



Väylävirasto
Trafikledsverket

Väyläviraston julkaisu
64/2022

Grip-menetelmän testaus järjestelmänä



Mikko Malmivuo

Grip-menetelmän testaus järjestelmänä

Väyläviraston julkaisuja 64/2022

Kannen kuva: Mikko Malmivuo

Verkkajulkaisu pdf (www.vayla.fi)

ISSN 2490-0745

ISBN 978-952-405-005-0

Väylävirasto
PL 33
00521 HELSINKI
puh. 0295 343 000

Mikko Malmivuo: Grip-menetelmän testaus järjestelmänä. Väylävirasto Helsinki 2022. Väyläviraston julkaisuja 64/2022. 30 sivua. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-405-005-0.

Avainsanat: kitka, liukkaus, menetelmät, talvikunnossapito, testaus

Tiivistelmä

VTT:n ja EEE-Innovationin kehittämä Grip-menetelmä vertailee ajoneuvon vapaasti pyörivien ja vetävien renkaiden pyörimisnopeuksia. Mikäli vetävät renkaat pyörivät nopeammin matalalla moottoriteholla, tiellä on todennäköisesti liukkautta. Menetelmä tuottaa tien pinnan kitkaa kuvaavan luistosuhteen. Yksittäisiä menetelmällä varustettuja ajoneuvoja verrattiin yleisesti käytettäviin kitkamittareihin talvikautena 2015–16. Tässä raportissa kuvatussa tutkimuksessa menetelmää on tutkittu laajempänä järjestelmänä, jossa menetelmän tuottama liukkaustieto perustuu useamman Grip-ajoneuvon tuottamaan tietoon. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, paraneeko menetelmän tarkkuus järjestelmänä.

Tutkimus käynnistettiin kesällä 2017. Ensimmäisten testien jälkeen menetelmää kehitettiin edelleen. Tässä raportissa on kuvattu yksityiskohtaisemmin kolmen viimeisen kevättalvella 2022 tehdyn testin tulokset.

Kevättalven 2022 testien perusteella ei voitu havaita, että menetelmän tarkkuus olisi järjestelmänä ollut merkittävästi parempi, kuin yksittäisiä ajoneuvoja tarkastellessa. Tulokseen saattoi myötävaikuttaa se, että testiasetelma järjestelmää tutkittaessa oli mahdollisesti epäedullisempi, kuin yksittäisiä ajoneuvoja seurattaessa.

Suurin puute kevään 2022 testeissä oli se, että lumimyräkän aikana järjestelmä tuotti vain hyvin alhaisia, suhteellisen pitävää keliä osoittavia luistosuhteita. Tämä ilmiö saattaa liittyä yleisemminkin raskaan kaluston käyttäytymiseen irtolumella. On mahdollista, että menetelmä toimisi henkilöautoissa jopa paremmin.

Grip-järjestelmä tuottaa nykyään myös absoluuttisen kitkan tilanteissa, joissa Grip-ajoneuvoa jarrutetaan voimakkaasti. Nämä kitkatulokset vaikuttivat oikeansuuntaisilta, mutta sisälsivät muutaman poikkeavan havainnon. Näiden mittaustulosten heikkoutena on, että niitä syntyy varsin harvoin.

Tutkimuksen mukaan Grip-menetelmän tarkkuus ei järjestelmänäkään vaikuta riittävän talvihoidon vaatimuksenmukaisuuden arviointiin. Menetelmästä voi kuitenkin olla hyötyä talvihoidon palvelutason arvioinnissa.

Mikko Malmivuo: Testning av Grip-metoden som system. Trafikledsverket. Helsingfors 2022. Trafikledsverkets publikationer 64/2022. 30 sidor. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-405-005-0.

Sammanfattning

Grip-metoden, som utvecklats av VTT och EEE-Innovation, jämför rotationshastigheten hos fordonets fritt roterande och drivande hjul. Om de drivande hjulen roterar snabbare med låg motoreffekt, är vägen sannolikt hal. Systemet producerar ett slirförhållande som beskriver vägfriktionen. Enskilda fordon utrustade med systemet jämfördes med vanliga friktionsmätare under vintersäsongen 2015–2016. I den undersökning som beskrivs i denna rapport har systemet undersökts som ett mer omfattande system där den halkinformation som systemet producerar grundar sig på data från flera Grip-fordon. Undersökningens syfte är att utreda om metodens precisionsgrad ökar när den används som ett system.

Undersökningen inleddes sommaren 2017. Efter de första testerna vidareutvecklades systemet. I denna rapport beskrivs mer detaljerat resultaten från de tre senaste testerna som gjordes under vårvintern 2022.

Baserat på testerna under vårvintern 2022 kunde man inte se att metodens precisionsgrad skulle ha varit märkbart bättre som system jämfört med granskning av enskilda fordon. Till resultatet kan ha bidragit att testuppställningen i granskningen av systemet möjligtvis var ofördelaktigare än i uppföljningen av enskilda fordon.

Den största bristen i testerna våren 2022 var att systemet under snöstormar endast producerade mycket låga slirförhållanden som antyder att väglaget är inte är särskilt halt. Detta fenomen kan vara mer allmänt förknippad med tunga fordons beteende på lössnö. Det är möjligt att systemet skulle fungera till och med bättre i personbilar.

Grip-systemet producerar numera också absolut friktion vid kraftig inbromsning av Grip-fordonet. Dessa friktionsresultat verkade vara korrekta, men innehöll ett par avvikande observationer. Svagheten hos dessa mätningresultat är att de förekommer ganska sällan.

Enligt undersökningen verkar Grip-systemets precision inte heller som system räcka för bedömning av vinterunderhållets kravenlighet. Systemet kan dock vara till nytta i bedömningen av vinterunderhållets servicenivå.

Mikko Malmivuo: Testing the GRIP method as a system. Finnish Transport Infrastructure Agency Helsinki 2022. Publications of the FTIA 64/2022. 30 pages. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-405-005-0.

Abstract

The Grip method developed by VTT and EEE-Innovation compares the rotational speeds of the vehicle's free-rolling and driving wheels. The road is deemed slippery if the driving wheels rotate faster at low engine power. The method produces a slip ratio describing the road surface friction. Individual vehicles equipped with the system were compared to results from commonly used friction sensors in winter 2015–16. The study described in this report examines the method as a wider system where the slipperiness data produced is based on data from several Grip vehicles. The study aims to determine whether the method's accuracy is improved as a system.

The study was launched in the summer of 2017. After the first tests, the method was further developed. This report describes in more detail the results of the last three tests carried out in early spring 2022.

The early spring 2022 tests did not indicate that the method's accuracy would be significantly better as a system than when examining individual vehicles. The result may have been affected by the test conditions that can be considered less favourable than during the monitoring of individual vehicles.

The biggest shortcoming in the spring 2022 tests was that, during a blizzard, the system only produced very low skid ratios indicative of weather conditions with relatively good grip. The phenomenon may be related more generally to the behaviour of heavy vehicles in loose snow. The method might work better with passenger cars.

As it stands, the Grip system also measures absolute friction in situations where the Grip vehicle is heavily braked. These friction results seemed to be in the right ballpark but contained some abnormal observations. The weakness of these measurements is that they are relatively infrequent.

Based on the study, the accuracy of the Grip method as a system does not appear sufficient for assessing if the quality of the winter maintenance meets the requirements. However, the method may be useful in determining the service level of winter maintenance.

Esipuhe

Maanteiden talviajan olosuhdetiedon keräämiseksi on olemassa monenlaisia erilaisia menetelmiä. Viime aikoina tutkimusta on tehty paljon sellaisten autonomisten liikkuvien järjestelmien kanssa, joissa ajoneuvo pystyy itsenäisesti keräämään tietoa ilman, että kuljettajan tarvitsee lainkaan puuttua tähän prosessiin. Yksi tällainen menetelmä on VTT:n alun perin kehittämä Grip-menetelmä.

Grip-menetelmä arvioi tienpinnan liukkautta vertaamalla vapaasti pyörivien ja vetävien renkaiden pyörimisnopeuksia ja ottaa laskennassa huomioon moottoritehon. Menetelmää testattiin vuonna 2016 vertaamalla yksittäisten Grip-menetelmällä varustettujen ajoneuvojen mittaustuloksia yleisesti käytössä olevien kitkamittareiden tuloksiin. Nyt tässä tutkimuksessa tarkastelun kohteena on yksittäisen Grip-ajoneuvon sijaan useamman Grip-ajoneuvon tuloksista muodostettu liukkaustieto. Tutkimuksessa on siis tarkasteltu Grip-menetelmää järjestelmänä.

Työtä ovat ohjanneet Otto Kärki, Pekka Rajala, Jarkko Pirinen ja Mika Terhelä Väylävirastosta sekä Janne Ruuskanen, Ossi Korttinen ja Eetu Pilli-Sihvola Traficomista. Mikko Malmivuo Innomikko Oy:stä on vastannut tutkimuksen johdosta, tulosten analysoinnista ja raportoinnista. Tutkimuksen vertailumittauksista on vastannut Juha-Matti Vainio Roadmasters Oy:stä. Järjestelmän kehityksestä ja ylläpidosta vastanneen EEE Innovations Oy:n yhteyshenkilöinä projektissa ovat toimineet Paula Silvonen, Jarmo Leino, Jarmo Mäki ja Kimmo Erkkilä.

Helsingissä lokakuussa 2022

Väylävirasto

Väylänpito / Tien kunnossapidon ohjaus- ja kehittämissyksikkö

Sisältö

1	TAUSTA JA TAVOITE	8
2	VUOSIEN 2018–2022 TESTIT	9
3	KEVÄÄN 2022 TESTIT.....	10
3.1	Kelinmuutostilanne 16.2.–17.2.2022	11
3.2	Kelinmuutostilanne 21.2.2022	15
3.3	Kelinmuutostilanne 27.3.–28.3.2022	18
3.4	Grip absoluuttiset kitka-arvot pysäkeillä.....	22
3.5	Grip-havaintojen määrän vaikutus tulosten.....	24
3.6	Osuuskohtainen luistosuhteen ja optisen kitkan vertailu.....	26
4	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	27
	LÄHDELUETTELO.....	30

1 Tausta ja tavoite

Suomessa tienpitäjä ja talvihoitourakoitsijat seuraavat talviaikaan maanteiden olosuhteita monella eri tavalla. Talvihoito perustuu ennakkointiin sääennusteiden, tiesääsamien ja tietarkastusten avulla. Liukkaudentorjunnan onnistumista kuvaa parhaiten tien kitkataso. Kitkaa seurataan pistekohtaisesti tiesääsamien optisilla antureilla tai jatkuvana mittauksena tiellä tehtävillä mobiileilla mittalaitteilla. Mobiilien mittausten haasteena on se, että kattava aineisto edellyttää todella suuria kilometrimääriä. Jos tällainen mittaus edellyttää, että on maksettava sekä kuljettajan työajasta, että ajoneuvon käytöstä, mittauksista tulee varsin kalliita.

Tässä tutkimuksessa tarkasteltu Grip-liukkaudentunnistusmenetelmä on täysin autonominen järjestelmä. Tämä tarkoittaa, että kuljettajan ei tarvitse välittää mittauksesta lainkaan. Koska mittaukseen perehtynyttä kuljettajaa ei tarvita, laite voidaan asentaa mihin tahansa aktiivisesti liikennöivään ajoneuvoon. Järjestelmän etuna on myös se, että laitteessa ei ole kuluvia, huoltoa vaativia osia, sillä menetelmä käyttää hyväkseen ajoneuvon olemassa olevaa anturointia ja ajoneuvon tietoväylässä liikkuvaa dataa. Menetelmä yleensä kuitenkin vaatii, että ajoneuvoon asennetaan tietty lisäosa, joka vastaa tiedon keräämisestä ja välittämisestä.

Ajoneuvot tuottavat valmiiksi tietoa renkaiden pyörimisnopeuksista. Jos vetävät pyörät pyörivät nopeammin kuin vapaasti pyörivät, vetävät pyörät luistavat. Jos tämä tapahtuu matalalla moottoriteholla, tiellä on mahdollisesti liukkaita. Tämä on Grip-menetelmän periaate. Menetelmän puutteena on se, että liukkaita voidaan arvioida vain, jos vetävissä pyörissä on vetoa. Tällöin alamäestä ei saada liukkaustietoa. Toki on muistettava, että ammattiliikenteessä ajetaan usein edestakaisia reittejä, jolloin alamäkikin on toiseen suuntaan ylämäki, josta liukkaita voidaan mitata.

Grip-järjestelmää testattiin aiemmin talvikaudella 2015–16. Tuolloin menetelmää testattiin siten, että yksittäisiä Grip-ajoneuvoja seurattiin ajoneuvolla, jossa oli useita jarrutuskitkamittareita sekä optinen jatkuvatoiminen kitkamittari. Seurannat suoritettiin kelinmuutostilanteissa. Vertailusta julkistettiin raportti syksyllä 2016 (Malmivuo 2016). Yhtenä tutkimuksen johtopäätöksenä todettiin, että menetelmän tarkkuus ei yksinään riitä talvihoidon laadun vaatimuksenmukaisuuden tarkkaan arviointiin, mutta se saattaa riittää talvihoidon palvelutason arviointiin.

Grip-järjestelmän haasteena on nähty, että mm. yksittäisen ajoneuvon rengastus ja kuljettajan ajotapa vaikuttavat jonkin verran tuloksiin. Tämän vuoksi oletettiin, että järjestelmän tuottaman tiedon tarkkuus paranee, kun käytössä on useamman ajoneuvon Grip-havaintoja samoilta tieosuuksilta suunnilleen samoihin aikoihin. Tämän tutkimuksen tavoitteena onkin tutkia, miten tiedon laatu paranee, kun käytettävissä on useamman ajoneuvon havaintoja. Työn tavoitteena on siten arvioida Grip-järjestelmän toimivuutta ja luotettavuutta kokonaisuutena järjestelmänä.

2 Vuosien 2018–2022 testit

Tutkimusprojekti käynnistettiin kesällä 2017. Grip-järjestelmän asennukset Helsingin seudun linja-autoihin etenivät ensimmäisenä talvena hieman odotettua hitaammin. Maaliskuun alussa 2018 järjestelmä oli asennettu koko linjan 23 kalustoon varakalusto mukaan lukien. Tuolloin tehtiin kaksi ensimmäistä testiä. Testipäivien aikoihin HSL teki kuitenkin niin paljon kaluston siirtoja eri linjojen välillä, että testien aikaan instrumentoituja linja-autoja oli linjalla 23 selvästi odotettua vähemmän. Koska tutkimuksessa oli tarkoitus muodostaa liukkaustietoa useamman linja-auton tietojen perusteella, jäivät tulokset varsin laihoiksi.

Seuraava testi suoritettiin linja-autolinjalla 560 joulukuussa 2018. Testissä dataa saatiin useammasta Grip-ajoneuvosta. Tulosten mukaan Grip-järjestelmän tarkkuus oli kuitenkin selvästi odotuksia heikompi. EEE Innovations päätyi testin perusteella tekemään parannuksia järjestelmään.

Kevättalvella 2019 tehtiin useita testejä linja-autolinjalla 560. Kuten joulukuun 2018 testissä, Gripin käyttäytyminen vaikutti samansuuntaiselta kuin referenssimittausten, mutta eroa oli silti vielä liian paljon. Tulokset vaikuttivat myös edelleen jossain määrin huonommilla kuin talvikauden 2015–16 testeissä. EEE Innovations päätyi testien tulosten perusteella luopumaan kokonaan ulkopuolisen toimittajan tarjoamasta lisäosasta ja päätyi siihen, että EEE Innovations koodaa itse järjestelmän vaatiman lisäosan.

Maaliskuussa 2020 tehtiin testi, jonka kohteena olivat Nesteen säiliöautoihin asennetut Grip-järjestelmät. Testin mukaan vaikutti siltä, että EEE Innovationin tekemä kehitystyö on ollut oikeansuuntaista. Keli oli kuitenkin hieman odotuksia pitävämpi ja säiliöautojen määrä hieman odotuksia vähäisempi.

Talvikaudella 2020–21 ei tehty lainkaan testejä, sillä parannetun Grip-järjestelmän asennukset etenivät odotettua hitaammin. Keväällä 2022 päästiin tekemään kolme erilaista testiä linja-autolinjoilla 550 ja 560. Näiden testien tuloksia on kuvattu tarkemmin luvussa 3. Ennen kevättä 2022 tehtyjen testien yksityiskohtaisemmin esittely on nähty tässä tarpeettomana, koska järjestelmää on muutettu ja kehitetty näiden testien jälkeen.

3 Kevään 2022 testit

Helmikuun alussa 2022 katsottiin, että Grip-vertailuja kannattaa tehdä bussilinjan 550 reitillä. Helmikuussa tehdyissä vertailumittauksissa päätettiin keskittyä linjan 550 osuudelle, joka koostui Kehä I:n ja Turuntien osuuksista. Vertailumittauksissa osuutta ajettiin edestakaisin niin, että Turuntiellä käännyttiin Pitäjänmäen aseman lähellä olevassa liikenneympyrässä, Kehätiellä Turvesuontien eritasoliittymässä. Reitin valinnassa haluttiin käyttää kahta eriasteista tietä, jotta eri tieosuuksien välillä voitaisiin myös mahdollisesti nähdä kitkataseroja. Valituissa kelitilanteissa tällaisia eroja ei kuitenkaan juuri havaittu.

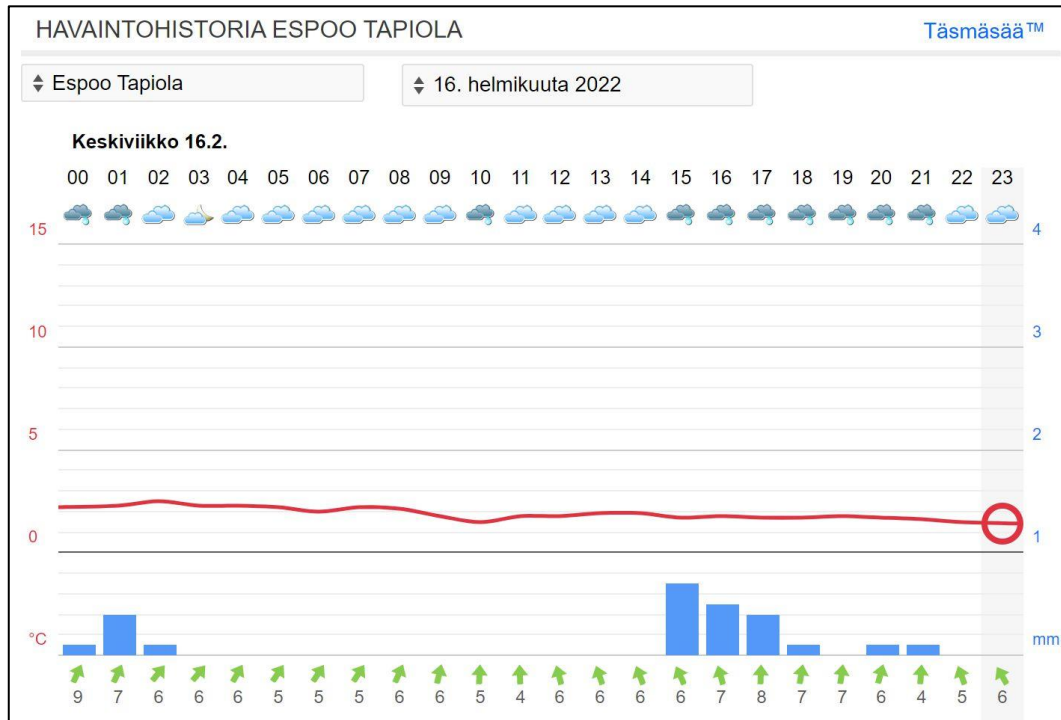
EEE Innovations toimitti Grip-tulokset siten, että osuus oli jaettu bussipysäkkien perusteella eri väleihin. Osuudet A–E sijaitsivat kokonaan Turuntiellä ja niiden Grip-tulokset olivat kummankin suunnan keskiarvoja. Kehä I:llä Grip-tulokset oli laskettu erikseen eri suunnille (kuva 1). Tässä raportissa vertailumittausten tulokset koskevat kaikilla osuuksilla vain yhtä suuntaa. Tällä ei kuitenkaan ole lopputulosten kannalta suurta merkitystä. Vertailumittausten tekijä ajoi Kehä I:llä bussikaistaa. Pysäkeille hän ei kuitenkaan poikennut.



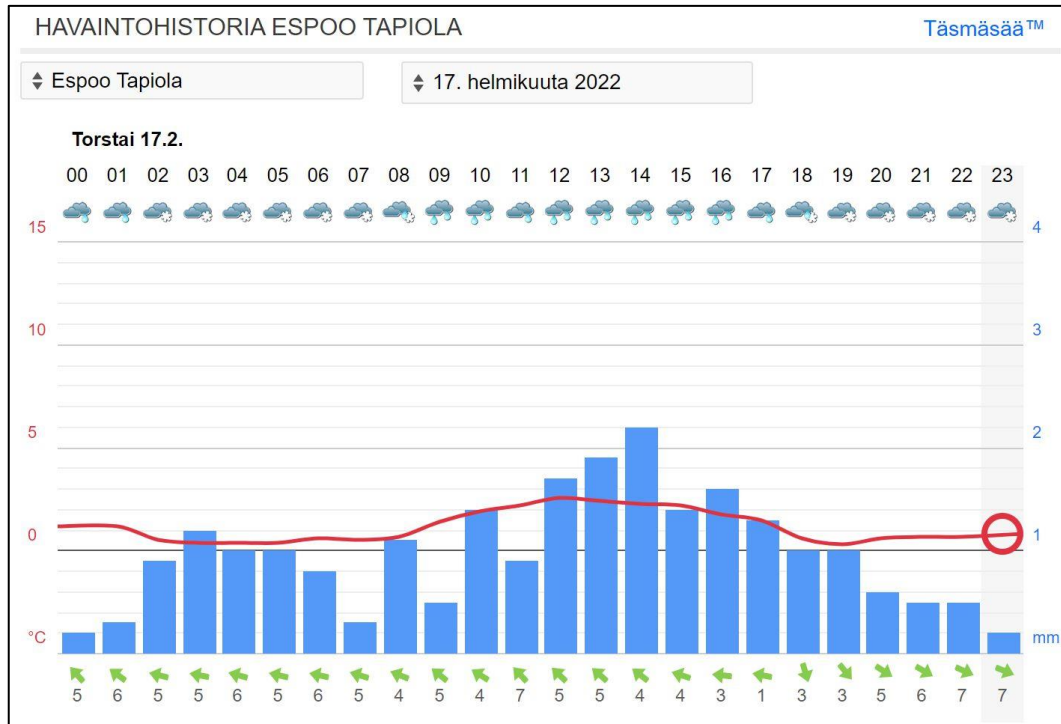
Kuva 1. Testien 16.2.–17.2. ja 21.2. koereitti osuuksineen. Reittiä ajettiin edestakaisin.

3.1 Kelinmuutostilanne 16.2.–17.2.2022

Ensimmäinen tarkasteltu kelinmuutostilanne liittyy keskeisimmin 16.2.–17.2. väliin yön. Vertailumittauksia tehtiin illalla 16.2. klo 21–22, jolloin kelin todettiin olevan pienestä märkyydestä huolimatta paljas ja pitävä. Mittauksia jatkettiin seuraavana aamuna klo 6:30. Tuolloin keli oli sohjoinen, mutta muuttui vetiseksi ja pitävämmäksi päivän mittaan. Tiet olivat päivän edetessä hyvin märkiä, jopa laajenevia. Kuvissa 2 ja 3 on esitetty Forecan havaintohistoria kyseisiltä päiviltä.

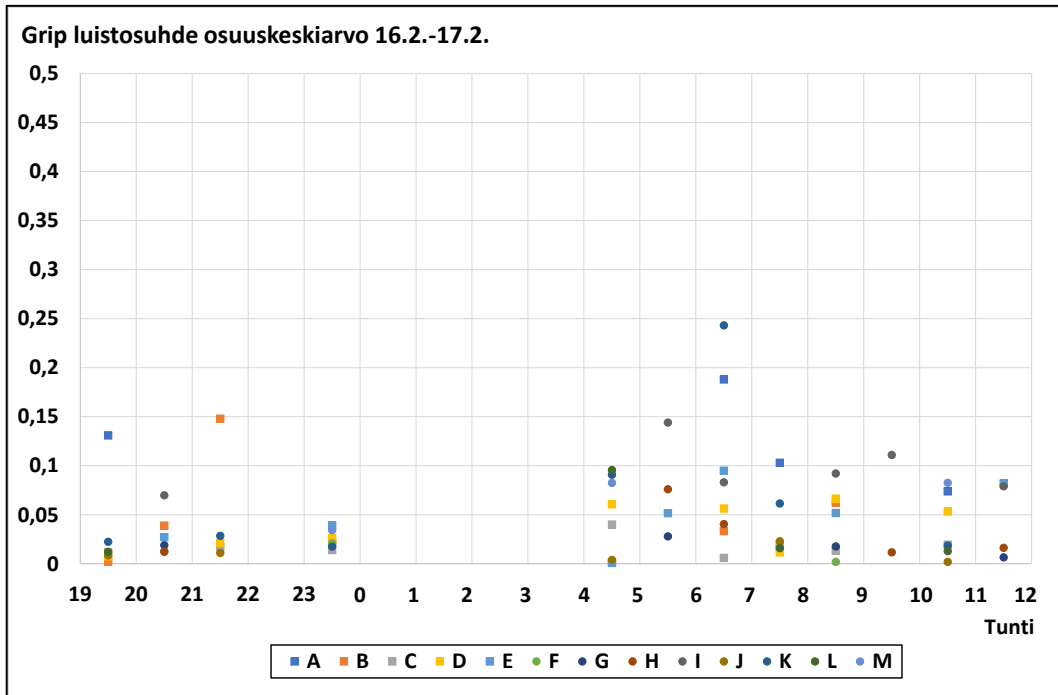


Kuva 2. Espoo Tapiola havaintohistoria 16.2.2022.

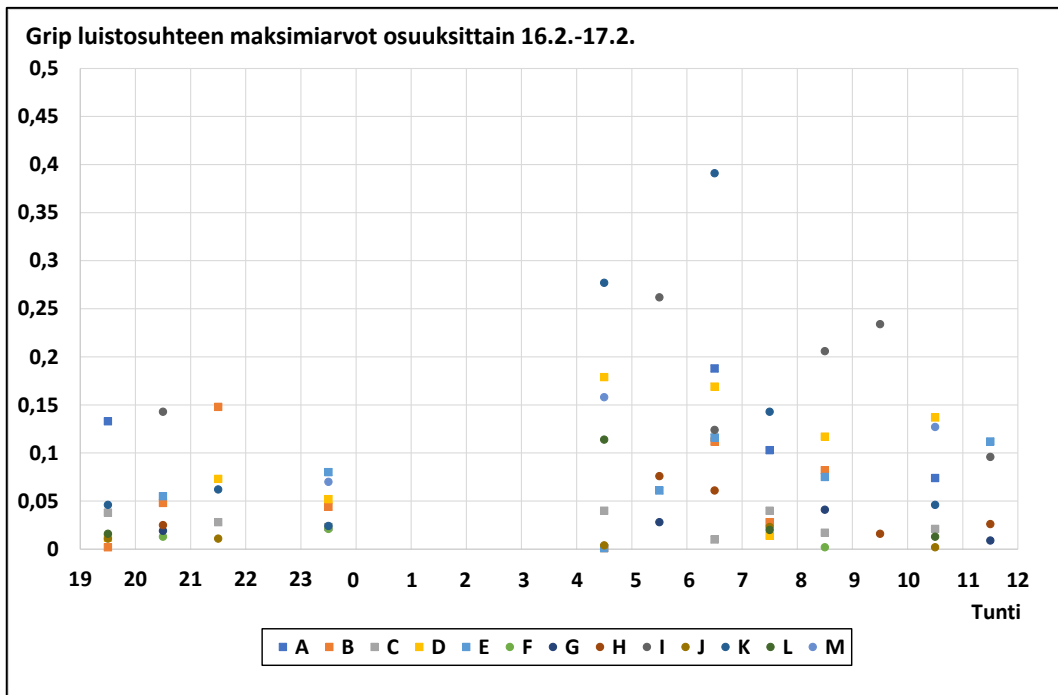


Kuva 3. Espoo Tapiola havaintohistoria 17.2.2022.

Kuvassa 4 on esitetty Gripin luistosuhteiden keskiarvot eri osuuksille eri kellon-aikoina 16.2.–17.2. Mitä korkeampi luistosuhde on, sitä liukkaammat ovat olosuhteet. Kuvassa 4 on tarkasteltu luistosuhdehavaintojen osuuskeskiarvoja. Aamulla klo 6 ja 7 välillä on havaittu korkeimmat luistosuhteet, tosin vain kaksi osuuskeskiarvoa ylittävät pitävän edellisillan havaintojen tason. Kuvassa 5 on tarkasteltu osuuksien korkeimpia luistosuhdehavaintoja. Tässä kuvassa illan ja aamun liukkaustasojen ero on selvempi.



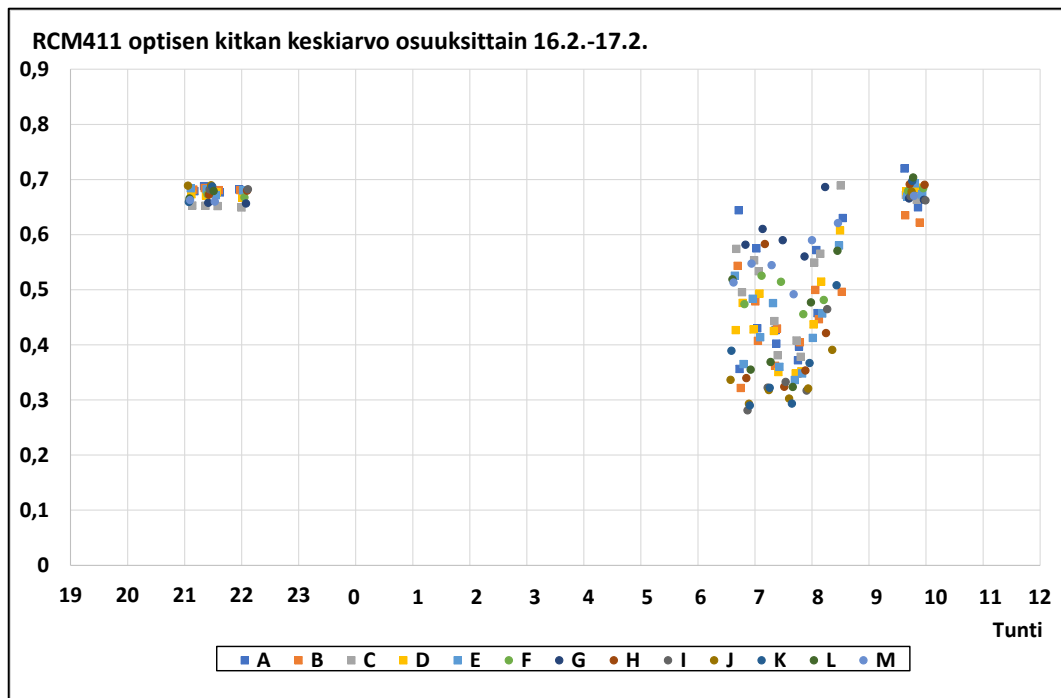
Kuva 4. Grip-luistosuhteiden keskiarvot osuuksittain 16.2.–17.2.2022. Turuntien osuudet neliöinä, Kehä I:n palloina.



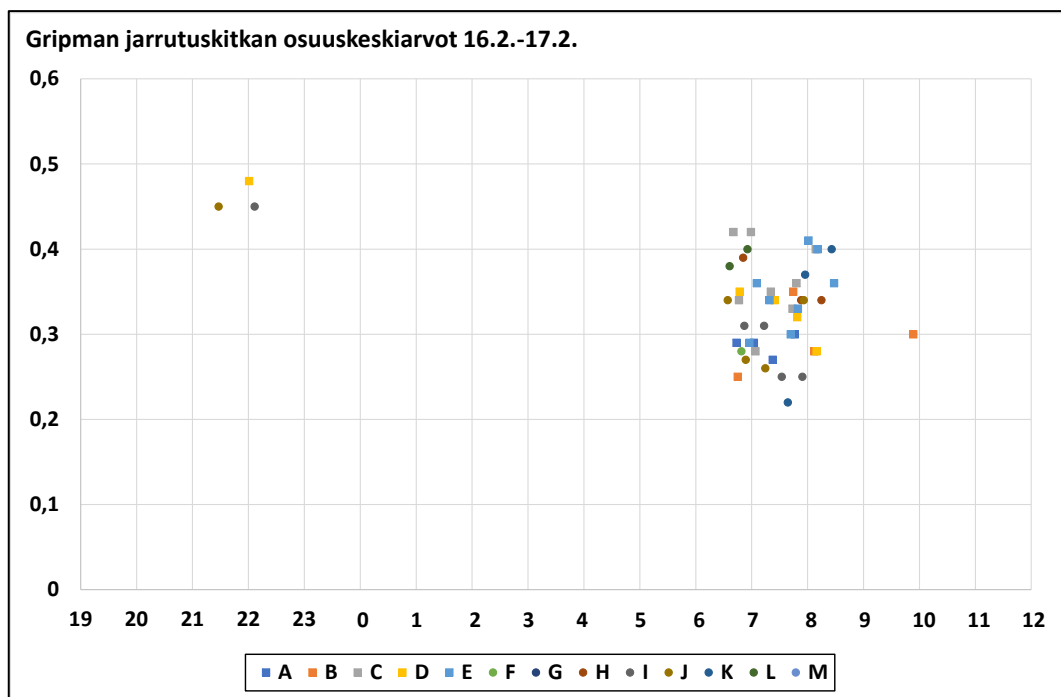
Kuva 5. Grip-luistosuhteiden maksimiarvot osuuksittain 16.2.–17.2.2022. Turuntien osuudet neliöinä, Kehä I:n palloina.

Kuvassa 6 on esitetty vastaavan ajanjakson optisen RCM411 kitkan osuuskeskiarvot. Kuvassa 7 on vastaavat jarrutuskitkamittausten osuuskeskiarvot. Jarrutuskitkamittausten osalta on huomattava, että jarrutuksia tehtiin usein vain yksi osuutta kohti (eikä aina edes yhtä), sillä vilkkaasti liikennöidyillä teillä jarruttaminen on haastavaa. Mittauksista voidaan mm. nähdä, että aamun 17.2. kitkatasot olivat

hyvin vaihtelevia. Aivan alhaisimmat kitkatasot löytyvät Kehä I:n osuuksilta. Tämä vastaa myös Gripin havaintoja.



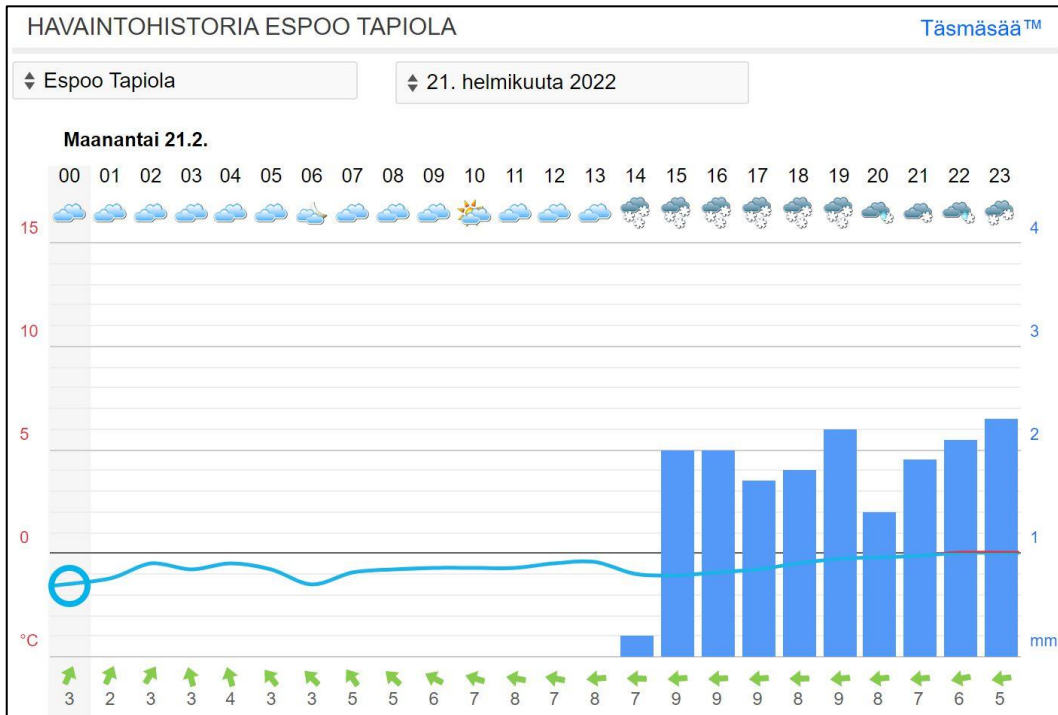
Kuva 6. Optisen kitkamittarin RCM411 kitkan keskiarvo osuuksittain 16.2.–17.2.2022. Turuntien osuudet neliöinä, Kehä I:n pallaina. Fysikaalinen kitkaskaala.



Kuva 7. Jarrutuskitkamittarin Gripman kitkan keskiarvo osuuksittain 16.2.–17.2.2022. Turuntien osuudet neliöinä, Kehä I:n pallaina. Väyläviraston kitkaskaala.

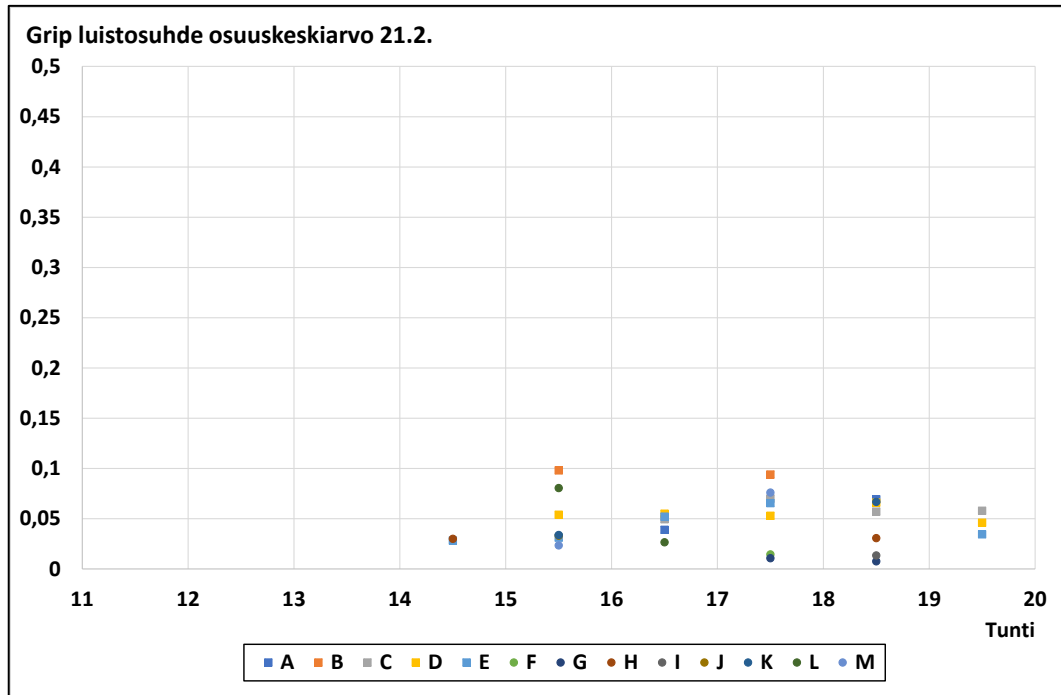
3.2 Kelinmuutostilanne 21.2.2022

Toinen tarkasteltu kelinmuutostilanne liittyi yhteen talvikauden kovimmista lumi-myrskyistä. Lumisade alkoi hyvin voimakkaana klo 13–14. Vertailumittaukset ehdittiin aloittaa klo 13 ennen sateen alkua. Vertailumittausten aikana klo 14–18 tie oli jatkuvasti lumipeitteinen. Mittaaja ei havainnut kyseisellä aikavälillä ainoatakaan aura-autoa tai sellaisen jälkiä. Kuvassa 8 on esitetty kyseisen päivän havaintohistoria.

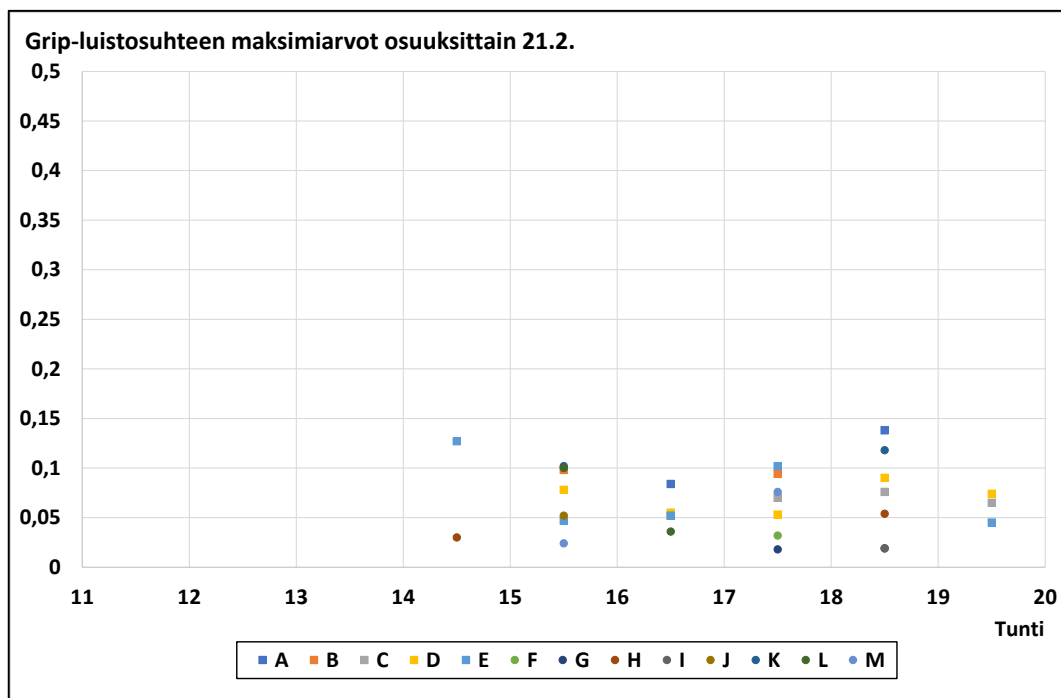


Kuva 8. Espoo Tapiola havaintohistoria 21.2.2022.

Kuvassa 9 on esitetty Grip-luistosuhteiden keskiarvot ja kuvassa 10 luistosuhteiden maksimi-arvot osuiksittain. On syytä huomata, että tässä raportissa esitetyt ajanjaksot perustuvat ajanjaksoille, joilta Grip-tulokset pyydettiin. Kuvista 9 ja 10 näkyy siten, että pitävältä keliltä klo 11–13:30 ei tullut lainkaan havaintoja. Lumisateen alettua luistosuhdehavaintoja alkoi syntyä runsaammin, mutta tulosten taso on niin alhainen, että ne eivät käytännössä indikoineet liukkautta.

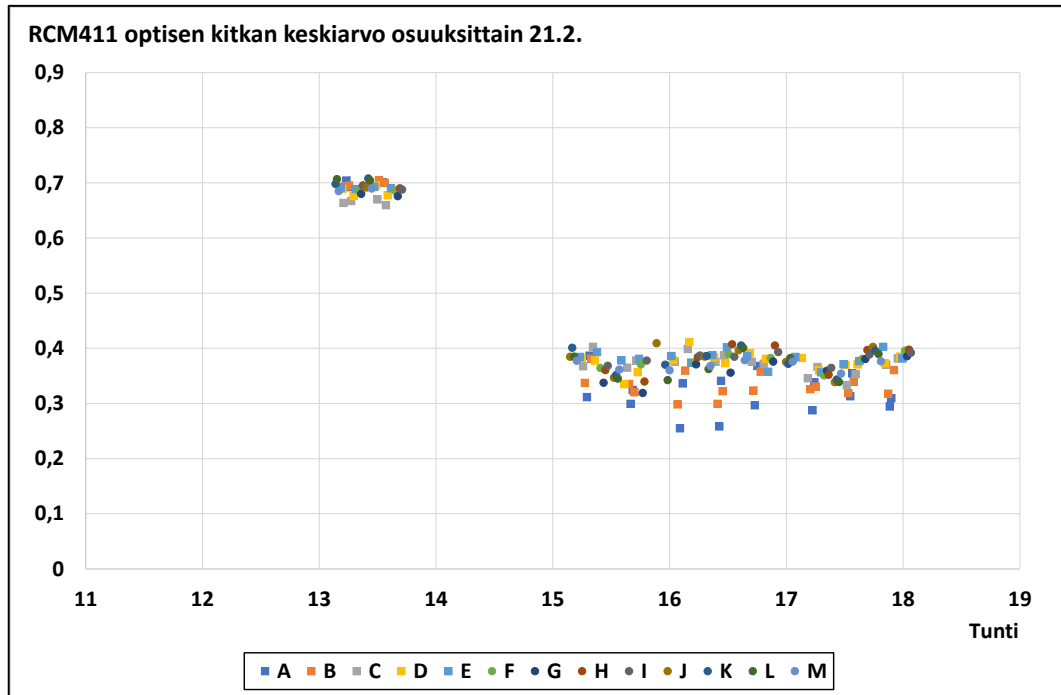


Kuva 9. Grip-luistosuhteiden keskiarvot osuuksittain 21.2.2022. Turuntien osuudet neliöinä, Kehä I:n palloina.

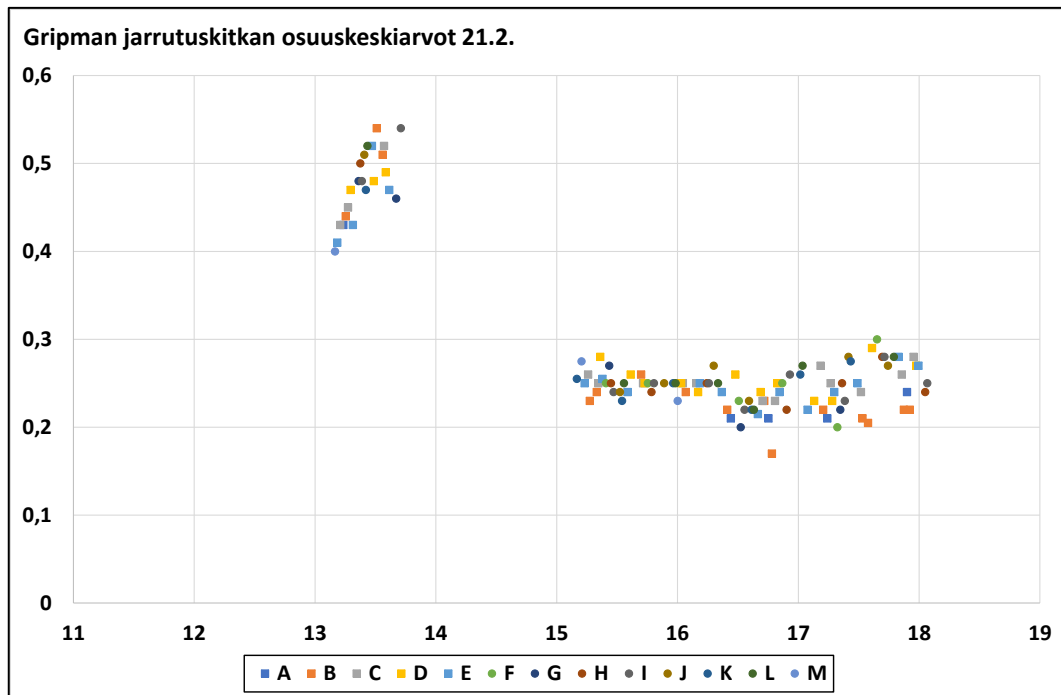


Kuva 10. Grip-luistosuhteiden maksimi-arvot osuuksittain 21.2.2022. Turuntien osuudet neliöinä, Kehä I:n palloina.

Kuvassa 11 ja 12 on esitetty vertailumittausten tulokset. Mittaustauko ennen ja jälkeen lumisateen johtui mittaajan lounastauosta. Näiden mittausten mukaan lumisateen aikainen kitkataso on varsin homogeeninen.



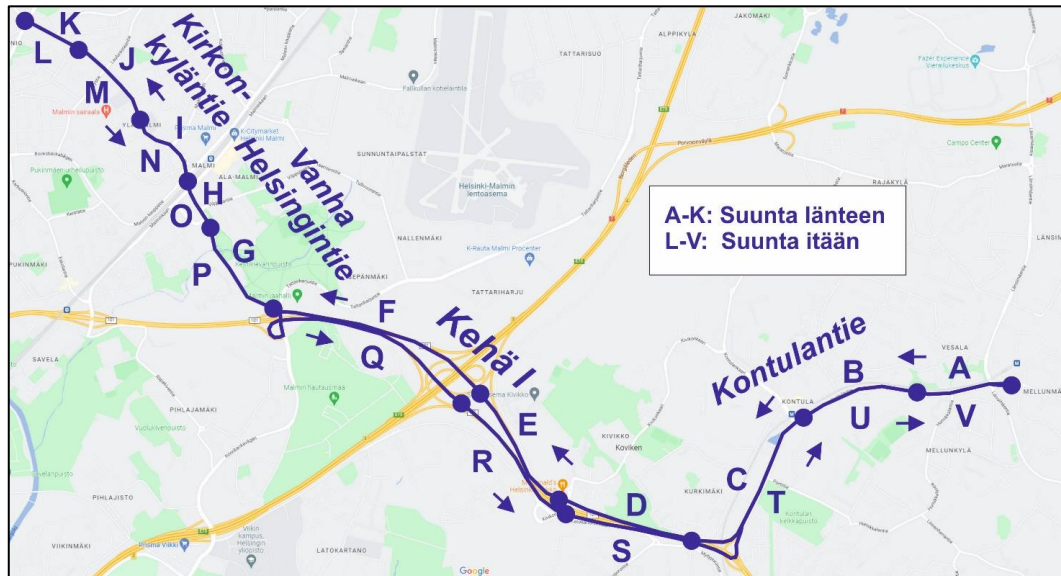
Kuva 11. Optisen kitkamittarin RCM411 kitkan keskiarvo osuuksittain 21.2.2022. Turuntien osuudet neliöinä, Kehä I:n palloina. Fysikaalinen kitkaskaala.



Kuva 12. Jarrutuskitkamittarin Gripman kitkan keskiarvo osuuksittain 21.2.2022. Turuntien osuudet neliöinä, Kehä I:n palloina. Väyläviraston kitkaskaala.

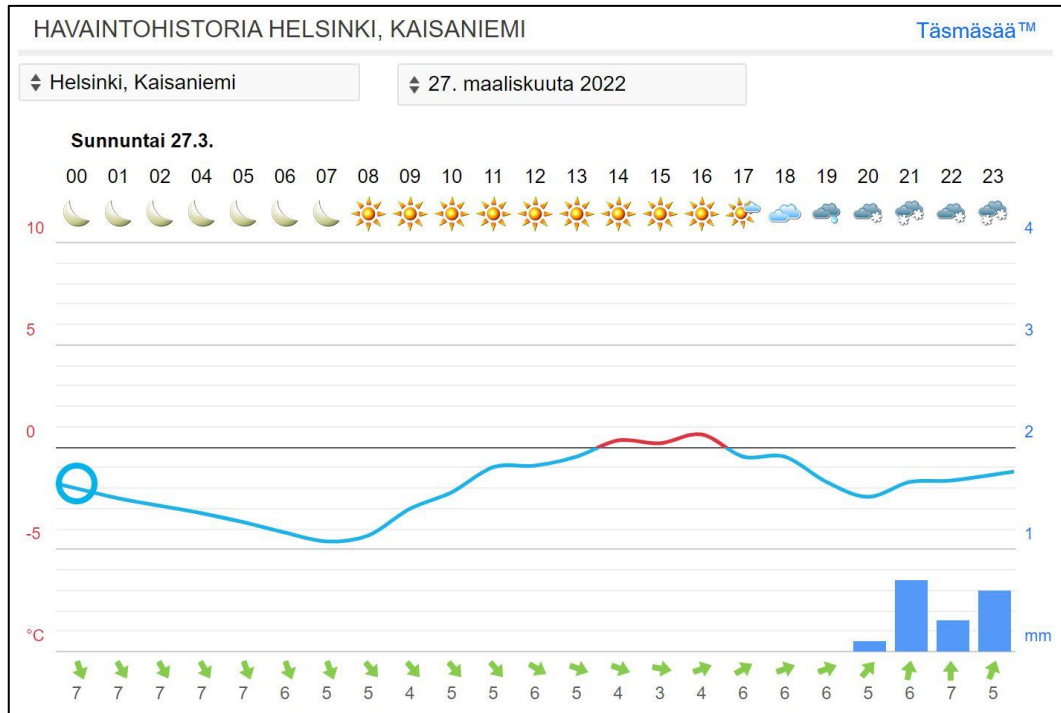
3.3 Kelinmuutostilanne 27.3.–28.3.2022

Toisen ja kolmannen testin välillä suurin osa Grip-järjestelmän linja-autoista näytti siirtyneen linjalle 560. Tämän vuoksi 27.3.–28.3. testi päätettiin ajaa linjalla 560. Testilenkki laadittiin jälleen siten, että testiin kuului sekä Kehätietä että pienempiä paikallisteitä. Tällä kertaa Grip-data muodostettiin siten, että myös pienemmillä teillä ajosuunnat oli huomioitu. Osuudet perustuivat jälleen linja-autopysäkkeihin (kuva 13).

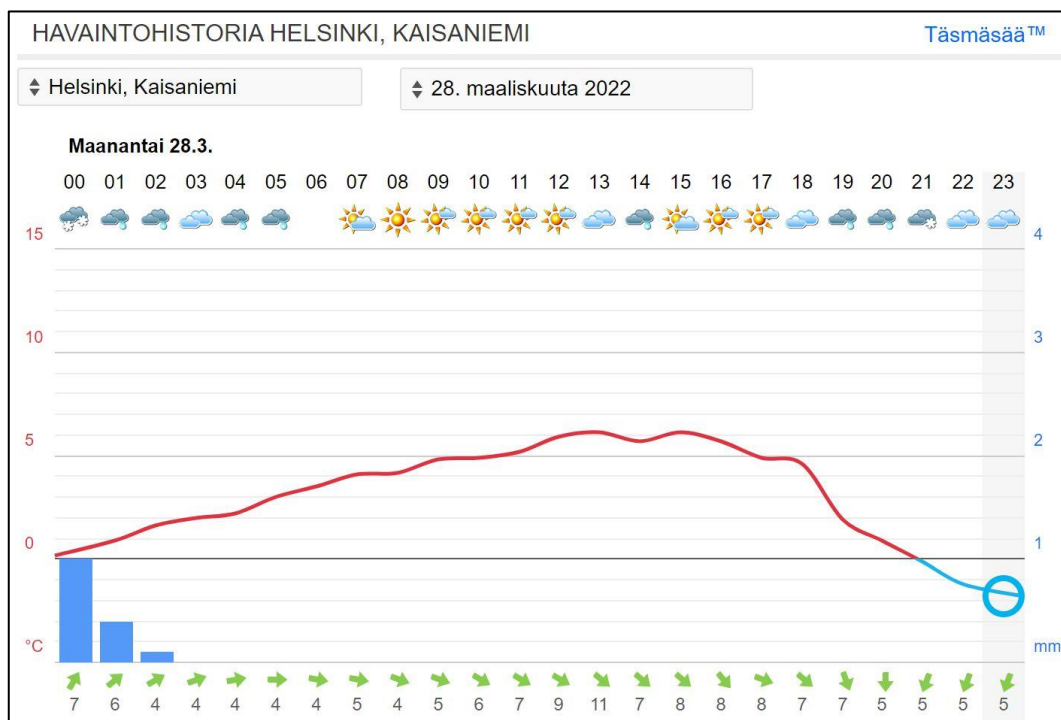


Kuva 13. Testin 27.3.–28.3. koereitti, jota ajettiin edestakaisin.

Sunnuntai-iltana 27.3. saapui pääkaupunkiseudulle lumisaderintama. Maanantaina aamupäivän aikana keli lämpeni ja tiellä ollut lumi ja loska sulivat melko nopeasti (kuvat 14 ja 15).

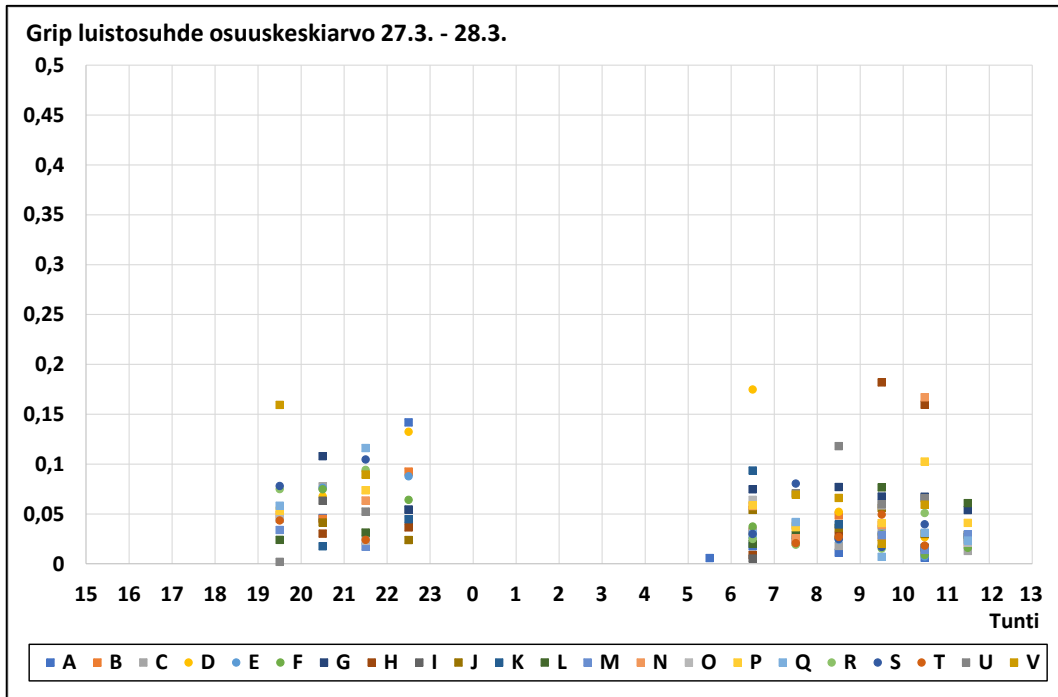


Kuva 14. Helsinki Kaisaniemi havaintohistoria sunnuntaina 27.3.2022.

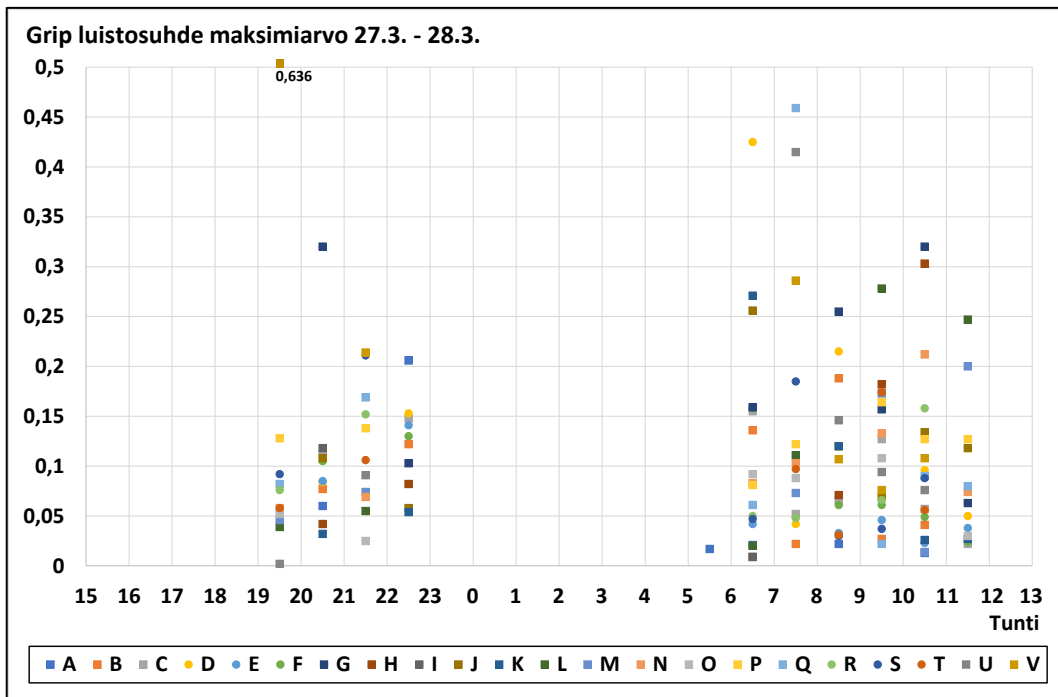


Kuva 15. Helsinki Kaisaniemi havaintohistoria maanantaina 28.3.2022.

Gripin luistosuhteiden keskiarvot ja maksimi-arvot on esitetty kuvissa 16 ja 17. Luistosuhdehavaintoja on alkanut sunnuntaina syntyä varsin tarkasti siinä vaiheessa, kun lumisadekin alkoi. Toisaalta havaintoja on tullut yllättävän paljon vielä maanantaina puolenpäivän maissa.

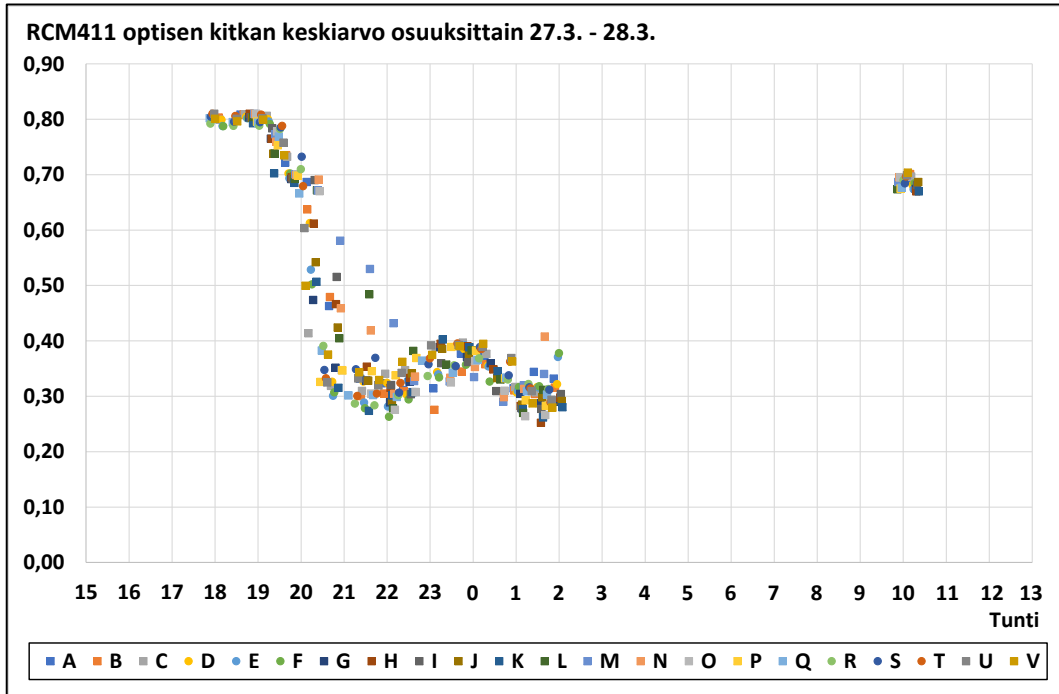


Kuva 16. Grip-luistosuhteiden keskiarvot osuuksittain 27.3.–28.3.2022. Pienempien teiden osuudet neliöinä, Kehä I:n palloina.

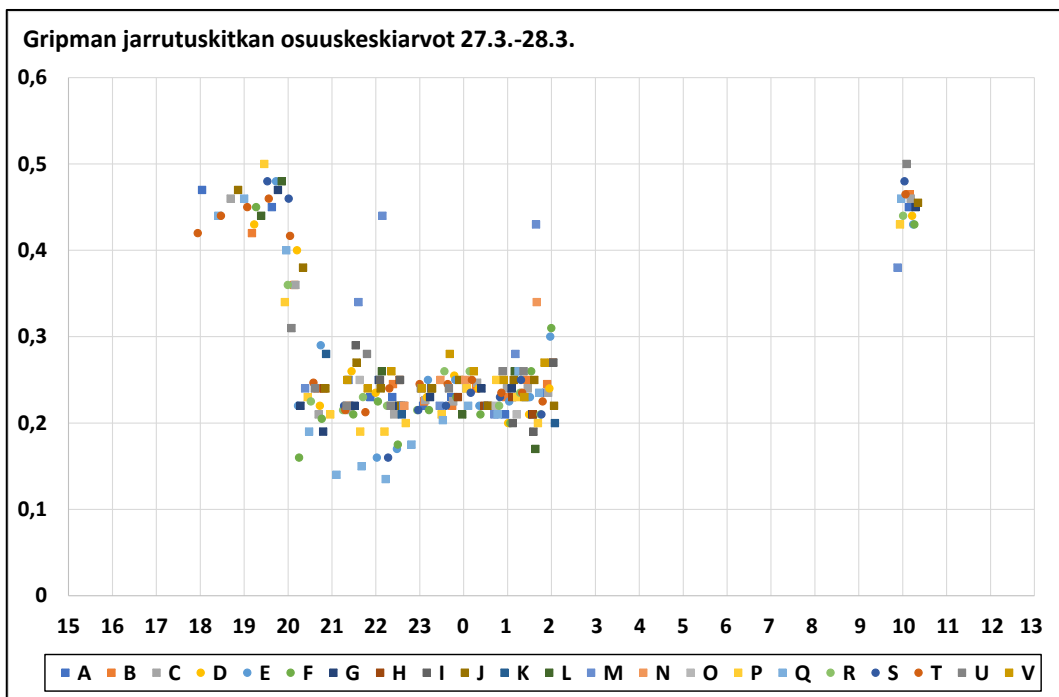


Kuva 17. Grip-luistosuhteiden maksimi-arvot osuuksittain 27.3.–28.3.2022. Pienempien teiden osuudet neliöinä, Kehä I:n palloina.

Optisen RCM411 kitkamittarin sekä Gripman jarrutuskitkamittarin datan mukaan kitka laski merkittävästi sunnuntaina klo 19–21 välillä. Yön jälkeen mittaaja ajoi vielä saman testikierroksen klo 10, jolloin keli oli mittareiden ja mittaajan mukaan täysin pitävä.



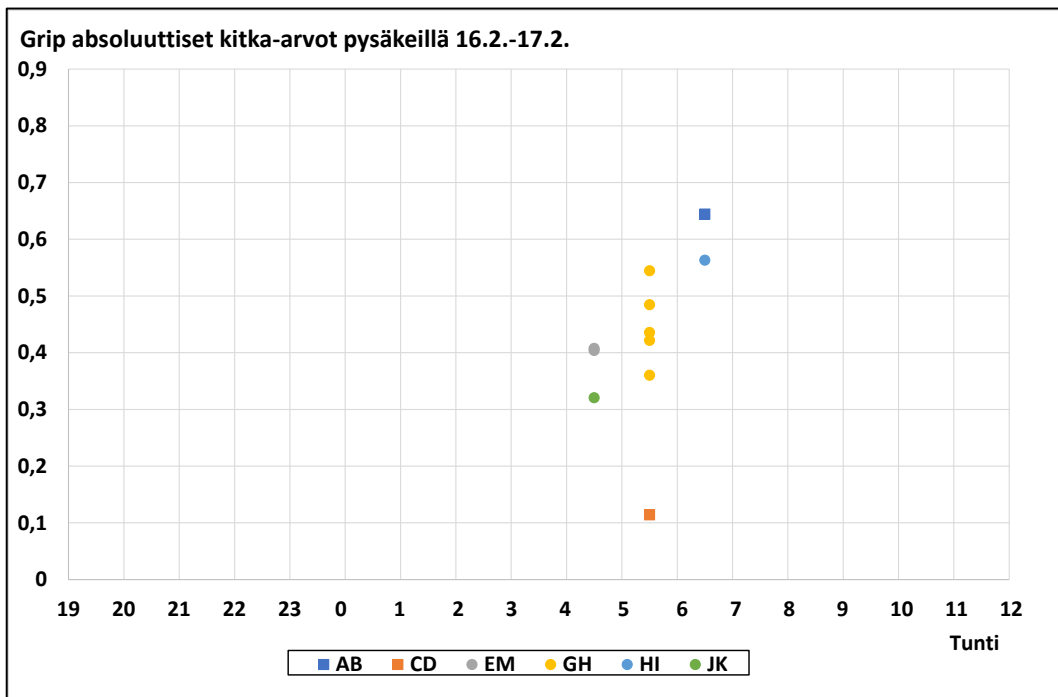
Kuva 18. Optisen kitkamittarin RCM411 kitkan keskiarvo osuuksittain 27.3.–28.3.2022. Pienempien teiden osuudet neliöinä, Kehä I:n palloina. Fysikaalinen kitkaskaala.



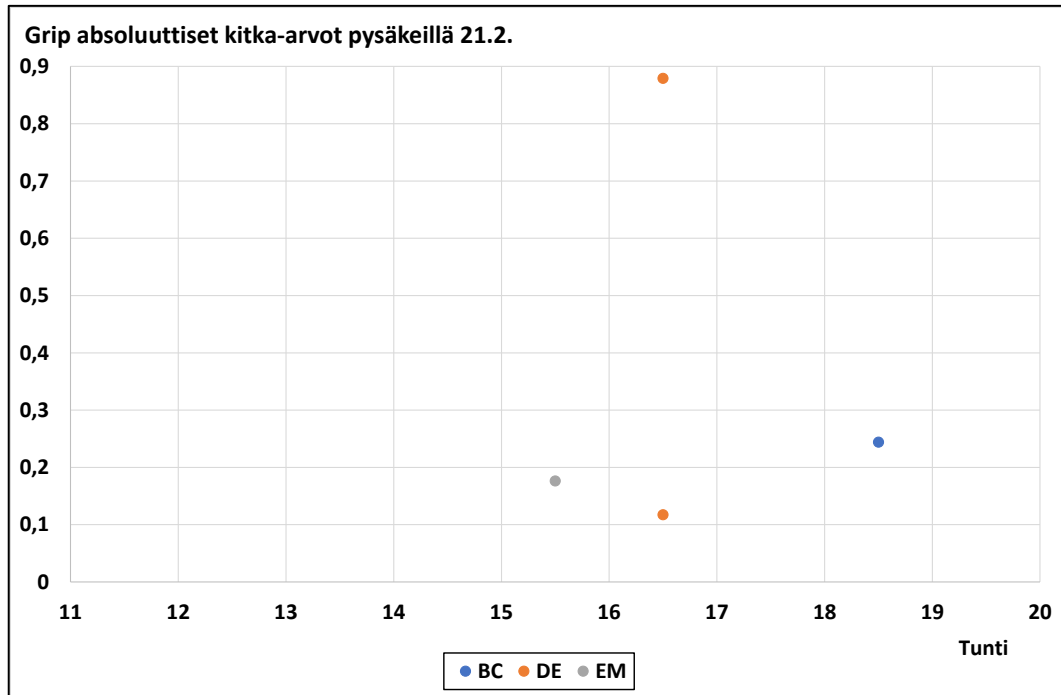
Kuva 19. Jarrutuskitkamittarin Gripman kitkan keskiarvo osuuksittain 27.3.–28.3.2022. Pienempien teiden osuudet neliöinä, Kehä I:n palloina. Väyläviraston kitkaskaala.

3.4 Grip absoluuttiset kitka-arvot pysäkeillä

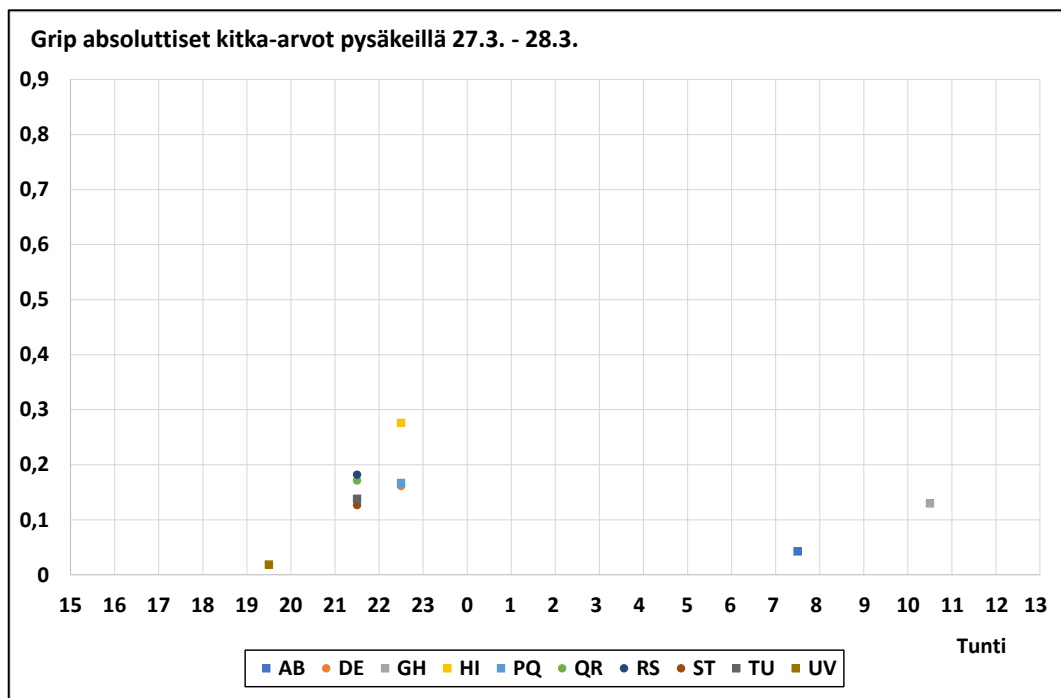
Grip-järjestelmä mahdollistaa myös sen, että linja-autojen jarruttaessa pysäkeille mitataan jarrutuskitkaa. Jarrutuskitka saadaan kuitenkin rekisteröityä melko harvoin. 17.2. aamulla mitattiin hyvin eritasoisia jarrutuskitkoja (kuva 20). Myös vertailumittausten kitkaskaala oli tuolloin varsin laaja. 21.2. mitatusta neljästä jarrutuskitkasta kolme oli hyvin uskottavia (kuva 21). Sen sijaan keskellä lumipyryä mitattiin yllättäen yksi mitta-arvo, joka edustaa paljaan ja kuivan päällysteen kitkaa. 27.3.–28.3. kitka-arvot olivat pääosin varsin uskottavia, 28.3. klo 10 jälkeen mitattu matala kitka oli ehkä hieman yllättävä (kuva 22).



Kuva 20. Grip absoluuttiset kitka-arvot pysäkeillä 16.2.–17.2.2022. Kirjainyhdistelmä kertoo, minkä kahden osuuden välisestä pysäkistä on kyse. Turuntien pysäkit neliöinä, Kehä I:n palloina.



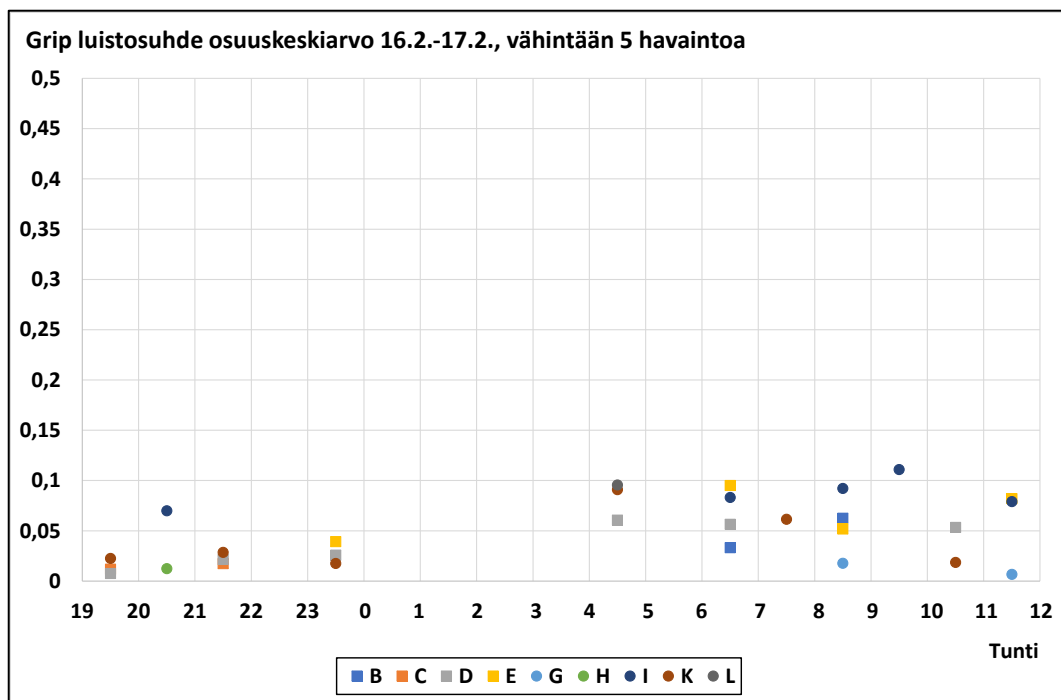
Kuva 21. Grip absoluuttiset kitka-arvot pysäkeillä 21.2.2022. Kirjainyhdistelmä kertoo, minkä kahden osuuden välisestä pysäkistä on kyse. Turuntien pysäkit neliöinä, Kehä I:n palloina.



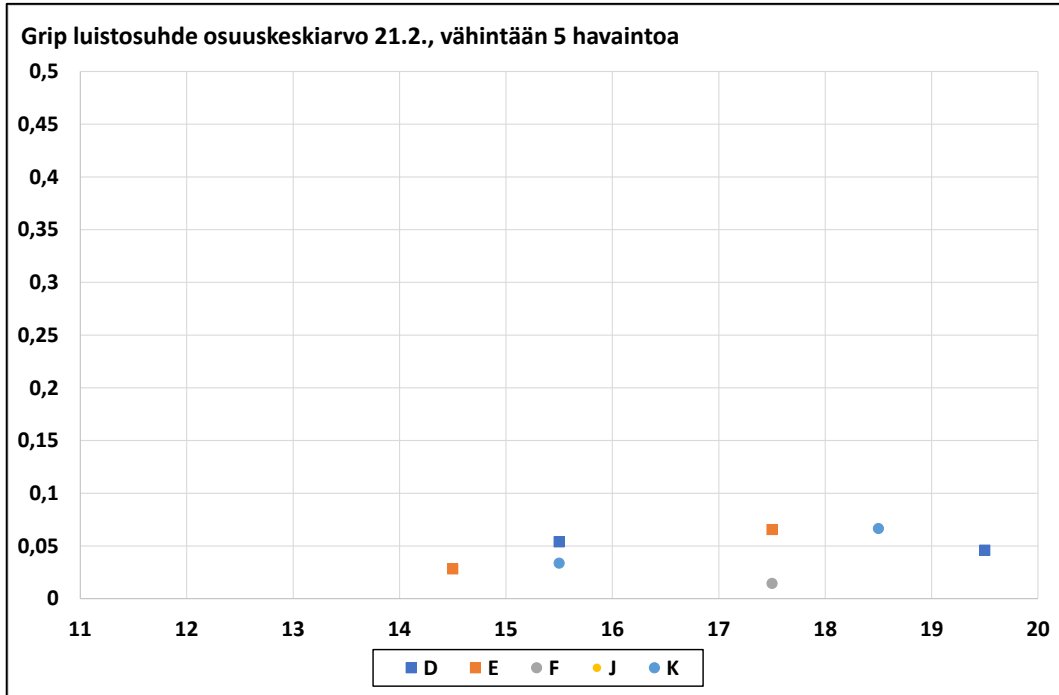
Kuva 22. Grip absoluuttiset kitka-arvot pysäkeillä 27.3.–28.3.2022. Kirjainyhdistelmä kertoo, minkä kahden osuuden välisestä pysäkistä on kyse. Pienempien teiden pysäkit neliöinä, Kehä I:n palloina.

3.5 Grip-havaintojen määrän vaikutus tulosten

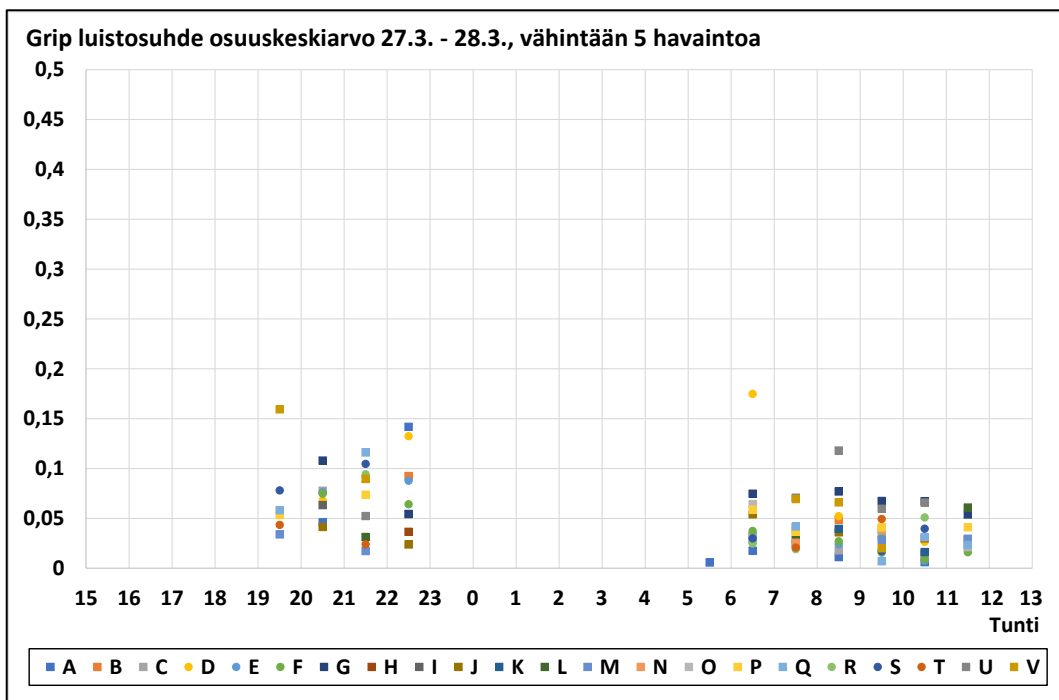
Saatu Grip-aineisto sisälsi tiedon, kuinka moneen luistosuhdehavaintoon osuuden luistosuhdetulos perustuu. Jäljessä on toistettu kuvat 4, 9 ja 16 siten, että mukaan on otettu vain sellaiset luistosuhdetulokset, jotka perustuvat vähintään 5 luistosuhdehavaintoon. Kuvassa 23 nähdään, että keskiarvotuloksissa pitävän illan ja liukkaan aamun ero hieman selkiytyy. Kuvan 24 osalta on edelleen se tilanne, että myrakkätuntien luistosuhteet jäävät varsin alhaisiksi. Kuvasta 25 nähdään, että havaintoja oli eniten viimeisessä testissä, joten kuva 25 ei juuri eroa kuvasta 16.



Kuva 23. Grip-luistosuhteiden keskiarvot osuuksittain 16.2.–17.2.2022. Vain ne tulokset, jotka perustuvat vähintään 5 havaintoon. Turuntien osuudet neliöinä, Kehä I:n palloina.



Kuva 24. Grip-luistosuhteiden keskiarvot osuuksittain 21.2.2022. Vain ne tulokset, jotka perustuvat vähintään 5 havaintoon. Turuntien osuudet neliöinä, Kehä I:n palloina.



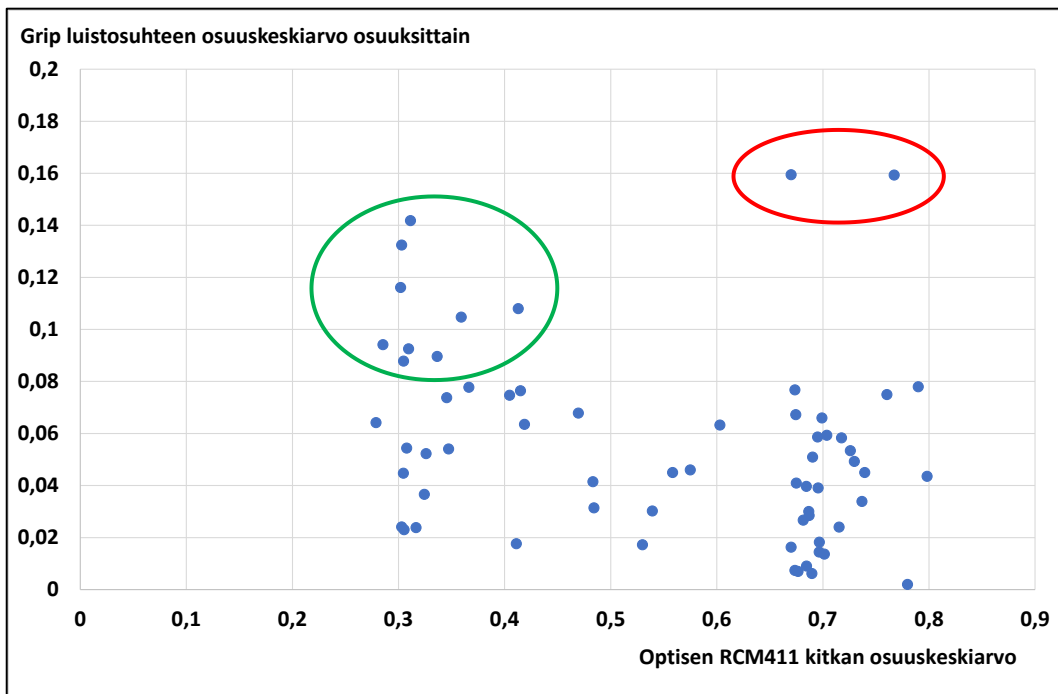
Kuva 25. Grip-luistosuhteiden keskiarvot osuuksittain 27.3.–28.3.2022. Vain ne tulokset, jotka perustuvat vähintään 5 havaintoon. Pienempien teiden osuudet neliöinä, Kehä I:n palloina.

3.6 Osuuskohtainen luistosuhteen ja optisen kitkan vertailu

Tehdyistä testeistä 27.3.–28.3. onnistui ehkä parhaiten keliä vaihtelun ja Grip-havaintojen suuren määrän ansiosta. Tällä aineistolla testattiin osuuskohtaisten tulosten vertailua (kuva 26). Tässä vertailussa on kuitenkin omat haasteensa:

- Gripin tulokset on laadittu osuuksien tuntikeskiarvon pohjalta. Tällöin yksi piste kuvassa 26 edustaa esim. osuutta C klo 19:00–20:00.
- Vertailumittauksissa kyseisen tunnin aikana osuus C on ajettu läpi esim. 19:05–19:08 sekä 19:52–19:55. Nyt Gripin tulosta vastaava optisen kitkan tulos on näiden kahden mittauksen keskiarvo. Ei ole kuitenkaan varmaa, kuinka hyvin nämä kaksi lyhyttä mittaushetkeä edustavat koko tuntia koskevaa Gripin tulosta.
- Sunnuntaina 27.3. klo 15–19 ei saatu lainkaan Grip-luistosuhdehavaintoja. Tällöin vallitsi pitävä keli. Jos tällaiset ”nollahavainnot” tulkittaisiin pitävän kelin havainnoiksi, korrelaatio paranisi selvästi.

Tuloksista erottuu kaksi huomionarvoista pistejoukkoa. Vihreän ympyrän sisällä olevat havainnot ovat ”oikeassa paikassa”. Näyttäisi, että yli 0,08 luistosuhteet indikoisivat tässä liukkaita. Tähän nähden punaisen ympyrän sisällä olevat havainnot ovat kuitenkin ”väärässä paikassa”. Näistä kahdesta havainnosta toinen koskee sunnuntaina klo 19–20, eli juuri muutostilannetta. Toinen taas osuus maanantaille klo 10–11.



Kuva 26. Gripin ja optisen RCM411 mittausten vertailua osuuskohtaisesti 27.3.–28.3.2022.

4 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tässä tutkimuksessa on tarkastelu ns. Grip-menetelmän tarkkuutta tien pinnan kitkan mittaamisessa. Menetelmässä verrataan raskaan liikenteen ajoneuvon vapaasti pyörivien ja vetävien renkaiden pyörimisnopeutta. Mikäli vetävät renkaat pyörivät vapaasti pyöriviä nopeammin matalalla moottoriteholla, tien pinnassa voi olla liukkaita. Tutkimuksessa menetelmällä varustettujen raskaiden ajoneuvojen kitkanmittaustuloksia on verrattu yleisesti käytettävien kitkamittareihin mittaustuloksiin. Aiemmasta vastaavasta tutkimuksesta poiketen tässä tutkimuksessa menetelmää on testattu järjestelmänä. Toisin sanoen menetelmän tuottamat tulokset pohjautuvat useamman Grip-ajoneuvon tuottamiin tuloksiin.

Tutkimus käynnistettiin kesällä 2017. Ensimmäisessä testeissä tulokset eivät lainkaan vastanneet odotuksia. Tämän jälkeen menetelmää kehittänyt EEE Innovations kehitti järjestelmää useampaan otteeseen. Aiemmin käytetty ulkopuolisen toimittajan Can-väylän lukija vaihdettiin EEE Innovationin itse koodaamaan lisälaitteeseen. Tässä raportissa on yksityiskohtaisemmin kuvattu vain kolmea kevättalvella 2022 tehtyä testiä. Aiempien testien laajempaa kuvausta ei katsottu perustelluksi, sillä järjestelmää kehitettiin näiden testien jälkeen.

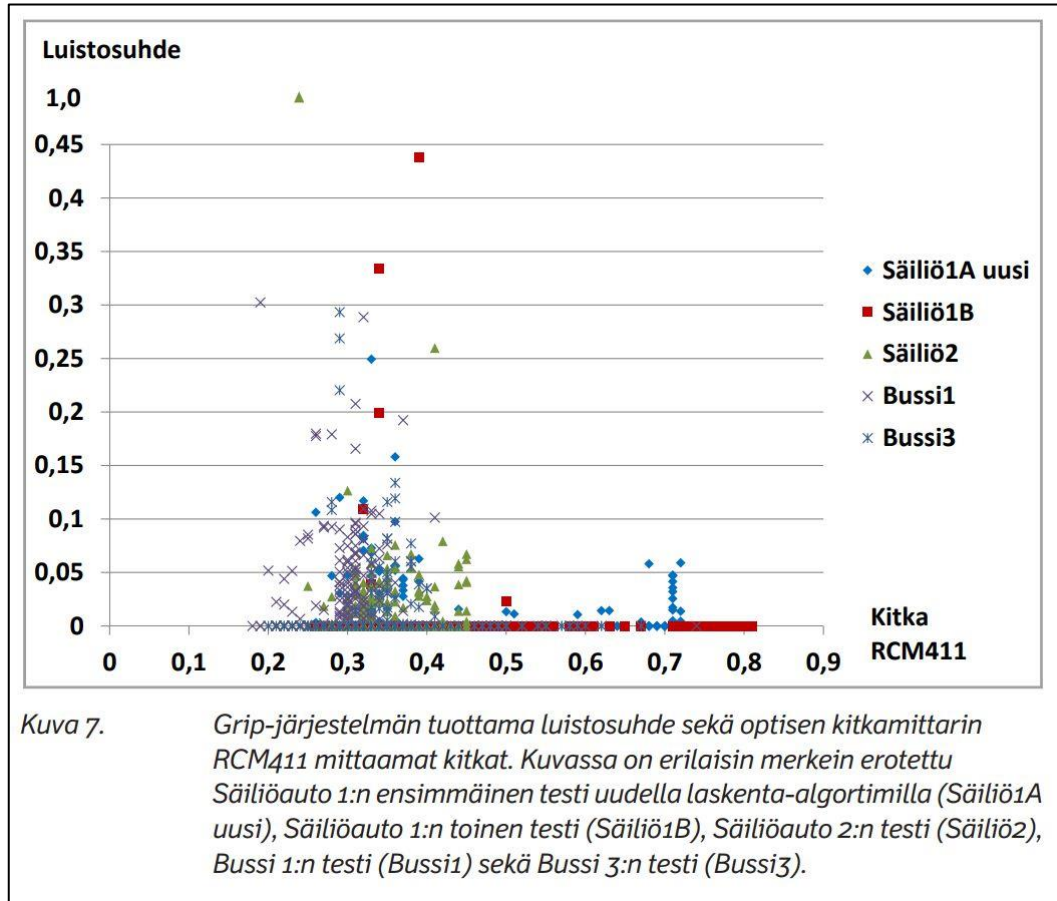
Kevättalven 2022 testit etenivät seuraavasti:

- Ensimmäisessä testissä (linjan 550 autot) keli oli illalla 16.2. vertailumittausten mukaan pitävä. Aamulla 17.2. räntäsateessa vertailumittaukset osoittivat hyvin vaihtelevia kitkatasoja, kunnes keli muuttui vetisemmäksi ja pitävämmäksi. Gripin luistosuhteen osuuskeskiarvot eivät havainneet suurta eroa illan ja aamun kelissä. Sen sijaan luistosuhteen maksimiarvojen perusteella aamu oli selvästi iltaa liukkaampi.
- Toisessa testissä (linjan 550 autot) 21.2. tapahtui jyrkkä kelimuutos, jossa hyvin voimakas lumisaderintama muutti lyhyessä ajassa kelin pitävästä todella lumiseksi. Ehkä hieman yllättäen Gripin luistosuhteet jäivät lumimyräkässä varsin alhaiselle eli pitävälle tasolle.
- Kolmannessa testissä (linjan 560 autot) 27.3. keli muuttui iltapäivän ja illan aikana lumisateen myötä pitävästä liukkaammaksi. Tähän maltillisempaan lumisateeseen Grip reagoi selvästi voimakkaammin kuin 21.2. koivaan lumimyräkkään. Aamupäivällä 28.3. klo 10 aikoihin keli oli vertailumittausten mukaan pitävä. Gripin havaintojen mukaan vielä tuolloin oli jonkin verran liukkaita.

Karkeasti ottaen Gripin luistosuhdehavaintojen voi katsoa olevan oikeansuuntaisia. Ehkä suurin puute oli lumimyräkän 21.2. varsin alhaiset luistosuhteet. Testien perusteella jäi pohdittavaksi, pitäisikö Gripin osalta pistää enemmän painoa luistosuhteiden suhteellisiin muutoksiin, kuin luistosuhteiden absoluuttisiin arvoihin? Pitäisikö enemmän myös painottaa pitävän kelin olemattomia havaintoja?

Vuonna 2016 julkistettiin ensimmäinen laajempi tutkimus Grip-menetelmästä. Se toteutettiin siten, että yksittäisiä Grip-ajoneuvoja seurattiin kitkamittarein varustetulla ajoneuvolla. Raportin keskeisin tulos on esitetty kuvassa 27. Tässä raportissa kuvatussa tutkimuksessa oli tarkoitus selvittää, tuoko useamman Grip-ajoneuvon tietojen samanaikainen hyödyntäminen oleellista parannusta tulosten laatuun. Merkittävää parannusta on kuitenkin vaikea havaita. Tosin on mahdollista, että

vanhan tutkimuksen koeasetelma oli järjestelmälle hieman edullisempi, sillä yksittäisten mittaustulosten ajallinen ja paikallinen kohdentaminen oli tarkempaa. Nyt kun Grip-järjestelmän osalta on tehty huomattavaa kehitystyötä, olisi teoriassa mielenkiintoista nähdä, toisiko vanhalla tavalla tehty vertailu toisenlaisen tuloksen.



Kuva 27. Kuva vuoden 2016 raportista (Malmivuo 2016).

Grip-järjestelmä tuottaa nykyään myös absoluuttisen kitkan tilanteissa, joissa Grip-ajoneuvoa jarrutetaan voimakkaasti. Nämä kitkatulokset vaikuttivat oikeansuuntaisilta, mutta sisälsivät muutaman yllättävän havainnon. Näiden mittaustulosten heikkoutena on, että niitä syntyy varsin harvoin.

Raportissa myös tarkasteltiin lyhyesti Grip-havaintojen määrän vaikutusta tulosten uskottavuuteen. Suurempi havaintojen määrä tuntui hieman lisäävän tulosten luotettavuutta.

Yksi menetelmään liittyvä kysymys on myös se, missä määrin raskas liikenne soveltuu kitkan mittaamiseen. Tein vuonna 2012 kirjallisuustutkimuksen *Raskaan liikenteen renkaiden urasyvyyden ja rengasseoksen vaikutus liikenneturvallisuuteen talviolosuhteissa*. Tutkimuksessa tuli hyvin ilmi, että raskaan kaluston käyttäytyminen liukkaalla on paljon epäohdonmukaisempaa kuin henkilöautojen. Eräissä ruotsalaisessa lähteessä (Öberg ym. 2000) tutkittiin mm. maksimaalista nopeutta, jolla ajoneuvon ohittamista vastaava ohjausliikesarja voitiin suorittaa ilman luistoon joutumista jäädytetyllä ja karhennetulla testiradalla. Tulosten mukaan kuorma-autolla ohitus voitiin tehdä kuluneilla kesärenkailla kovemmassa vauhdissa kuin uusilla nastarenkailla. EEE-Innovationin mukaan Grip-menetelmä voisi toimia jopa paremmin henkilöautoissa.

Tutkimuksen mukaan Grip-menetelmän tarkkuus ei järjestelmänäkään vaikuta riittävän talvihoidon vaatimustenmukaisuuden arviointiin. Menetelmästä voi kuitenkin olla hyötyä talvihoidon palvelutason arvioinnissa.

Lähdeluettelo

- Malmivuo, Mikko 2016: Ajoneuvon tietoväylää hyödyntävän liukkaudentunnistuksen testaus. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 49/2016. 42 s. + liitt.
- Öberg, Gudrun; Nordström, Olle; Wallman, Carl-Gustaf, Wiklund, Mats; Wretling, Peter 2000: Tunga fordons däckanvändning. Effekter vid is/snöväg-lag. VTI meddelande 884. 72 s. + liitt.



Väylävirasto
Trafikledsverket

ISSN 2490-0745
ISBN 978-952-405-005-0
www.vayla.fi