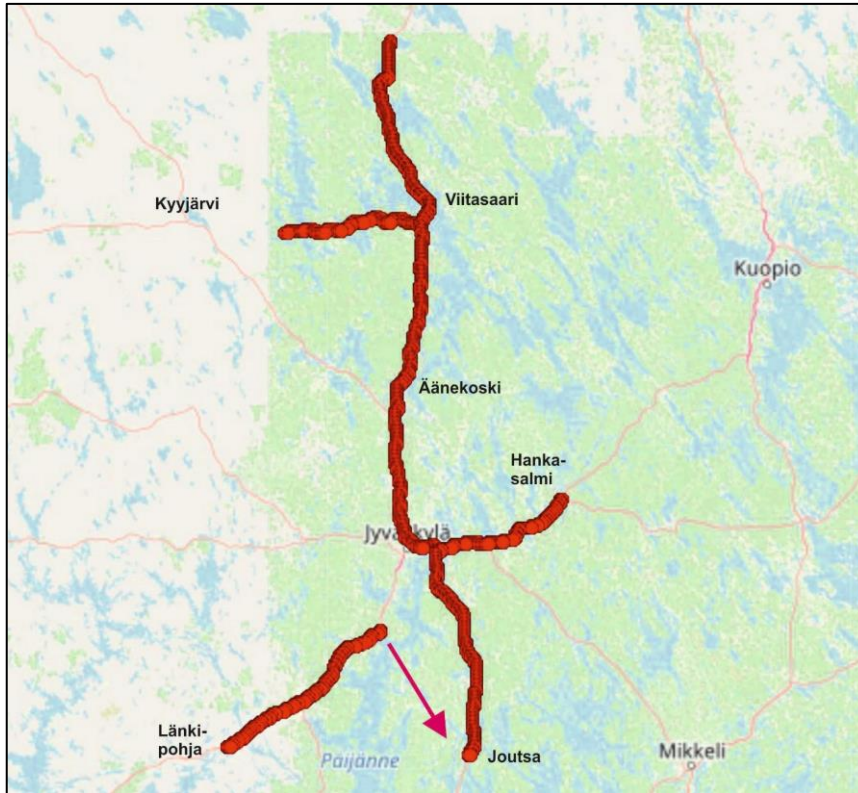
4.6 Mittaus lumisateen jälkeen 18.2.2022

Sekä 17.2.2022 että aamulla 18.2.2022 (kuva 31) satoi suhteellisen runsaasti lunta. Vertailumittaus suoritettiin 18.2. klo 14–22. Vertailumittaus kattoi lähes koko Keski-Suomen Ely:n alueella olevan 9-tien ja 4-tien sekä osan 77-tiestä (kuva 32). Tien 4 yksiajorataiset osuudet olivat vertailumittausten mukaan varsin liukkaita (kuva 33). Samanaikaisia Nira-havaintoja saatiin runsaasti tieltä 4, mutta vain muutamia tieltä 9.

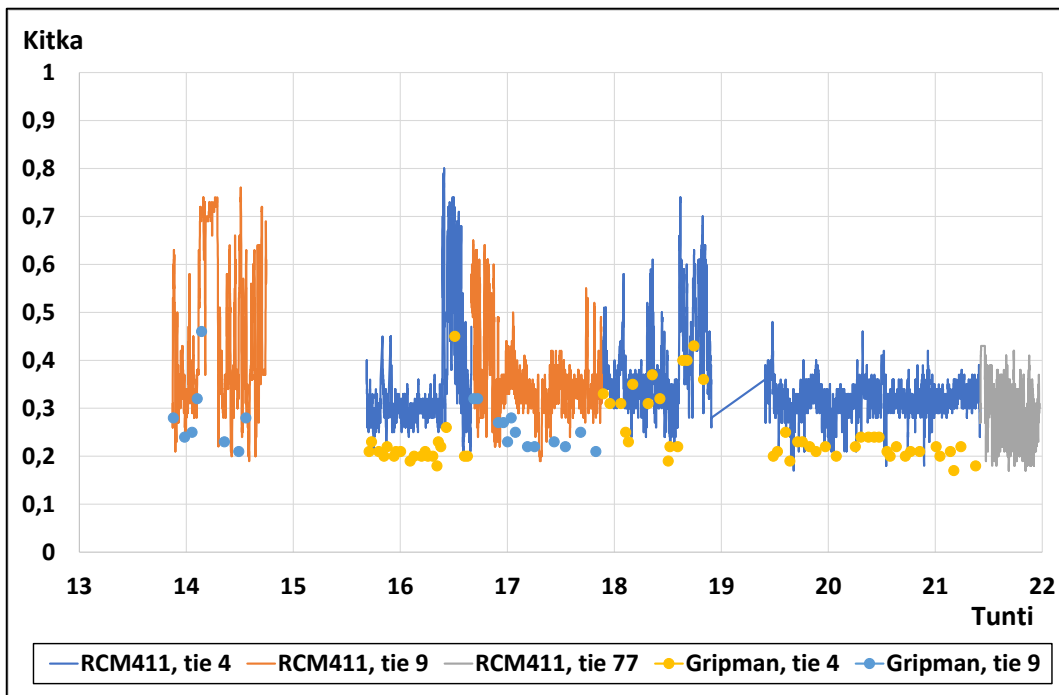
Optisen kitkamittarin ja Nira-havaintojen korrelaatio näyttää jälleen oikeansuuntaiselta (kuva 35). Jarrutuskitkamittarin ja Nira-havaintojen kesken saatiin 6 vertailuparia (kuva 36). Gripmanin ja Niran välinen korrelaatio vaikuttaa heikommalta kuin RCM411 ja Niran välinen. Tähän voi kuitenkin vaikuttaa Gripmanin pienempi havaintomäärä.



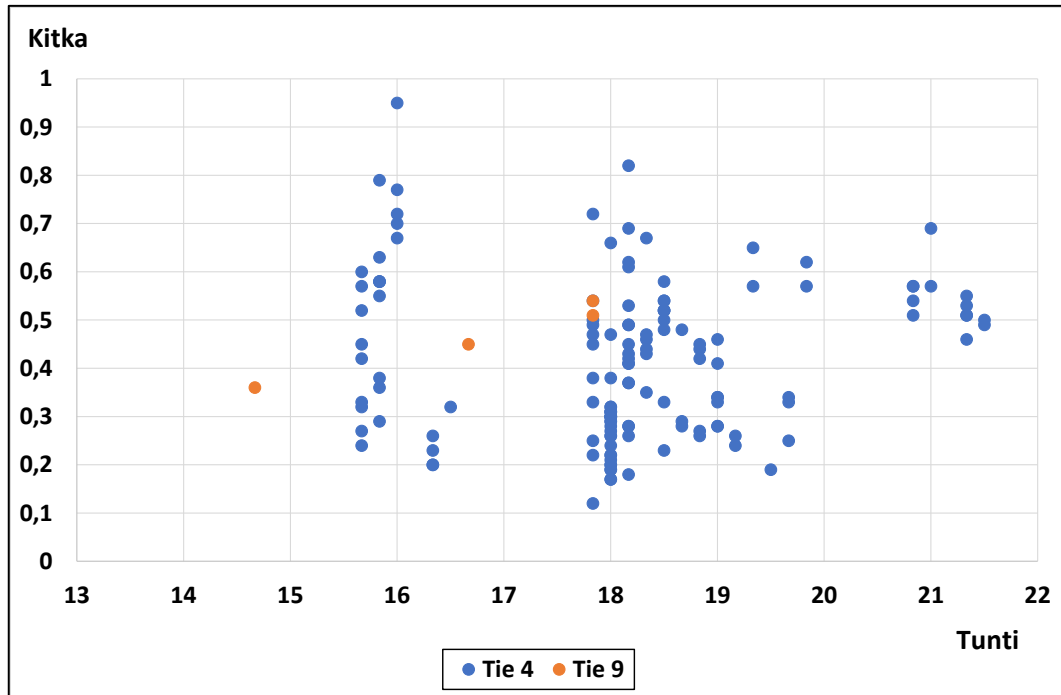
Kuva 31. Lumisadetta ja lämpötilan vaihtelua Jyväskylässä 18.2.2022.



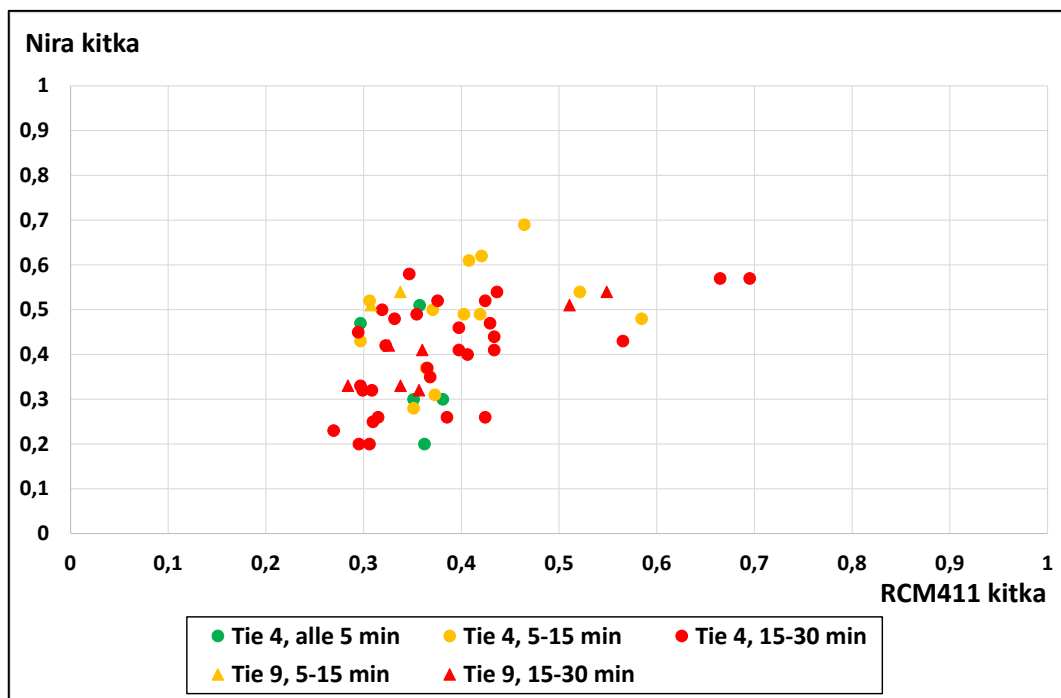
Kuva 32. Vertailumittauksen reitti 18.2.2022. Reitti alkoi 9-tieltä Länkipohjasta, mistä siirryttiin Joutsaan 4-tielle. Tietä 4 ajettiin Vaajakoskelle, mistä poikettiin tielle 9 Hankasalmeen ja takaisin. Tämän jälkeen ajettiin 4 tietä pohjoiseen ELY:n rajalle ja käännyttiin takaisin tielle 77, mitä pitkin poistuttiin ELY:n alueelta.



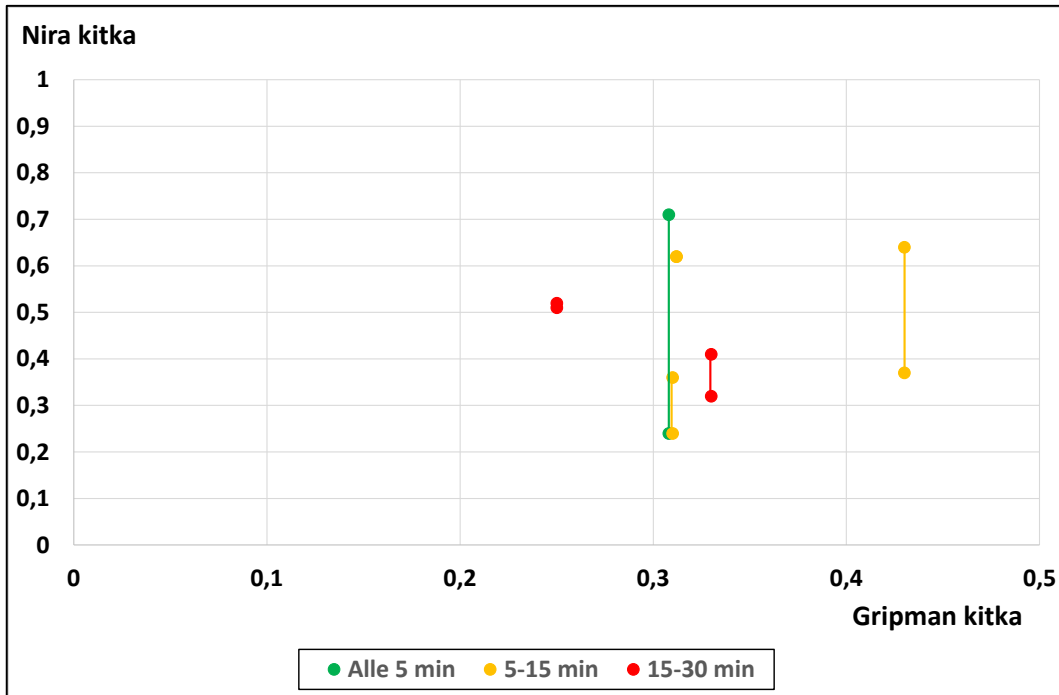
Kuva 33. Vertailumittausten yleiskuva 18.2. Optinen kitkamittaus RCM411:llä edustaa fyysikaalista kitkaskaalaa. Jarrutuskitkamittaus Gripmanilla on tehty Väyläviraston kitkaskaalalla.



Kuva 34. Nira-mittaushavaintojen (kitkan keskiarvo) yleiskuva 18.2. Vain teiltä 4 ja 9 saatiin mittausten aikaan Nira-havaintoja.



Kuva 35. Optisen RCM411 ja Niran keskiarvokitkan vertailua. Kyseessä on sama mittausosuus ja sama ajorata niin, että mittausten ajallinen ero on joko "alle 5 min", "5-15 min" tai "15-30 min".



Kuva 36. Jarrutuskitkamittarin Gripman vertailua Niran mittausosuuden kitkavaihteluun (vain tie 4).

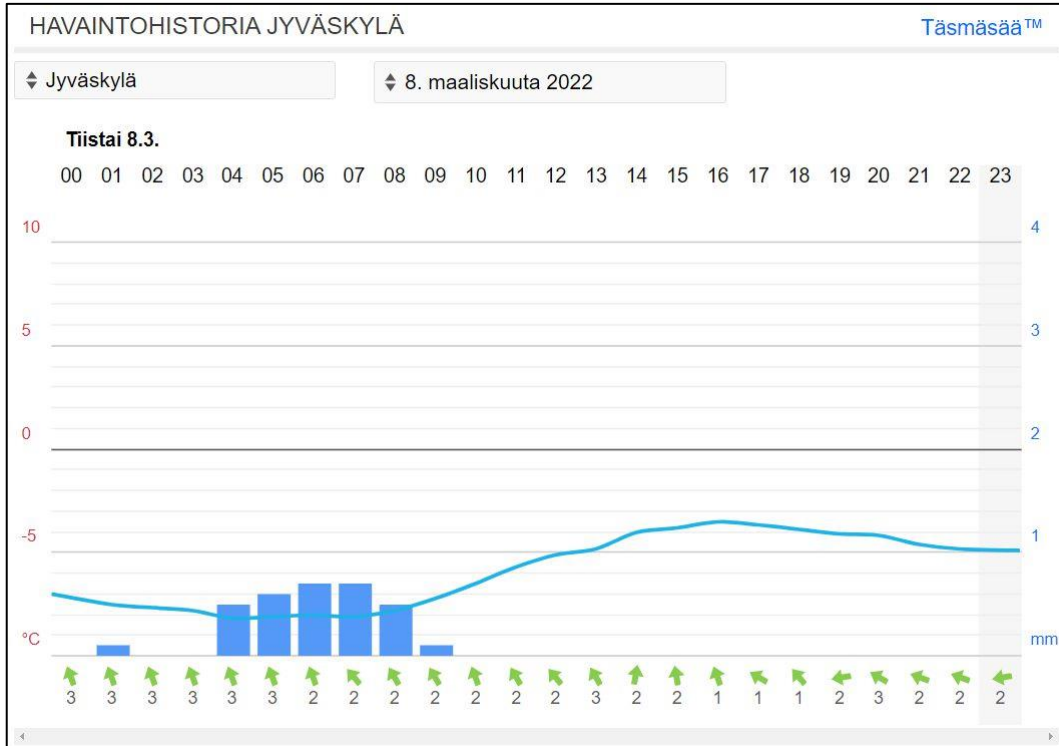
4.7 Mittaus lumisateen jälkeen 8.3.2022

Myös 8.3.2022 tehtiin vertailumittaus pian lumisateen jälkeen, klo 8–16 (kuva 37). Mittausreitti oli seuraavanlainen (kuva 38):

- mittaaja ajoi ensin tien 637 Jyväskylästä Laukaalle edestakaisin
- tämän jälkeen mittaaja ajoi 4-tietä Jyväskylästä pohjoiseen lähes Äänekoskelle asti ja takaisin
- mittaaja ajoi uudestaan tien 637 Jyväskylästä Laukaalle edestakaisin
- mittaaja ajoi uudestaan 4-tietä Jyväskylästä pohjoiseen lähes Äänekoskelle asti ja takaisin, mutta jatkoi tämän jälkeen 4-tietä etelään Toivakan lähelle ja kääntyi sieltä kohti 9-tietä
- mittaaja ajoi lopuksi 9-tien Korpilahdesta Länkipohjaan.

Vertailumittausten mukaan tie 637 ja 4 olivat pian lumisateen jälkeen klo 8–9:30 liukkaita. Tämän jälkeen kitkatasot olivat varsin vaihtelevia (kuva 39). Niran havaintojen yleiskuva on kohtuullisen samankaltainen lukuun ottamatta yhtä varsin korkeaa kitkaa klo 8:30 (kuva 40).

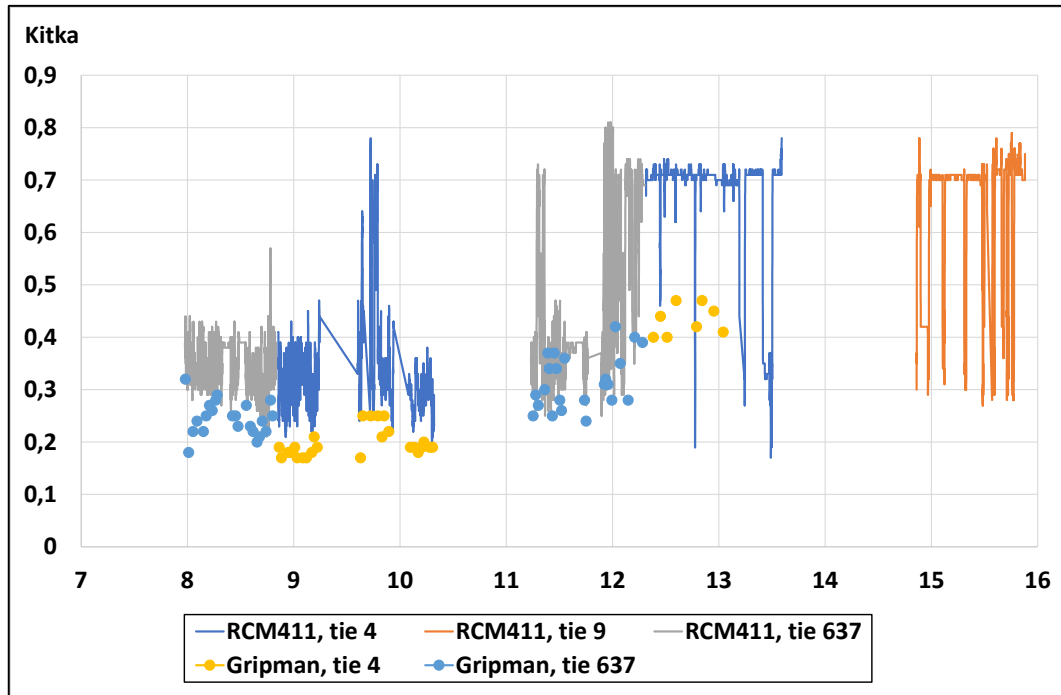
Korrelaatiotarkastelut kuvissa 41 ja 42 osoittavat, että korrelaatio on muuten oikeasuuntainen, mutta kummassakin kuvassa on punaisella ympyrällä merkityt havainnot, joissa Nira ja vertailumittaus antavat selvästi erilaisia havaintoja.



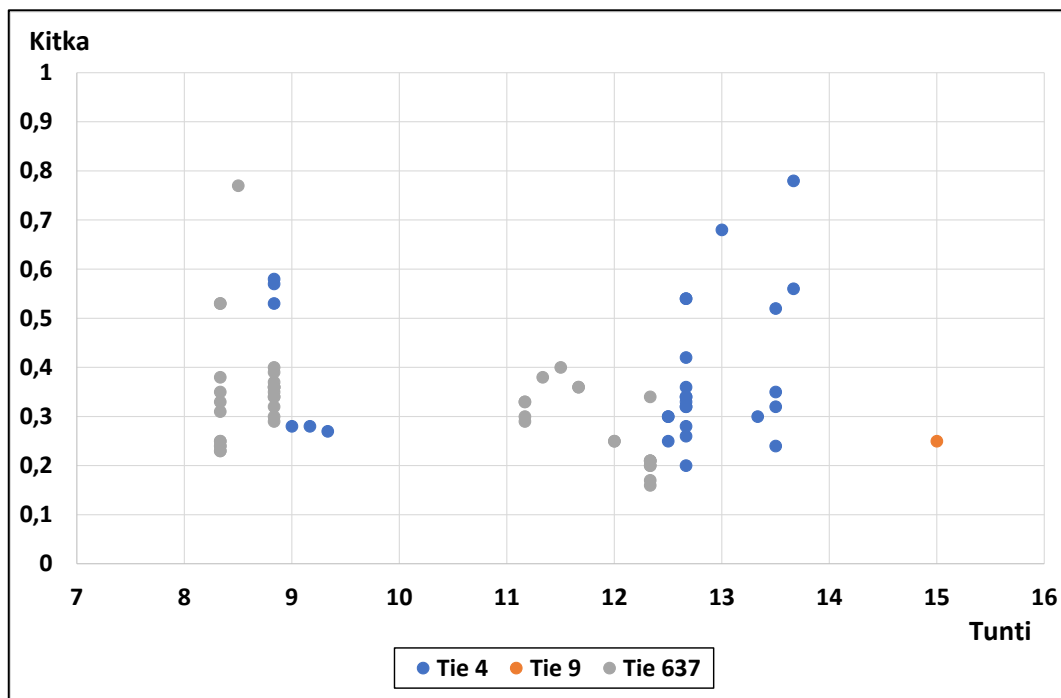
Kuva 37. Lumisadetta ja lämpötilan vaihtelua Jyväskylässä 8.3.2022.



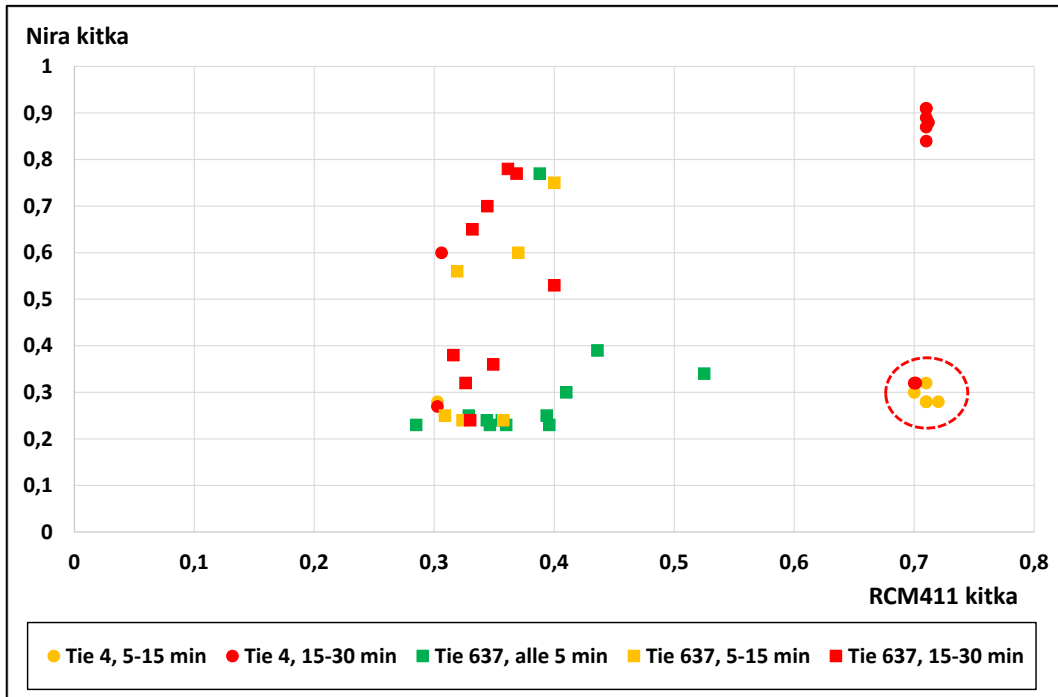
Kuva 38. Vertailumittauksen reitti 8.3.2022.



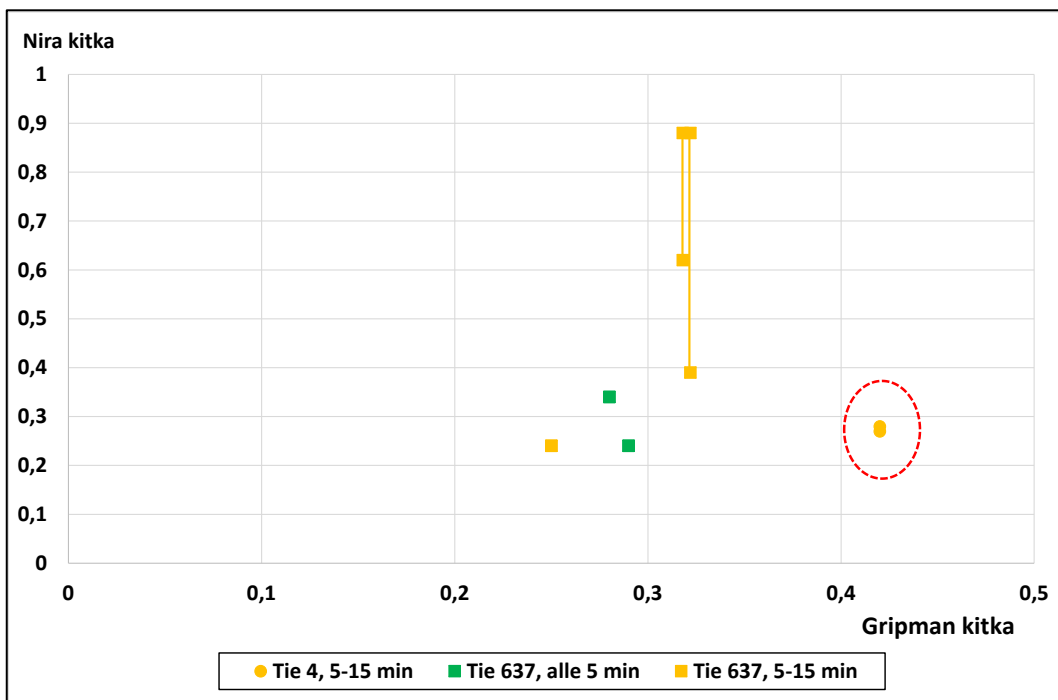
Kuva 39. Vertailumittausten yleiskuva 8.3. Optinen kitkanmittaus RCM411:llä edustaa fyysikaalista kitkaskaalaa. Jarrutuskitkanmittaus Gripmanilla on tehty Väyläviraston kitkaskaalalla.



Kuva 40. Nira-mittaushavaintojen (kitkan keskiarvo) yleiskuva 8.3.



Kuva 41. Optisen RCM411 ja Niran keskiarvokitkan vertailua. Kyseessä on sama mittausosuus ja sama ajorata niin, että mittausten ajallinen ero on joko "alle 5 min", "5–15 min" tai "15–30 min".



Kuva 42. Jarrutuskitkamittarin Gripman vertailua Niran mittausosuuden kitkavaihteluun.

4.8 Tienpintojen jäätyminen ja lauhtuminen 19.3.2022

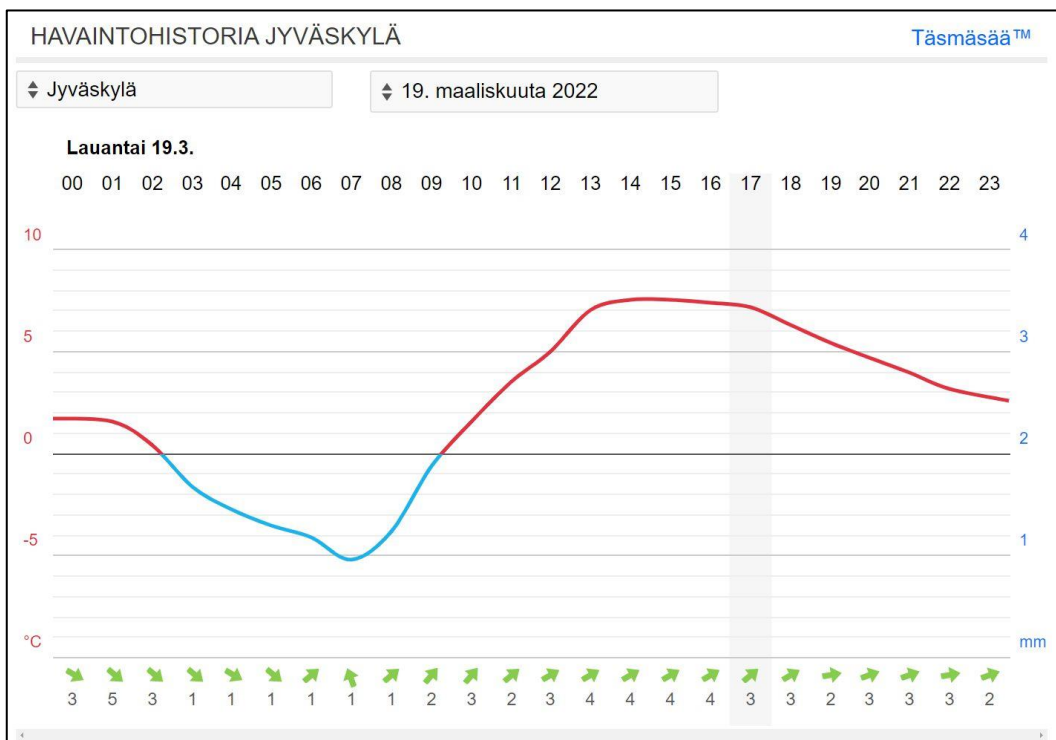
Perjantaina 18.3. tien pinnat olivat illalla kastuneet. Lauantaina 19.3. aamulla pakasti ja jälleen lauhtui (kuva 43). Vertailumittauksia tehtiin 19.3. klo 7:25–9:40. Mittausreitti oli seuraava (kuva 44):

- ensin ajettiin tie 637 Jyväskylästä Laukaalle ja takaisin
- seuraavaksi ajettiin tie 4 Jyväskylästä Hirvaskankaalle ja takaisin
- ajettiin uudestaan tie 637 Jyväskylästä Laukaalle ja takaisin
- lopuksi ajettiin vielä hyvin pieni pätkä 4-tietä.

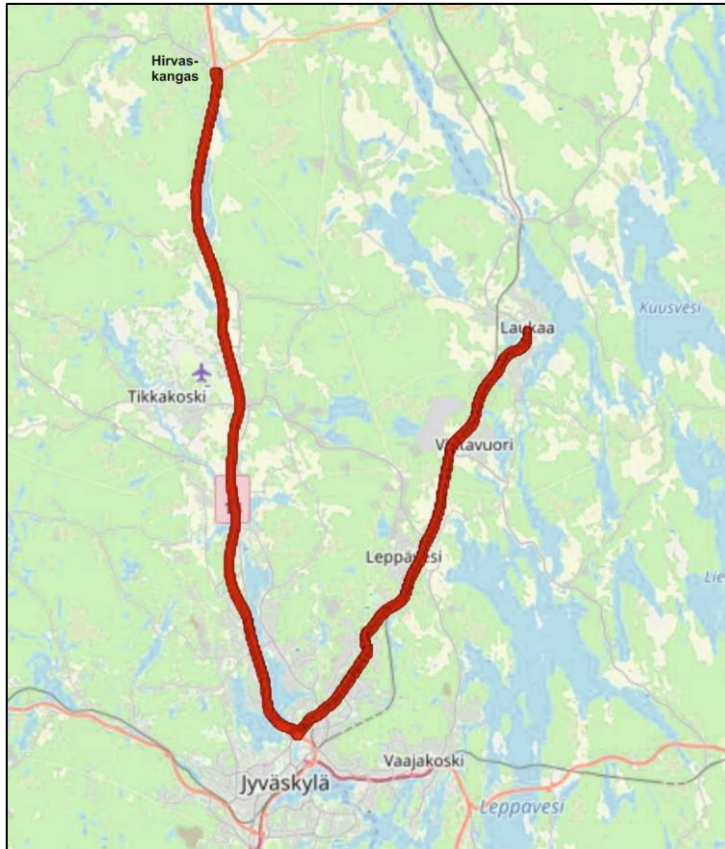
Vertailumittausten mukaan tiellä 637 oli varsin vaihtelevaa kitkaa, mutta tiellä 4 olosuhteet olivat varsin pitäviä (kuva 45). Nira-havainnoja oli varsin vähän samaan aikaan (kuva 46). Yleiskuva oli kuitenkin samansuuntainen.

Korrelaatiokuvassa 47 näkyy, että kaikki sellaiset mittaukset, joissa saatiin samalta tieosuudelta samanaikaisia havainnoja, olivat sellaisia, missä kitka oli optisen kitkamittarin RCM411 mukaan varsin pitävä. Niran havainnot vaihtelivat liukkaasta pitävämpään.

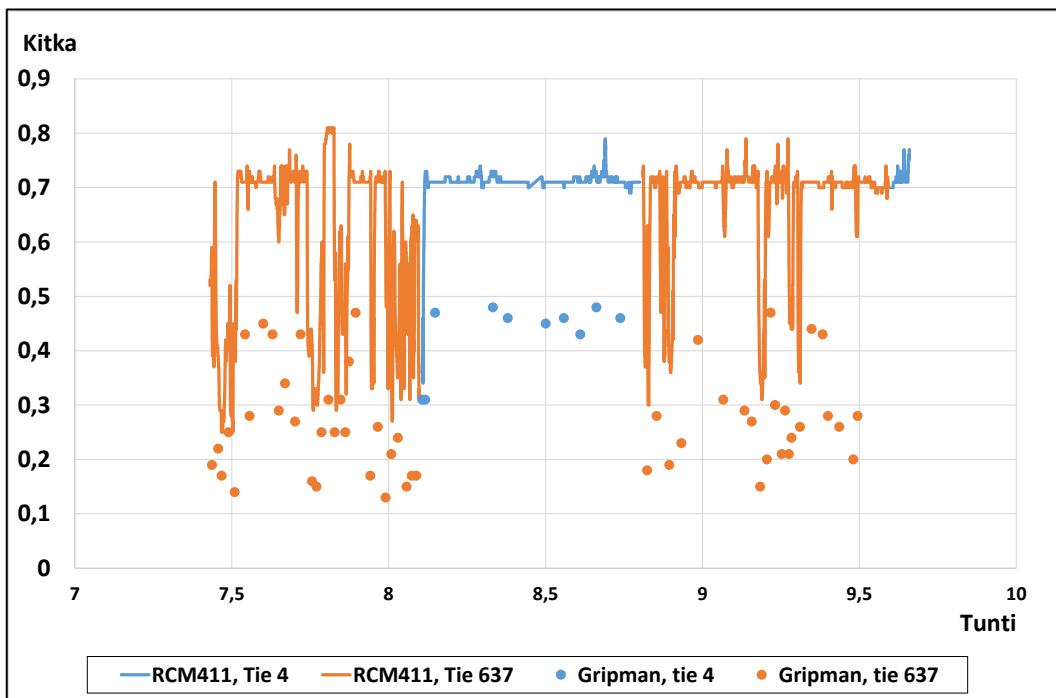
Jarrutuskitkamittausaineistosta löydettiin vain yksi havainto, joka oli samaan aikaan samalla tieosuudella Nira-havainnon kanssa (kuva 48).



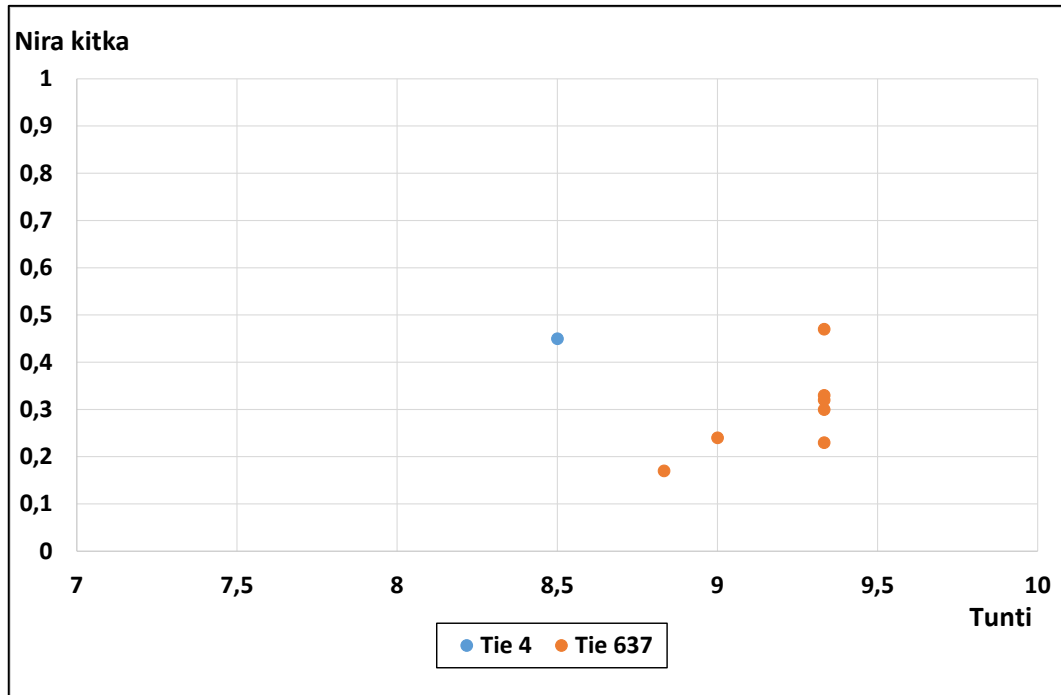
Kuva 43. Lämpötilan vaihtelua Jyväskylässä 19.3.2022.



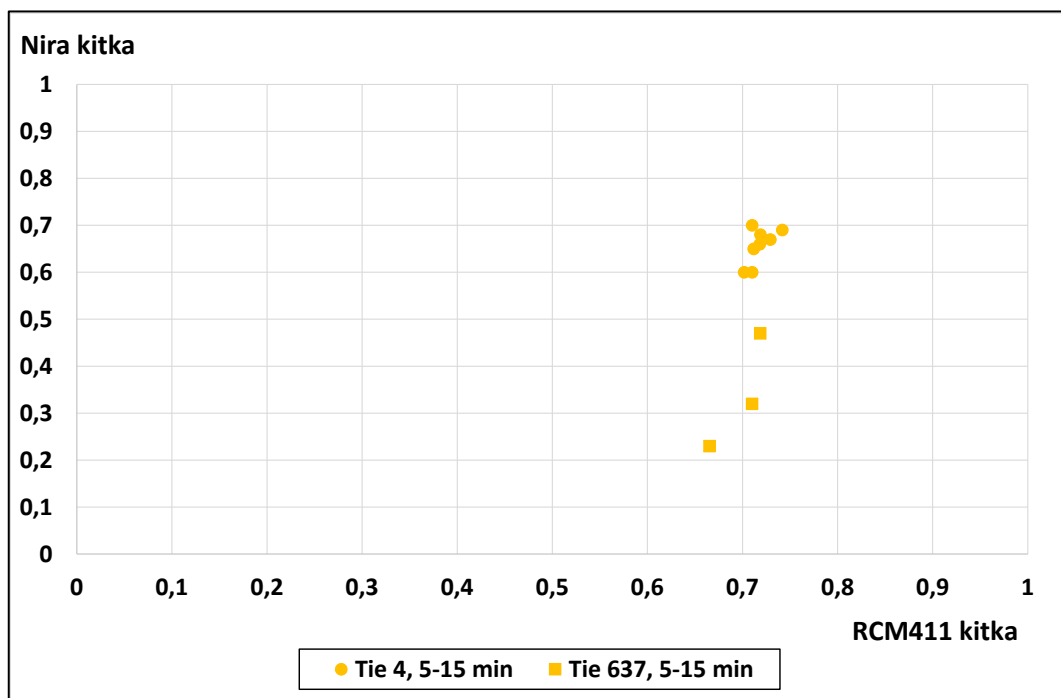
Kuva 44. Mittausreitti 19.3.2022.



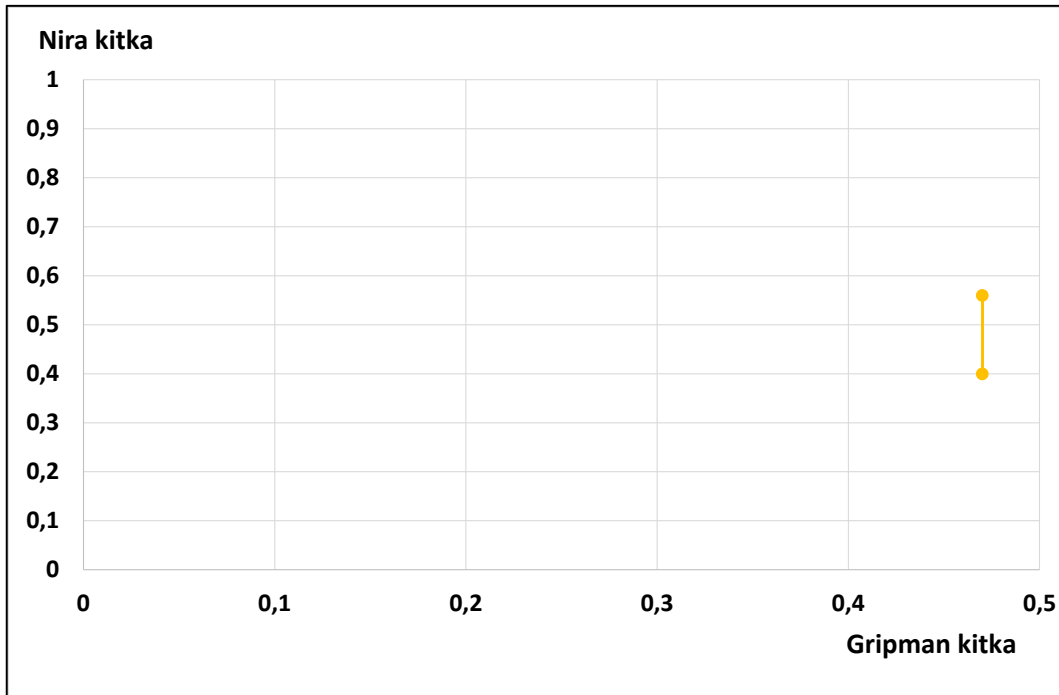
Kuva 45. Vertailumittausten yleiskuva 19.3. Optinen kitkanmittaus RCM411:llä edustaa fysikaalista kitkaskaalaa. Jarrutuskitkanmittaus Gripmanilla on tehty Väyläviraston kitkaskaalalla.



Kuva 46. Nira-mittaushavaintojen (kitkan keskiarvo) yleiskuva 19.3.



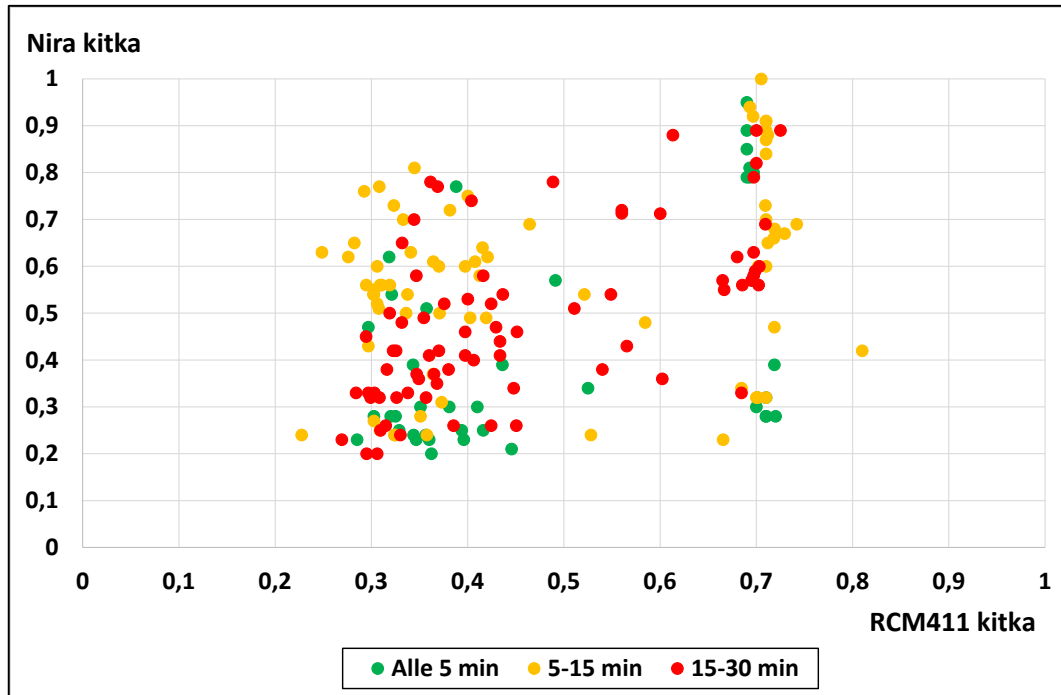
Kuva 47. Optisen RCM411 ja Niran keskiarvokitkan vertailua. Kyseessä on sama mittausosuus ja sama ajorata niin, että mittausten ajallinen ero on joko "alle 5 min", "5–15 min" tai "15–30 min".



Kuva 48. Jarrutuskitkamittarin Gripman vertailua Niran mittausosuuden kitkavaihteluun. Vain tie 637, ajallinen ero 5–15 min.

4.9 Kaikki korrelaatiotarkastelut yhdessä

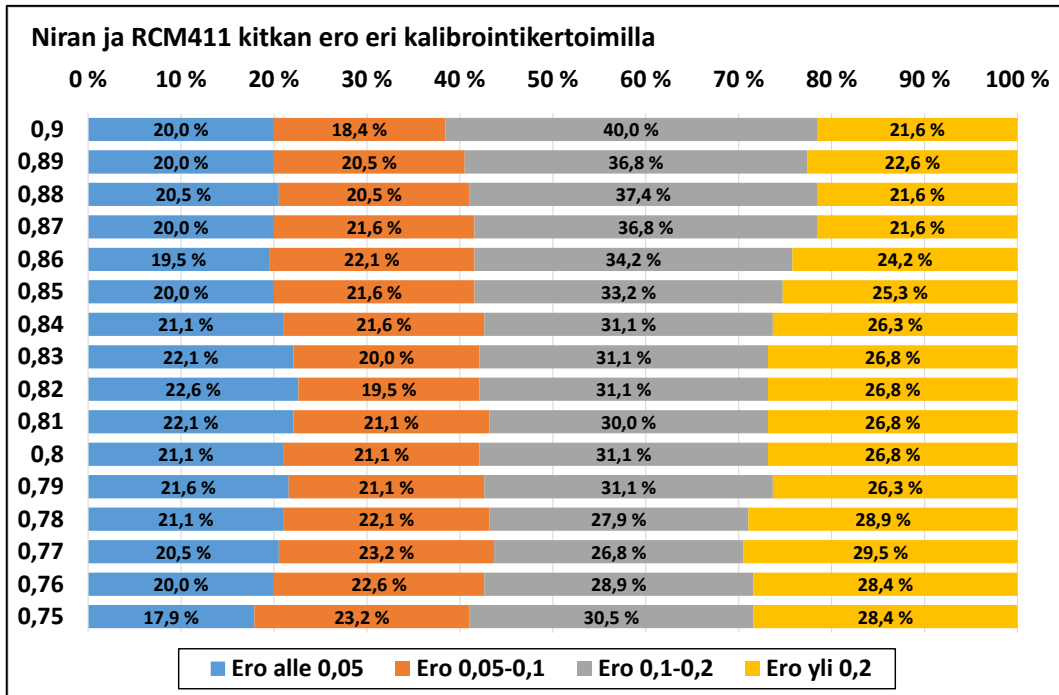
Kuvaan 49 on koottu kaikkien Niran ja RCM411 välisten vertailumittausten tulokset. Kuvasta voi nähdä, että merkittävä osa vertailupareista on oikealla alueella, mutta samalla osa havainnoista osoittaa heikkoa korrelaatiota.



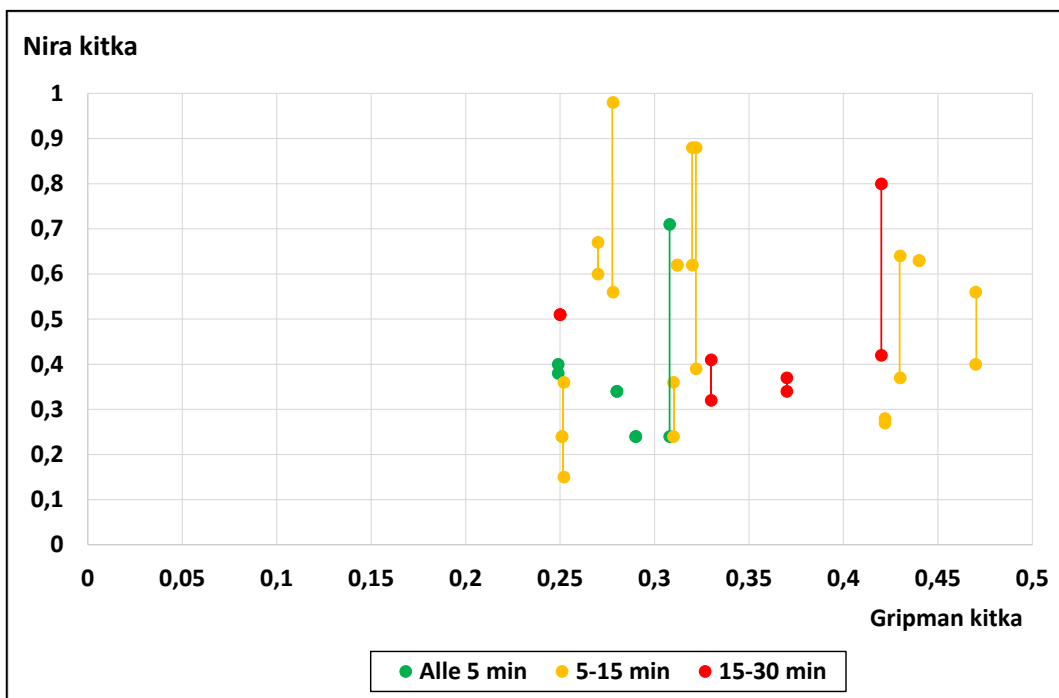
Kuva 49. Optisen RCM411 ja Niran keskiarvokitkan vertailua. Kaikki vertailumittaukset. Kyseessä on sama mittausosuus ja sama ajorata niin, että mittausten ajallinen ero on joko "alle 5 min", "5–15 min" tai "15–30 min".

Kuvassa 50 on tarkasteltu Niran ja RCM411 tulosten eroja toisella tavalla. Kuvassa on tarkasteltu sitä, onko Niran ja RCM411 kitkalukeman ero alle 5, 5–10, 10–20 vai yli 20 sadasosaa. Koska Niran kitkaskaala on jonkin verran laajempi kuin RCM411 skaala, Niran arvoja on kalibroitu ennen vertailua pienemmiksi. Kuva 50 kertoo tuloksen, kun kalibroitikertoimena on käytetty kertoimia 0,75–0,90. Hie- man kalibroitikertoimesta riippuen vaikuttaa siltä, että noin 42–43 % Niran kitka- arvoista osuu $\pm 0,1$ etäisyydelle RCM411 arvoista.

Kuvaan 51 on kerätty vertailutestien tulokset Niran ja Gripmanin välillä. Tuloksessa on paljon samoja piirteitä kuin Niran ja RCM411 välisissä tuloksissa.



Kuva 50. Niran ja RCM411 kitkan ero, kun Niran tuloksiin kohdistetaan erilaisia kalibrointikertoimia.



Kuva 51. Jarrutuskitkamittarin Gripman vertailua Niran mittausosuuden kitkavaihteluun. Kaikki vertailumittaukset. Kyseessä on sama mittausosuus ja sama ajorata niin, että mitausten ajallinen ero on joko "alle 5 min", "5-15 min" tai "15-30 min".

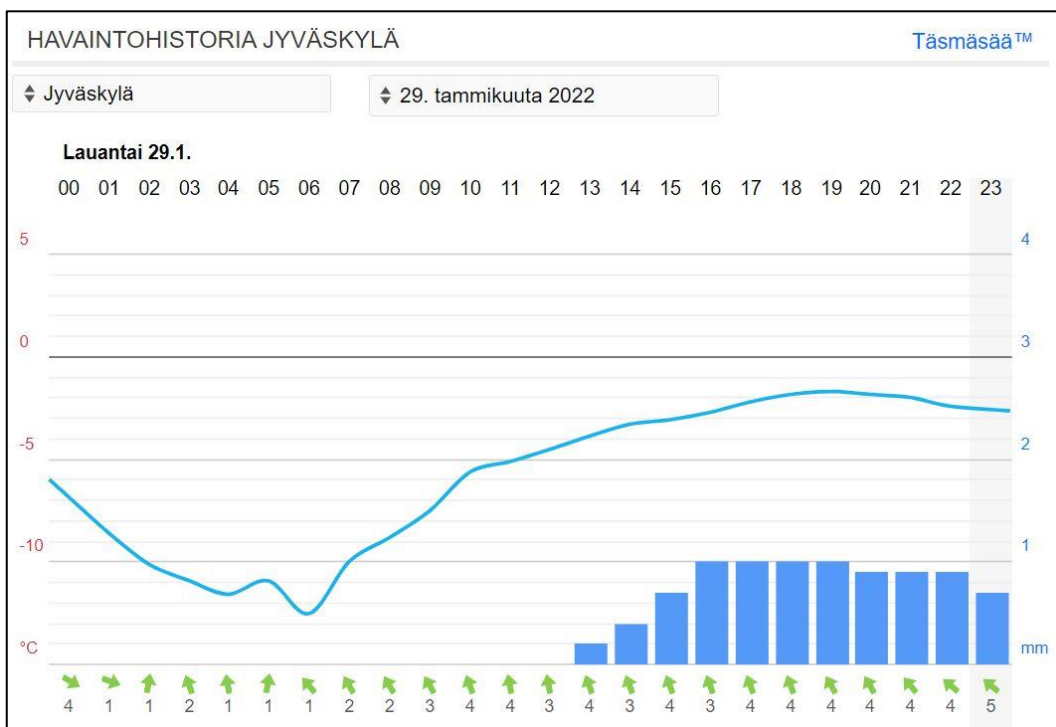
5 Lisätarkastelut äärikeleissä

Varsinaisten vertailumittausten lisäksi tehtiin kaksi lisätarkastelua liittyen äärikeleihin: varmasti alentuneeseen kitkaan ja varsin varmasti pitävään keliin liittyen. Kohdeksi otettiin tien 9 osuus Korpilahdelta Jyväskylään.

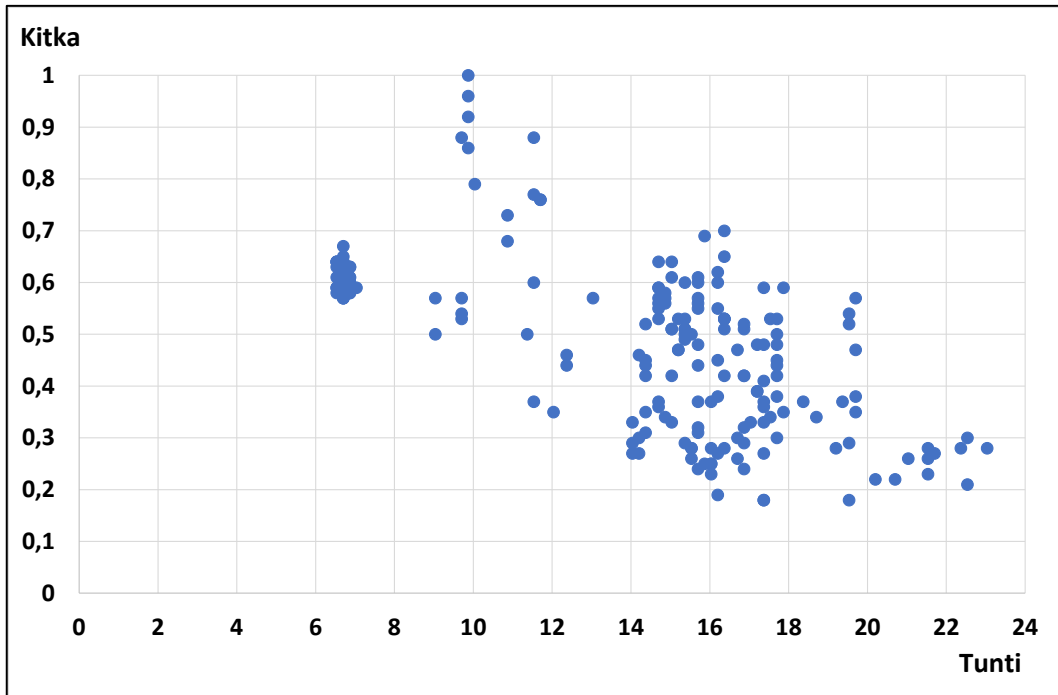
Lauantaina 29.1.2022 saapui maahan voimakas lumimyräkki. Lunta alkoi Jyväskylässä sataa voimakkaasti klo 13 alkaen (kuva 52). Päivän Nira-havainnoissa nähdään selkeä tasomuutos (kuva 53). Mittaustulosten hajonta lumisateen aikana on kuitenkin varsin suurta.

Keskiviikko 20.4.2022 osui varsin lämpimän jakson keskelle. Päivälämpötila oli lähes +15°C (kuva 54). Kyseisen päivän Nira-havainnot edustavat odotetusti varsin korkeita kitkalukemia. Pitävällä kelillä Niran tulosten hajonta on kuitenkin yllättävän suurta (kuva 55). Niran klo 10-20 välille osuneista mittausarvoista 19,3 % alitti arvon 0,7. Eli kuivan kesäkelin mittausarvoista noin viidesosa osuu sille alueelle, mitä Nira mittasi lumimyräkin aikana 29.1.2022.

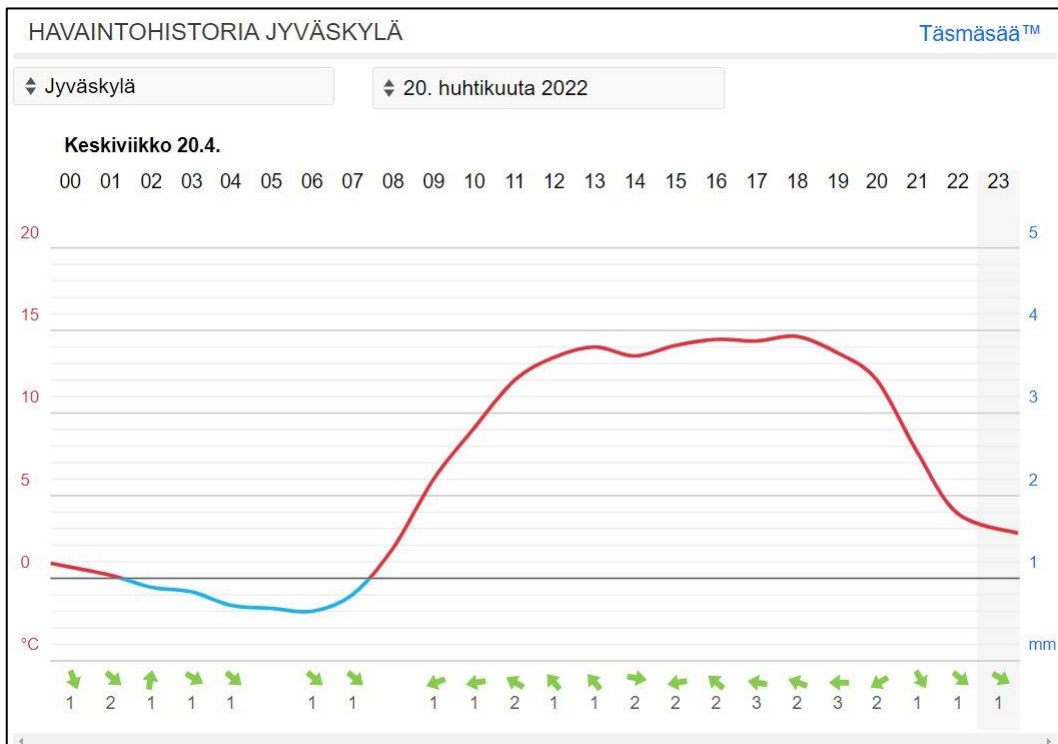
Lisätarkastelut vahvistavat käsitystä, että Niran havainnot reagoivat kyllä kitkaan oikeasuuntaisesti, mutta mittaustulosten hajonta on varsin suuri. Suuri mittaustulosten hajonta voi johtaa virhearvioihin, jos havaintoja on vähän. Silloin kun pysytään tarkastelemaan suurta havaintojoukkoa, hajontaa on mahdollista suodattaa.



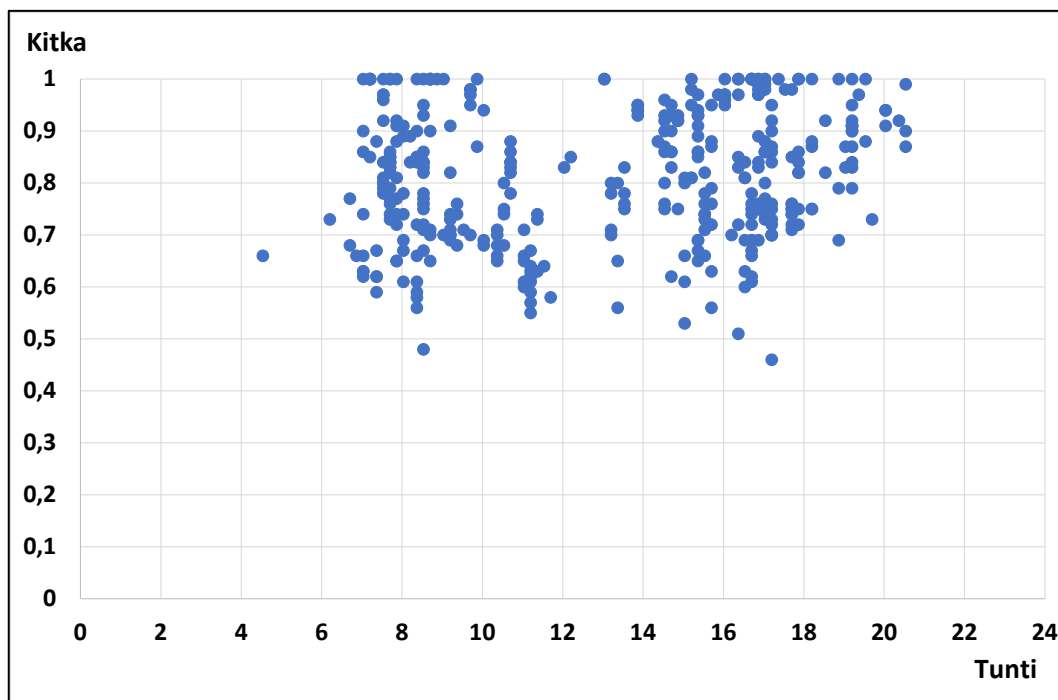
Kuva 52. Voimakkaan lumisateen alkaminen 29.1.2022.



Kuva 53. Niran kitkahavainnot 29.1.2022. Tie 9, Korpilahti–Jyväskylä.



Kuva 54. Lämmin päivä 20.4.2022.



Kuva 55. Niran kitkahavainnot 20.4.2022. Tie 9, Korpilahti–Jyväskylä.

6 Nira-havaintojen määrä

Nira-järjestelmää arvioitaessa keskeinen kysymys on, kuinka paljon järjestelmä kykenee havaintoja tuottamaan. Tässä luvussa havaintojen määriä on tarkasteltu kahden viikon ajanjakson aikana 17.1.–30.1.2022. Havaintoja on tarkasteltu kuvassa 56 esitetyillä tieosuuksilla.



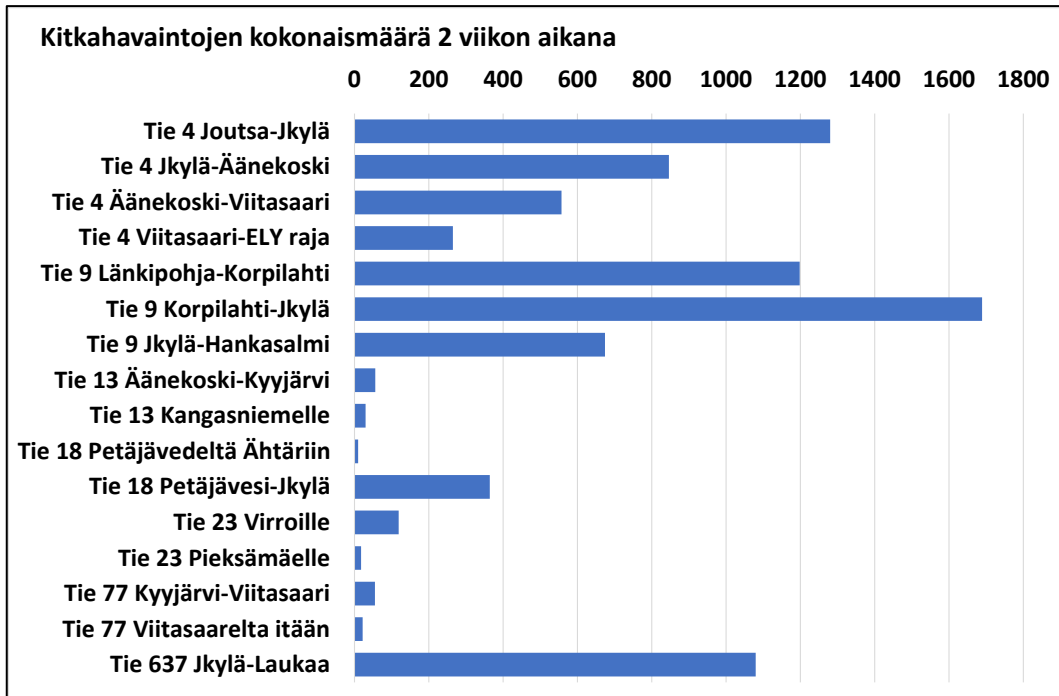
Kuva 56. Tässä luvussa käytetty tieosuusjaottelu.

Kuvan 57 perusteella nähdään, että eniten havaintoja saatiin tieltä 9, tieltä 4 Joutsan ja Jyväskylän väliltä, sekä tieltä 637 (Jyväskylä–Laukaa). Nämä ovat myös liikennöidyimpien Keski-Suomen teiden joukossa. Kun havaintomäärä jaetaan osuuden pituudella ja kahden viikon tuntimäärällä, havaitaan, että kaikilla osuuksilla saatiin havaintoja alle 0,2 kappaletta kilometriä ja tuntia kohden (kuva 58). Koska havaintojen määrä noudattaa liikennemääriä, havainnoista suurin osa syntyi päiväaikaan (kuva 59).

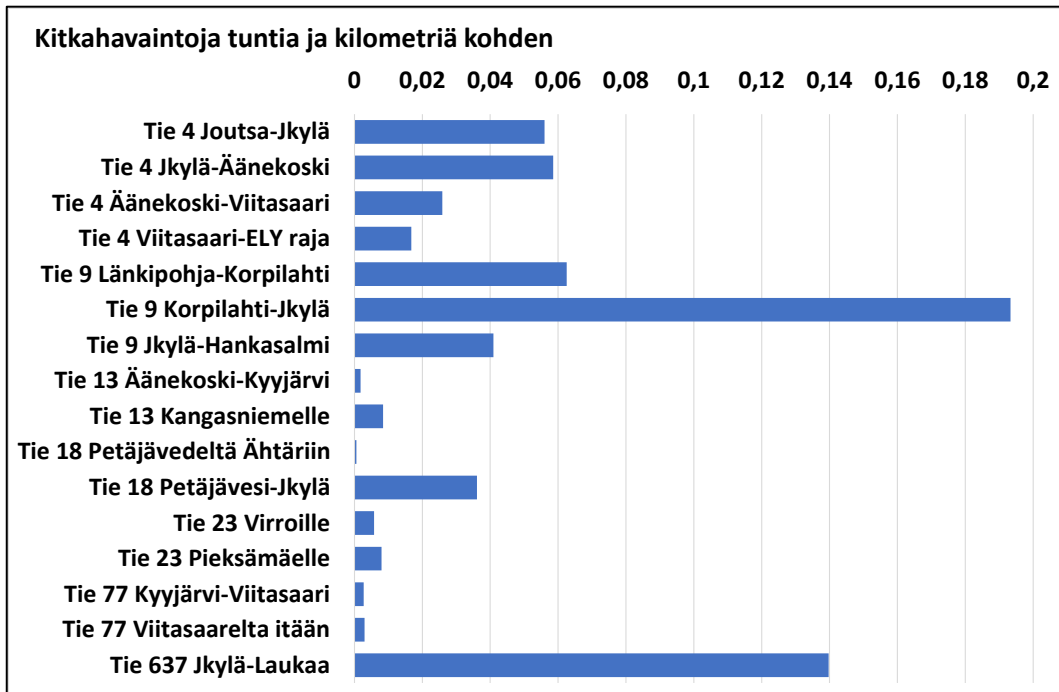
Kuvassa 60 on tarkasteltu sitä, osuvatko Niran havainnot aina samoihin tienkohtiin. Kun vilkas 9-tien osuus Korpilahdesta Jyväskylään jaettiin 100 metrin osuuksiin, havaittiin, että jokaisella osuudella tuli kahden viikon ajanjaksolla vähintään 2 havaintoa. Havaintoja oli runsaimmin Jyväskylän päässä, missä oli myös enemmän liikennettä. Havainnot jakaantuivat tieosuudelle jopa hieman tasaisemmin kuin odotettiin. Analyysin osalta on huomattava, että yksi havainto, joka kattaa esim. etäisyyden 50–250 m, on tässä otettu huomioon jokaisella 100 metrin osuudella, johon havainto osuu. Eli havainto lasketaan mukaan osuuksilla 0–100 m, 100–200 m ja 200–300 m. Tierekisterin mukaan suurin osa tieosuudesta lasketaan mäksi. Vaikuttaa kuitenkin, että havaintoja on tullut myös lyhyillä tasaisilla osuuksilla.

Koska Niran järjestelmiä on asennettu VAG-konsernin autoihin vuosimalleista 2018 alkaen, on selvää, että autokannan uudistuessa Nira-havaintojen määrä lisääntyy.

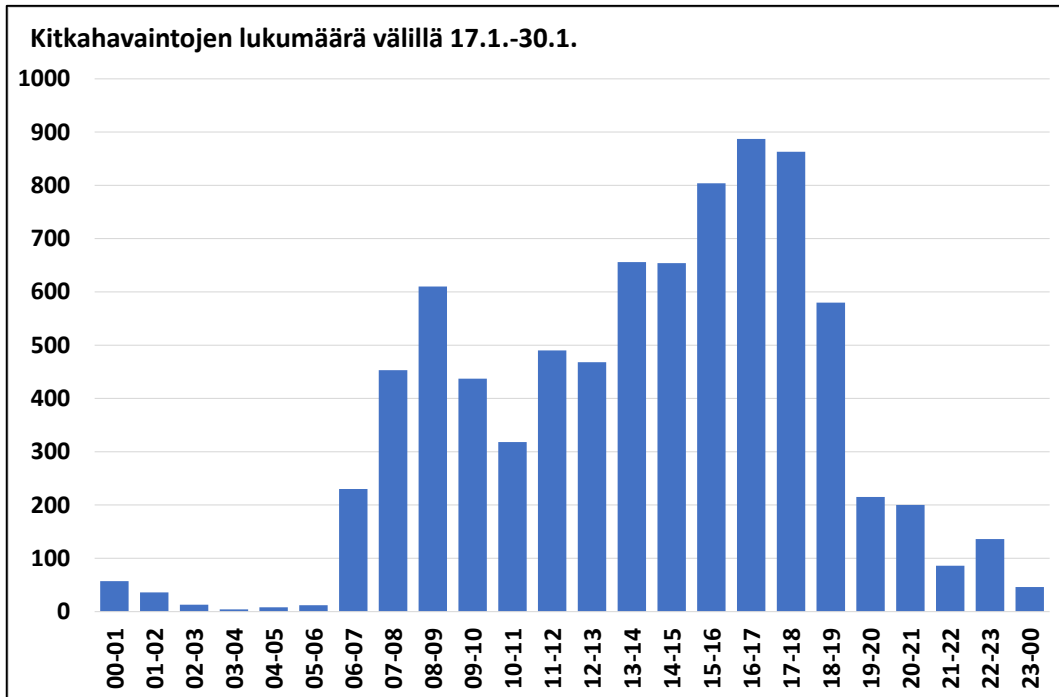
Sellaisten automallien määrä, johon Nira asennetaan, on vuosien saatossa jatkuvasti kasvanut. Vaikuttaa kuitenkin siltä, että ajoneuvojen määrän on Suomessa moninkertaistuttava, jotta riittävä kattavuus saadaan koko päätieverkolle.



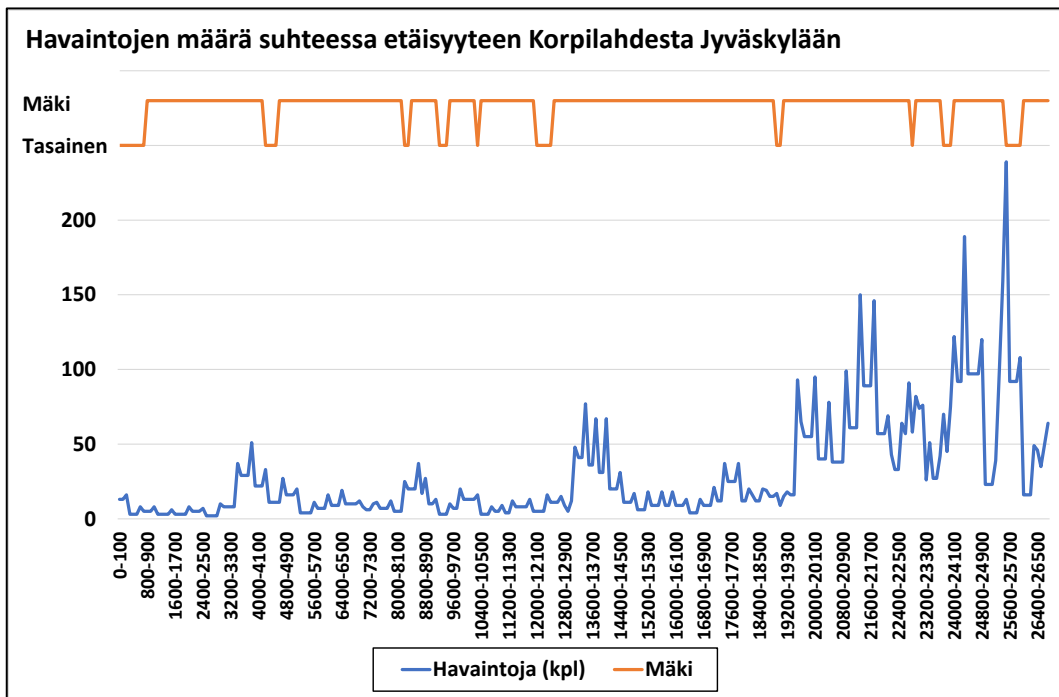
Kuva 57. Niran kitkahavaintojen kokonaismäärä eri osuuksilla 17.1.–30.1.2022.



Kuva 58. Niran kitkahavaintojen määrä tuntia ja kilometriä kohden 17.1.–30.1.2022.



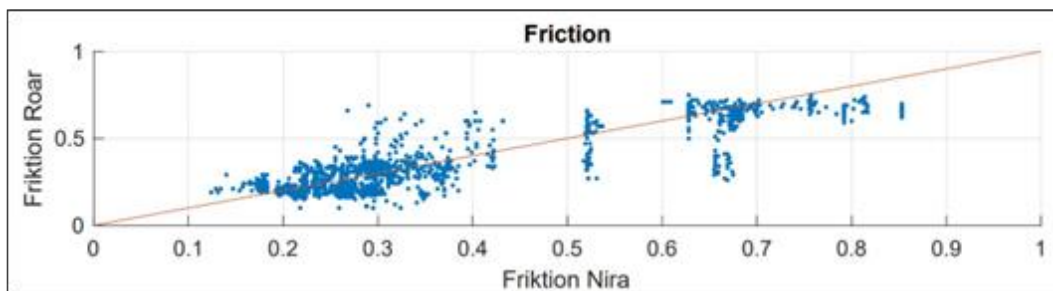
Kuva 59. Niran kitkahavaintojen lukumäärä tunneittain (kaikki tieosuudet).



Kuva 60. Havaintojen määrä Korpilahden ja Jyväskylän välillä sekä osuuden mäkiisyys tierekisterin mukaan. Etäisyys laskettu 100 metrin välein Korpilahdesta Jyväskylään. Aineisto 17.1.–30.1.2022.

7 Niran tarkkuus muissa tutkimuksissa

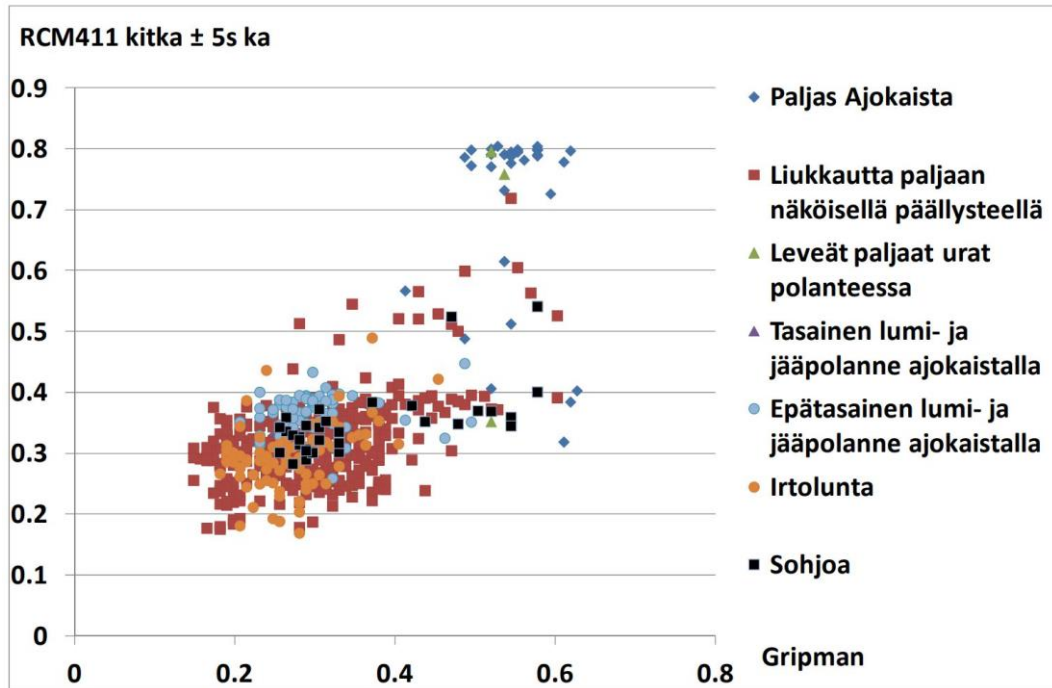
Ruotsin Björliissä 2018 tehdyssä tutkimuksessa vertailtiin Niraa ja norjalaista Roar-kitkanmittausajoneuvoa (kuva 61). Tutkimusten mukaan 90% Niran järjestelmän tuloksista pystyi tarkkuuteen $\pm 0,15$, mitä pidettiin hyvänä tuloksena. Tarkkuus on selvästi parempi, kuin tässä tutkimuksessa tehdyissä vertailuissa. Roar on noin miljoonan euron arvoinen erikoislaite, jonka kitkanmittaus perustuu mittausrenkaan jarruttamiseen. Roar saattaa siten olla menetelmällisesti lähempänä Niraa, kuin tämän tutkimuksen RCM411. Lisäksi on epäselvää, onko Casselgrenin tutkimuksessa ollut kyseessä yksi Nira-ajoneuvo, jota on pystytty seuraamaan, vai samanlainen satunnaistettu aineisto, kuin tässä tutkimuksessa. Mikäli on mahdollista tarkkaan seurata yksittäisen Nira-ajoneuvon ajolinjoja, vertailun tarkkuus paranee merkittävästi.



Kuva 61. Roar:in ja Niran tulosten korrelaatio (Casselgren 2018).

Luleån yliopiston tutkimus Nira- ja Roadcloud-järjestelmien toiminnasta liukkauden tunnistamisessa julkaistiin *Intelligent Transport Systems* -julkaisussa 2021 (Sollén ja Casselgren 2021). Tutkimuksen mukaan kummatkin järjestelmät pystyivät tunnistamaan vaikeita keliolosuhteita. Raportissa ei kuitenkaan esitetty tarkempien vertailumittausten tuloksia.

Yleisesti ottaen voidaan todeta kahden eri kitkanmittausmenetelmän vertailun olevan varsin haastavaa. Missään tutkimuksessa kahden eri kitkanmittausmenetelmän tulokset eivät ole koskaan osuneet tarkasti samalle viivalle. Kuva 62 liittyy tutkimukseen, jossa optisia kitkamittareita verrattiin jarrutuskitkamittareihin (Malmivuo 2013). Vaikka mittauksessa Gripmania käytettiin samassa ajoneuvossa RCM411:n kanssa, minkäänlaista korrelaatio-suoraa ei voida nähdä. Koska kyseessä oli kaksi erilaista menetelmää, pidettiin tyydyttävänä tuloksena, että havaintojoukon muoto oli oikeansuuntainen.



Kuva 62. RCM411 ja Gripmanin vertailua (Malmivuo 2013).

8 Niran vertailu muihin mobiileihin autonomisiin kitkanmittausjärjestelmiin

Suomessa on testattu viime vuosina useita erilaisia menetelmiä autonomisen kitkatiedon tuottamiseksi. Autonomisella tuotannolla tarkoitetaan tässä sitä, että kenenkään ei varta vasten tarvitse lähteä kitkaa mittaamaan, vaan järjestelmä mittaa kitkaa ilman, että kuljettaja joutuu puuttuman itse mittaustapahtumaan.

8.1 Optinen kitkamittari RCM411 autonomisessa käytössä

Suomessa tehtiin valtatie 4:llä Helsingin ja Oulun välillä vuosina 2018–2021 koikeilu, missä kahdeksaan raskaaseen linjaliikenneajoneuvoon asennettiin optinen RCM411 kitkamittari (Malmivuo 2021). Vaikka ajoneuvoja oli vain 8, mittausdataa kertyi noin puoli miljoonaa kilometriä talvikautta kohden.

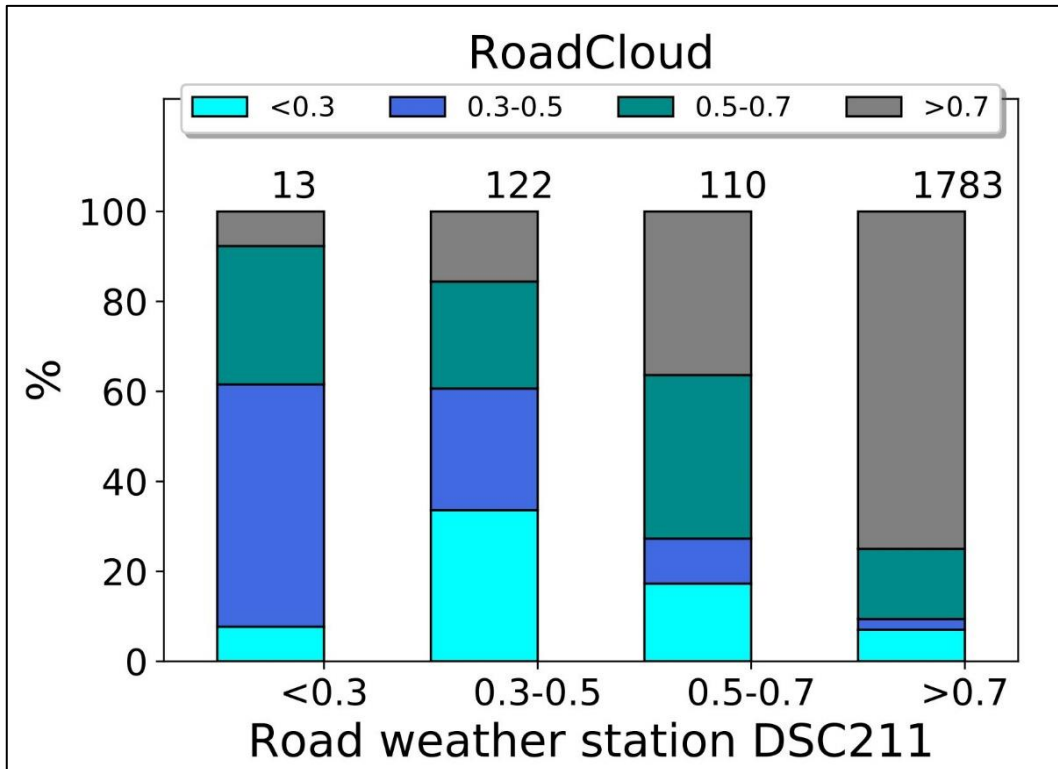
RCM411 järjestelmä perustui aluksi siihen, että data optiselta anturilta siirtyi ajoneuvossa olevaan matkapuhelimeen, mikä edelleen lähetti tietoa eteenpäin. Järjestelmän heikkoutena oli kuitenkin se, että jos puhelimen meni syystä tai toisesta pois päältä, datan tulo estyi. Tämän vuoksi tutkimuksen aikana puhelin korvattiin kolmessa ajoneuvossa ns. blackbox-järjestelmällä, joka osoittautui selvästi toimintavarmemmaksi. Tämäkään ei kuitenkaan tehnyt järjestelmästä täysin huoltovaapa. Optinen anturi on puhdistettava noin kaksi kertaa talvikauden aikana. Lisäksi on muistettava, että ajoneuvon elinikä ammattiliikenteessä on suhteellisen lyhyt, joten järjestelmä on asennettava uudestaan 3–4 vuoden välein. Asennus on yleensä tehtävä sisätiloissa, joten asennusaika on sovitettava ajoneuvon huolto-ohjelmaan.

Yhden optisen RCM411-laitteen hankintahinta on noin 7 000 euroa.

8.2 Roadcloud

RoadCloud on suomalainen startup-yritys, joka kehittää ja markkinoi monipuolista järjestelmää, joka ajoneuvolaivastoon instrumentoituna kerää erilaista tietoa tieolosuhteista (Tuononen, Niskanen, Laine 2018). Järjestelmä sisältää tienpintaa mittaavan optisen anturin, 6-akselisen inertiamittausyksikön (IMU), CAN-väylä lukijan, GPS/GNSS:n sekä GPRS-modeemin. Ilmatieteenlaitos vertaili 2019 järjestelmän tuottamaa kitkatietoa tiesääasemien optisten anturien kitkatietoon (Karsisto 2019). Menetelmät käyttäytyivät samansuuntaisesti, mutteivat aivan samankaltaisesti (kuva 63).

Myös Roadcloud edellyttää, että järjestelmä on erikseen asennettava jokaiseen ajoneuvoon.



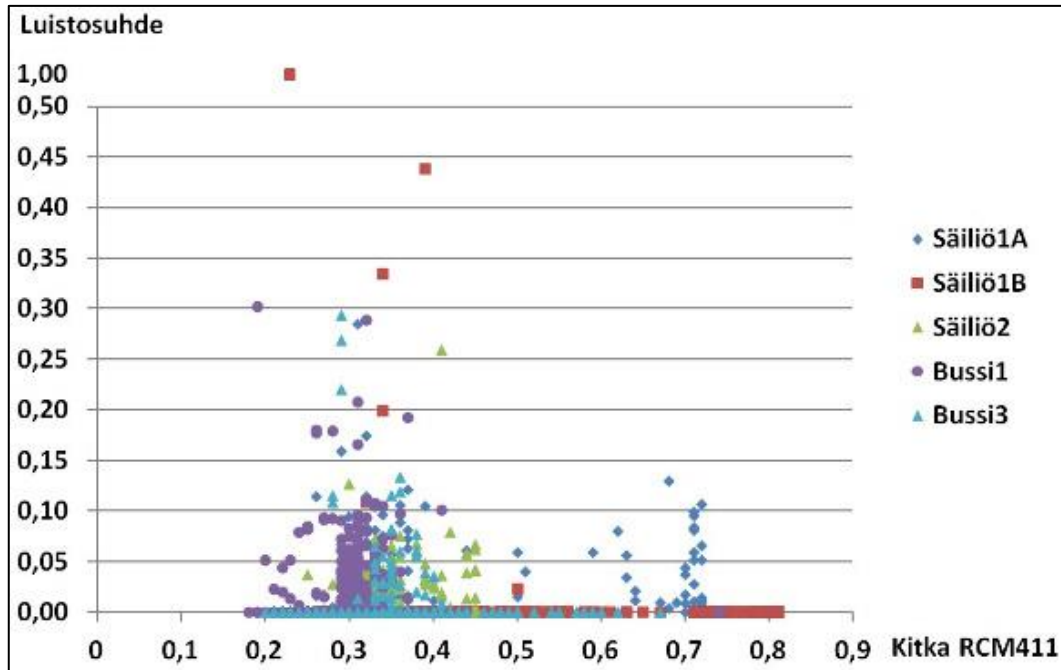
Kuva 63. RoadCloudin kitkamittauksen vertailua tiesääasemien optisen anturin tuottamaan kitkatulokseen (Karsisto 2019).

8.3 Grip-menetelmä

EEE Innovations on Suomessa kehittänyt alun perin VTT:n patentoimaa liukkau- dentunnistusmenetelmää. Menetelmä hyödyntää ajoneuvon tietoväylässä kulke- vaa informaatiota renkaiden pyörimisnopeudesta ja käytettävästä moottoritehosta. Menetelmän mukaan liukkautta esiintyy tilanteissa, joissa vetävät renkaat pyörivät vapaasti pyöriviä renkaita nopeammin matalalla moottoriteholla. Menetelmä antaa tuloksia vain silloin, kun ”veto on päällä”, eli ylämäessä tai tasaisella.

Järjestelmää tutkittiin vuonna 2016 seuraamalla yksittäisiä instrumentoituja Grip- ajoneuvoja sellaisella ajoneuvolla, missä oli jatkuvatoiminen optinen RCM411 kit- kamittari sekä jarrutuskitkamittareita (Malmivuo 2016). Grip ei yltänyt RCM411:n tarkkuuteen, mutta se kuitenkin tuotti lähes poikkeuksetta korkeita luistosuhteita vain matalammilla optisen mittarin kitkatasoilla (kuva 64). Keleissä, jotka sisälsivät paljon irtonaista ainesta (lumi, sohjo), Grip vaikutti tuottavan odotuksia matalam- pia luistosuhdehavaintoja.

Järjestelmän toimintakykyä tutkittiin uudelleen vuosina 2019–22. Uudessa tutki- muksessa menetelmää tutkittiin järjestelmänä. Tutkimuksessa haluttiin selvittää, paraneeko tiedon taso, kun käytettävänä on tietoja useammasta Grip-ajoneuvosta. Testeissä on keskitytty seurantoihin tietyillä linja-autolinjoilla Helsingissä. Tulosten mukaan korrelaatio ei näytä parantuneen vuoden 2016 tutkimukseen nähden. On epäselvää, voiko tulosta heikentää se seikka, että jatkotutkimuksessa ei ajettu tie- tyn ajoneuvon perässä, kuten alkuperäisessä tutkimuksessa. Grip-menetelmän edellyttää yleensä tietyn lisälaitteen asentamista ajoneuvoihin.



Kuva 64. Grip-järjestelmän tuottama luistosuhde sekä optisen kitkamittarin RCM411 mittaamat kitkat. Kuvassa on erilaisin merkein erotettu Säiliöauto 1:n ensimmäinen testi (Säiliö1A), Säiliöauto 1:n toinen testi (Säiliö1B), Säiliöauto 2:n testi (Säiliö2), Bussi 1:n testi (Bussi1) sekä Bussi 3:n testi (Bussi3).

8.4 Nira verrattuna muihin järjestelmiin

Niralla on useita etuja verrattuna muihin mobiileihin autonomisiin kitkanmittausjärjestelmiin:

- Koska järjestelmä asennetaan jo autotehtaalla, asennus ei vaadi mitään erityisiä asennusjärjestelyitä. Asennus tulee todennäköisesti myös edullisemmaksi.
- Edellisestä johtuen ajoneuvojen määrä on suurempi kuin muissa vastaavissa menetelmissä.
- Järjestelmä on varsin huoltovapaa. Suuri ajoneuvolaivasto myös mahdollistaa sen, että jos jonkun ajoneuvon järjestelmä tuottaa jatkuvasti virheellisiä tuloksia, se voidaan poistaa järjestelmästä. Huolto tuskin edes kannattaa.

Menetelmästä seuraa, että koska yhteyttä ajoneuvon käyttäjiin ei ole, järjestelmä ei mahdollista sitä, että ajoneuvoja voitaisiin sijoittaa enemmän joillekin keskeisille reiteille tai tiettyihin vuorokaudenaikoihin. Lisäksi ei ole mitään mahdollisuutta vaikuttaa esim. ajoneuvon rengastukseen.

Järjestelmien kustannus-hyötysuhdetta on vaikea vertailla, sillä käytössä ei ole kattavaa kustannustietoa. Todennäköisesti Nira on kuitenkin varsin edullinen menetelmä, jos tarkastellaan vain ajoneuvokohtaista hintaa.

9 Yhteenveto ja johtopäätökset

Ruotsalaisen Nira-järjestelmän liukkaustietoa on tuotettu Keski-Suomen ELY:n päätteille talvikautena 2021–22. Niran järjestelmä perustuu siihen, että VAG-konsernin autoihin on jo tehtäällä asennettu lisäosa, joka mahdollistaa ajoneuvon rengaspidon arvioinnin. Ajoneuvon kuljettajien ei tarvitse millään tavoin välittää tästä lisäosasta. Tässä tutkimuksessa on arvioitu järjestelmän tuottaman kitkatiedon tarkkuutta ja vaikuttavuutta.

Tutkimuksessa on vertailtu Nira-järjestelmän tuottamia kitkahavaintoja laajennetun pistokoelaadunseurannan havaintoihin. Nira tuottaa kitkahavaintoja satunnaisille tieosuuksille, jotka ovat noin 10–400 metrin mittaisia. Vertailumittauksissa käytettiin sekä jarrutuskitkamittareita, että jatkuvaa kitkatietoa tuottavaa optista RCM411 kitkamittaria. Parhaiten vertailu onnistui suhteessa RCM411:n tuloksiin, jarrutuskitkamittaus osui vain harvoin samaan tieosuuteen Niran havaintojen kanssa.

Vertailumittauksissa ei ollut mahdollista ajaa tiettyjen Nira-ajoneuvojen perässä, koska Niran ajoneuvoja ei tunnettu. Mittaukset oli mahdollista kohdistaa samalle ajoradalle, mutta ei samalle kaistalle. Tämä tuotti varmasti hajontaa tuloksiin.

Niran kitkaskaala oli laajempi kuin vertailumittarien kitkaskaala, ulottuen jopa 1:een asti. Kun Niran kitkaskaalaa supistettiin kertoimella 0,81, päästiin tulokseen, jossa 43 % Niran tuloksista erosi korkeintaan 0,1:n verran RCM411 kitkasta. Tulos on selvästi huonompi kuin esim. Johan Casselgrenin vuoden 2018 tutkimuksessa, jossa Niran tulosta verrattiin Roar kitkamittausajoneuvoon. Kyseisen tutkimuksen osalta ei ole kuitenkaan tiedossa, oliko tutkimuksessa mahdollista seurata tiettyä Nira-ajoneuvoa samoja ajolinjoja käyttäen. Mikäli tämä oli mahdollista, se selittäisi pitkälle havaittua eroa.

Tutkimuksessa tarkasteltiin myös Niran kitkahavaintoja kahdessa ääripään kelitilanteessa ilman varsinaisia vertailumittauksia. Toinen kelitilanne koski voimakasta lumimyräkkää 29.1. sekä toinen hyvin lämmintä (lähes +15°C) kevätpäivää 20.4. Kummassakin tilanteessa Nira reagoi keliin täysin oikeasuuntaisesti, mutta tulosten hajonta oli niin suurta, että noin viidesosa lämpimän paljaan kelin havainnoista oli samalla kitka-alueella lumimyräkän aikaisten havaintojen kanssa.

Niran mittaushavaintojen määrä oli luonnollisesti suurinta niillä päätteiden tieosuuksilla, joilla oli eniten liikennettä. Havaintojen määrä oli selvästi riittämätön teillä 77 ja 13. Havaintoja oli eniten tiellä 9 Korpilahden ja Jyväskylän välillä, mutta tälläkin tieosuudella havaintojen määrä oli keskimäärin vain 0,2 havaintoa kilometriä ja tuntia kohden. Havaintojen määrä oli erityisen vähäinen yöaikaan. Koska Nira-järjestelmää on asennettu vuosimalleihin 2018 ja sitä uudempiin autoihin, on nähtävissä, että Niran ajoneuvojen määrä tulee lisääntymään ajoneuvokannan uusiutuksessa.

Niran havainnot eivät näytä keskittyvän pelkästään mäkiin ja kaarteisiin, vaan havaintoja tuotettiin myös suorilla ja tasaisilla osuuksilla. Tarkasteltaessa Korpilahden ja Jyväskylän välistä tieosuutta kahden viikon ajan tammikuussa 2022, havainnot kattoivat käytännössä koko osuuden.

Vastaavia mobiilin autonomisen kitkatiedon tuottamisen kokeiluja on Suomessa tehty viime vuosina useita. Niran etu muihin menetelmiin nähden on se, että järjestelmä asennetaan ajoneuvoihin jo autotehtaalla, joten järjestelmä ei vaadi erityisiä asennusjärjestelyitä. Tehdasasennus takaa myös muita menetelmiä suuremman ajoneuvomäärän. Lisäksi järjestelmä on hyvin huoltovapaa. Tutkimuksen aikana ei havaittu mitään merkittäviä datakatkoja. Todennäköisesti myös kustannukset ajoneuvoa kohden ovat suhteellisen alhaiset.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että Nira vaikuttaa reagoivan tien pinnan liukkauteen oikeasuuntaisesti, mutta mittausten hajonta on sen verran suurta, että hajonnan suodattaminen pois tuloksista edellyttää suhteellisen suurta havaintojen lukumäärää. Pitkälle meneviä johtopäätöksiä ei voida tehdä vielä muutaman havainnon perusteella. Tämä on ongelma erityisesti yöaikaan, jolloin havaintoja tulee varsin vähän. Yöajan liukkauden seuranta aamuliikenteen liukkaudentorjuntaan varauduttaessa olisi kuitenkin ensiarvoisen tärkeää.

Nira-järjestelmää voisi olla vielä mielenkiintoista seurata vielä tiheämmin liikennöidyillä väylillä, esim. pääkaupunkiseudulla. Järjestelmän nykyinen tarkkuus ei riitä vielä talvihoidon vaatimuksenmukaisuuden arviointiin. Menetelmää voidaan kuitenkin todennäköisesti hyödyntää hoitourakoitsijoiden bonusjärjestelmissä.

Lähdeluettelo

- Casselgren, Johan 2018: RSI fas II – Road Status Information. Dynamisk väglag-sinformation. FAS II – slutrapport. 50 s.
- Karsisto, Virve 2019: Digiloikka Project Report. 30 s. Malmivuo, Mikko
- Malmivuo, Mikko 2013: Optisten kitka- ja lämpömittarien vertailututkimus 2013. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 52/ 2013. 42 s.
- Malmivuo, Mikko 2016: Ajoneuvon tietoväylää hyödyntävän liukkaudentunnis-tuksen testaus. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 49/2016. 68 s.
- Malmivuo, Mikko 2021: Tehostettu mobiili kitkanmittaus valtatie 4:llä. Talvi-kausien 2018-19, 2019-20 ja 2020-21 tulokset. Väyläviraston julka-isuja 51/ 2021. 102 s.
- Nira Dynamics 2021: Nira Dynamics Oy:n verkkosivut
- Sollén, S., Casselgren, J. 2021: Large-scale implementation of floating car data monitoring road friction. IET Intelligent Transport Systems 2021, 15, s. 727-739.
- Tuononen, Ari; Niskanen, Arto; Laine, Jaakko 2018: Automaattisen tiedontuotan-non kokeilu: instrumentoitu ajoneuvolaivasto. Projektin loppura-portti 4/ 2018.



Väylävirasto
Trafikledsverket

ISSN 2490-0745
ISBN 978-952-405-006-7
www.vayla.fi