

Mikko Malmivuo

## Lumikertymäpilotin testaus





Mikko Malmivuo

# Lumikertymäpilotin testaus

Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 47/2017

Liikennevirasto  
Helsinki 2017

*Kannen kuva: Juhana Konttinen / vastavalo.net*

Verkojulkaisu pdf ([www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi))

ISSN-L 1798-6656

ISSN 1798-6664

ISBN 978-952-317-462-7

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000

**Mikko Malmivuo: Lumikertymäpilotin testaus.** Liikennevirasto, kunnossapito-osasto. Helsinki 2017. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 47/2017. 41 sivua ja 1 liite. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-462-7.

**Avainsanat:** ennusteet, lumi, tiet, talvi, talvikunnossapito, talvihoito

## Tiivistelmä

Tämän tutkimuksen tavoitteena on testata Forecan kehittämän lumikertymäennusteen (jäljessä "Pilotti") toimivuutta. Tutkimuksen kohteena ollut Pilotti ennusti tiejaksoittain lumen syvyyden 24 tuntia eteenpäin sekä toteuman 12 tuntia taaksepäin. Tilanteissa, joissa ennustettu tai toteutunut lumisyvyys ylitti talvihoidon laatuvaatimuksissa määritellyn lähtökynnyksen tai maksimilumisyyden, lumensyvyyttä kuvaavan käyrän väri muuttui. Tutkimuksessa on seurattu lumensyvyyden kehitystä kenttämittauksin eri puolilla pilottialuetta sekä verrattu näitä mittaustuloksia Pilotin ilmoittamiin ennusteisiin ja toteumiin.

Tutkimuksessa on mitattu ja seurattu alkuvuoden 2017 aikana lumikertymän etenemistä yhdeksässä erilaisessa sadetilanteessa eri puolilla pilottialuetta. Näistä seitsemän viimeisintä mittaustilannetta on kuvattu yksityiskohtaisesti tässä raportissa. Lumen syvyyden mittauksia tehtiin sekä eri kohdissa ajoradan poikkileikkausta, että luonnontilaisissa kohteissa ajoradan ulkopuolella.

Tutkimuksessa havaittiin, että Pilotti on yleensä hieman ennen sadetta tai vielä sateen aikana ennustanut selvästi suurempaa lumisadekertymää, kuin Pilotti on jälkeensä kertymäksi todennut. Toisaalta Pilotin toteama kertymä on pääsääntöisesti ollut varsin lähellä kenttämittausten tuloksia. Ero Pilotin ennusteen ja kertymän välillä on saattanut ainakin osittain liittyä siihen, että ennuste ei ole ottanut kertymän mahdollista sulamista sateen aikana huomioon. Tutkimuksen kohteena olleet lumisateet syntyivät joko pienessä pakkasessa tai nollakeleissä.

Lähes poikkeuksetta suurimmat lumikertymät mitattiin tien reunoista. Reunalla tarkoitetaan päällystetyllä tiellä suunnilleen reunaviivan kohtaa. Tutkimuksessa myös havaittiin, että tien reunojen kertymät vastasivat kohtuullisen hyvin luonnontilaisten kohteiden kertymiä. Siten suurimmat tien poikkileikkauksen kertymät vastasivat kohtuullisen hyvin Pilotin ilmoittamia toteutumia.

Kun otetaan huomioon, ettei urakoitsijalla ja tienpitäjällä ole olemassa tällä hetkellä mitään edullisia, kattavia ja tarkkoja työkaluja laajojen alueiden lumen syvyyden arviointiin, voidaan Pilottia pitää varsin potentiaaliselta työkalulta lumikertymän arvioimiseen. On lisäksi syytä huomauttaa, että Pilotti toimi tutkimuksen aikana teknisesti lähes moitteettomasti. Käyttöliittymä on hyvin selkeä, helppokäyttöinen ja intuitiivinen.

**Mikko Malmivuo: Testning av snöackumuleringspilot.** Trafikverket, drift och underhåll. Helsingfors 2017. Trafikverkets undersökningar och utredningar 47/2017. 41 sidor och 1 bilaga. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-462-7.

**Nyckelord:** Prognoser, snö, snöig väg, vinter, vinterväghållning

## Sammanfattning

Syftet med denna undersökning är att testa funktionen hos den av Foreca utvecklade snöackumuleringsprognosen (i fortsättningen kallad "Piloten"). Piloten som var objekt för undersökningen förutspådde snödjupet 24 timmar framåt och visade utfallet 12 timmar bakåt för olika vägvägsnitt. Färgen hos den kurva som beskriver snödjupet ändrades i situationer där det förutspådda eller faktiska snödjupet överskred de starttrösklar och maximala snödjup som är fastställda i kvalitetskraven för vinterväghållningen. I undersökningen observerades snödjupets utveckling genom fältmätningar på olika håll i pilotområdet och dessa mätresultat jämfördes med de prognoser och utfall som Piloten visade.

I undersökningen har man under första delen av år 2017 mätt och observerat snöackumulerings fortskridande i nio olika regnsituationer på olika håll i pilotområdet. Av dessa har de sju senaste mättillfällena beskrivits i detalj i denna rapport. Det gjordes mätningar på olika ställen av körbanans tvärsnitt och i punkter i naturligt tillstånd utanför körbanan.

I undersökningen upptäckte man att Piloten i allmänhet strax före regn eller medan regnet fortfarande pågick har förutspått en klart större snöfallsackumulering, än vad Piloten i efterhand har angett som utfall. Å andra sidan har den av Piloten angivna ackumuleringen som regel varit mycket nära resultaten av fältmätningarna. Skillnaden mellan Pilotens prognos och ackumuleringen har åtminstone delvis kunnat vara förknippat med att prognosen inte har tagit hänsyn till att ackumuleringen eventuellt har smält under tider med regn. De snöfall som var objekt för undersökningen uppkom antingen vid låg kyla eller nollgradiga förhållanden.

I det närmaste utan undantag uppmättes de största snöackumuleringarna vid väggkanterna. Med kant avses på belagd väg ungefär vid kantlinjen. I undersökningen upptäcktes också att ackumuleringarna vid väggkanterna ganska väl motsvarade ackumuleringarna i mätpunkterna i naturligt tillstånd. Således motsvarade de största ackumuleringarna på ett tvärsnitt av vägen ganska väl de utfall som Piloten visade.

Om man beaktar att det för närvarande inte finns några förmånliga, heltäckande och exakta verktyg för uppskattning av snödjup i stora områden, varken för entreprenörer eller för väghållare, kan Piloten anses vara ett mycket potentiellt verktyg för uppskattning av snöackumulering. Det finns dessutom skäl att påpeka att Piloten under undersökningens gång ur teknisk synvinkel fungerade i det närmaste klanderfritt. Användargränssnittet är mycket tydligt, lättanvänt och intuitivt.

**Mikko Malmivuo: Testing of a snow forecast pilot.** Finnish Transport Agency, Maintenance Department. Helsinki 2017. Research reports of the Finnish Transport Agency 47/2017. 41 pages and 1 appendix. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-462-7.

**Keywords:** Forecasts, snow, snowy road, winter, winter maintenance

## Summary

The objective of this study was to test the accumulation of snow forecast (hereinafter called the "Pilot") developed by Foreca. The Pilot, the object of study, forecast the depth of snow by road section for the following 24 hours and reported the actual accumulation 12 hours backwards. In situations where the forecast or actual depth of snow exceeded the ploughing threshold and maximum snow depths specified in the winter maintenance quality requirements, the colour of the curve indicating the snow depth changed. The study monitored the development of snow depth by means of field measurements conducted in various parts of the pilot area and compared the results with the forecasts and actual snow accumulation reported by the Pilot.

In the study, the development of snow accumulation was measured and monitored in nine different snowfall situations in various parts of the pilot area at the beginning of 2017. Of these, the last seven measurement situations are described in detail in this report. The snow depth measurements were conducted at different points of the carriageway cross section, and in spots in natural state outside the carriageway.

The study showed that the Pilot had usually forecast a significantly higher snow accumulation just before the snowfall began or still while it continued than what the Pilot reported as actual snow accumulation afterwards. On the other hand, as a rule, the snow accumulation established by the Pilot was quite close to the results of the field measurements. The difference between the Pilot forecast and the actual snow accumulation may have been at least partly related to the fact that the forecast did not take into account the potential melting of snow during snowfall. The snowfalls targeted in the study were generated when the temperature was about zero degrees centigrade or slightly below that.

Almost without exception, the largest snow accumulation rates were measured on the edges of the road. Here, the edge of the road refers to the part of a paved road at about where the edge line is located. The study also showed that snow accumulation on the edges of the road corresponded relatively well with the spots in natural state. Therefore, the highest snow accumulation rates on the carriageway cross section corresponded relatively well with the actual accumulation reported by the Pilot.

Taking into account that, at the moment, the entrepreneur and the customer for winter management lack any low-cost, comprehensive, and accurate assessment tools for assessing snow depth in large areas, the Pilot can be considered a potential tool for the assessment of snow accumulation. Moreover, it is worth noting that, in technical terms, the Pilot functioned almost flawlessly throughout the study. The user interface is very clear, easy to use, and intuitive.

## Esipuhe

Foreca on kehittänyt tienpitäjän käyttöön räätälöityä sääennustepalvelua, joka ennustaa mm. valitun alueen teiden lumikertymän, sekä antaa talvihoidon toimenpidesuosituksia. Tässä raportissa kuvatussa tutkimuksessa on verrattu ns. lumikertymäpilotin tuottamia ennusteita tieverkolla alkuvuonna 2017 tehtyihin mittauksiin.

Tutkimuksesta on vastannut Mikko Malmivuo Innomikko Oy:stä. Lisäksi mittauksia ovat tehneet Juha-Matti Vainio ja Taito Tähtinen West Coast Roadmasters Oy:stä. Tutkimuksen johtoryhmään ovat kuuluneet Otto Kärki Liikennevirastosta, Pekka Rajala Uudenmaan ELY-keskuksesta, Petri Hakala, Rami Honkanen, Samu Karanko ja Marko Moilanen Forecalta sekä Henry Tennberg RoadMeteo Oy:stä.

Helsingissä syyskuussa 2017

Liikennevirasto

Kunnossapidon ohjaus ja kehittäminen



# Sisällysluettelo

1	JOHDANTO .....	8
1.1	Tausta .....	8
1.2	Tavoite .....	8
2	TALVIHOIDON LAATUVAATIMUKSET JA AJORADAN LUMISUUS .....	9
2.1	Ajoradan lumisuuden määrittäminen .....	9
2.2	Ajoradan lumisyvydet .....	10
3	LUMIKERTYMÄPILOTIN KÄYTTÖLIITTYMÄ.....	11
4	SUORITETUT MITTAUKSET .....	13
4.1	Simpele 16.2.–17.2.2017 .....	14
4.2	Kouvola 16.2.–17.2. ....	17
4.3	Mäntsälä 22.2.–23.2.2017 .....	20
4.4	Orimattila I 1.3.–2.3.2017 .....	24
4.5	Valkeala 1.3.2017 .....	28
4.6	Orimattila II 7.3.–8.3.2017 .....	31
4.7	Järvenpää 31.3.2017 .....	35
5	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	39
	LÄHTEET .....	41
	LIITTEET	
Liite 1	Toimenpidesuositukset (vain Simpele)	

# 1 Johdanto

## 1.1 Tausta

Suomessa maanteiden talvihoito on määritelty ns. talvihoidon laatuvaatimuksissa. Aurauksen osalta on määritelty ns. maksimilumensyvyys, joka ei saa ajoradalla ylittyä muuten kuin poikkeuksellisissa olosuhteissa. Lisäksi laatuvaatimuksissa on määritelty, että aurauksen on oltava käynnissä, kun ns. lähtökynnys, eli puolet maksimilumensyvyydestä on ylittynyt joissain aurareitin osissa. Siten talvihoidon laatuvaatimusten noudattaminen edellyttää, että hoitourakoitsijan on oltava tietoinen niin aurareitin lumikertymäennusteesta kuin todellisesta kertymästä.

Foreca on kehittänyt tienpitäjän käyttöön räätälöityä sääennustepalvelua, joka ennustaa mm. valitun tiejakson lumikertymän, sekä antaa talvihoidon toimenpidesuosituksia. Toimenpidesuositukset ja lumikertymä annetaan tietyille ajanjaksoille kohdistettuina ennusteina. Lisäksi järjestelmä ilmoittaa toteutuneen kertymän. Alkuvuoden 2017 pilottialueena toimi Mäntsälän hoitourakka sekä Kaakkois-Suomen Ely-keskuksen alue.

## 1.2 Tavoite

Tämän tutkimuksen tavoitteena on tehdä lumensyvyyssmittauksia pilottialueella lumisateiden aikana. Tutkimusraportissa on tarkoitus:

- verrata tehtyjä mittauksia sekä lumikertymäpilotin ennusteisiin että pilotin ilmoittamiin toteutuneisiin lumensyvyyksiin
- esittää kehitysideoita lumikertymäpilotin suhteen
- arvioida lumikertymäpilotin käyttökelpoisuutta sekä laajentamisen ja jatkamisen mielekkyyttä

## 2 Talvihoidon laatuvaatimukset ja ajoradan lumisuus

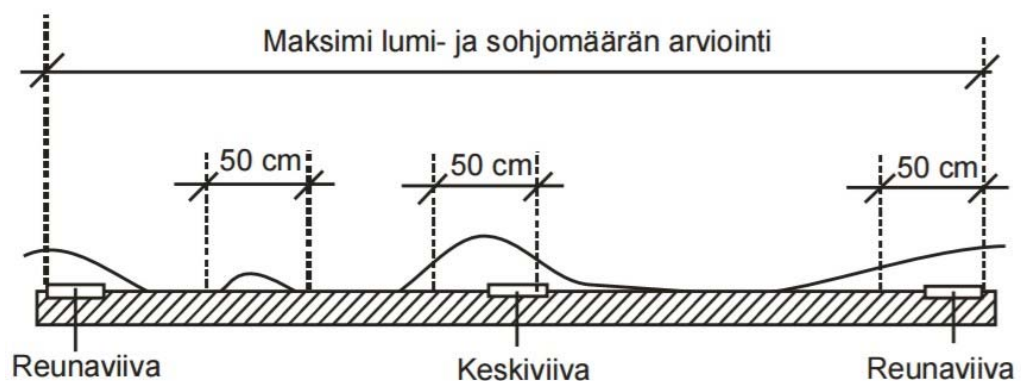
Talvihoidon laatuvaatimukset määrittelevät raja-arvot niin ajoradan kitkalle, lumisuudelle kuin tasaisuudelle. Tässä luvussa tarkastellaan lumisuuteen liittyviä keskeisiä vaatimuksia.

### 2.1 Ajoradan lumisuuden määrittäminen

Talvihoidon laatuvaatimusten mukaan maksimilumisyyvyys on suurin keskimääräinen lumen tai sohjon syvyys, mikä löytyy ajoradalta joko ajourista, ajourien välistä, keskitieltä tai ajokaistan reunalta 50 cm leveänä yhtenäisenä pituussuuntaisena kaistaleena.

- Alle 50 cm leveän lumi- tai sohjokaistaleen maksimilumisyyvyys saadaan arvioimalla lumi tai sohjo jakautuneeksi tasaisesti 50 cm leveydelle
- Sohjolla tarkoitetaan muuntunutta kosteaa lunta, joka ei tartu tienpintaan kiinni. Liirtovaaraa synnyttämätön kuivahko lumipöperö ei ole sohjoa.
- Ajoradan poikkileikkauksen lumisin tai sohjoisin 50 cm leveä kaistale mitataan reunaviivojen välisellä alueella, reunaviiva mukaan lukien. Maksimilumisyyvyys on tällöin keskimääräinen lumen tai sohjon syvyys kyseisellä 50 cm kaistalla (Liikennevirasto 2015).

Tämän tutkimuksen lumensyvyysmittaukset on tehty edellä kuvattujen ohjeiden mukaan. Ohjeita on havainnollistettu kuvassa 1.



Kuva 1. Ajoradan maksimi lumi- ja sohjosyvyysmittaus. Mikäli reunaviivoja ei ole, syvyyttä tarkastellaan aurasvallien välisellä alueella pois lukien aurasvallin reunassa oleva 20 cm kaistale

## 2.2 Ajoradan lumisyvydet

Laatuvaatimusten mukaan ajorata on pidettävä puhtaana irtolumesta ja sohjosta. Sateen aikana ajoradalla saa olla korkeintaan taulukossa 1 esitetty maksimilumisyvyys. Sohjoa sallitaan puolet lumen määrästä.

Aurauksen on oltava käynnissä sateen aikana viimeistään, kun ajoradalla on puolet taulukon 2 maksimilumisyvyyden arvosta (ns. lähtökynnys). Ajorata on puhtaaksi aurattu toimenpideajassa sateen päättymisestä. Lumisateen jälkeen tehdyn suolauksen synnyttämä sohjo on poistettava sohjonpoiston toimenpideajassa suolauksen toimenpideajan päättymisestä (Liikennevirasto 2015).

Taulukko 1. Lumen poiston laatuvaatimukset sään ja kelin muutostilanteessa.

Talvihoito- luokka	Maksimilumisyvyys sateen aikana (cm)		Toimenpideaika (h)	
	Irtolumi	Sohjo	Irtolumi	Sohjo
Is	4	2	2,5	2
I	4	2	3	2,5
Ib ja Tlb	4	2	3	3
II	8	4	4	4
III	10	5	6	6

### 3 Lumikertymäpilotin käyttöliittymä

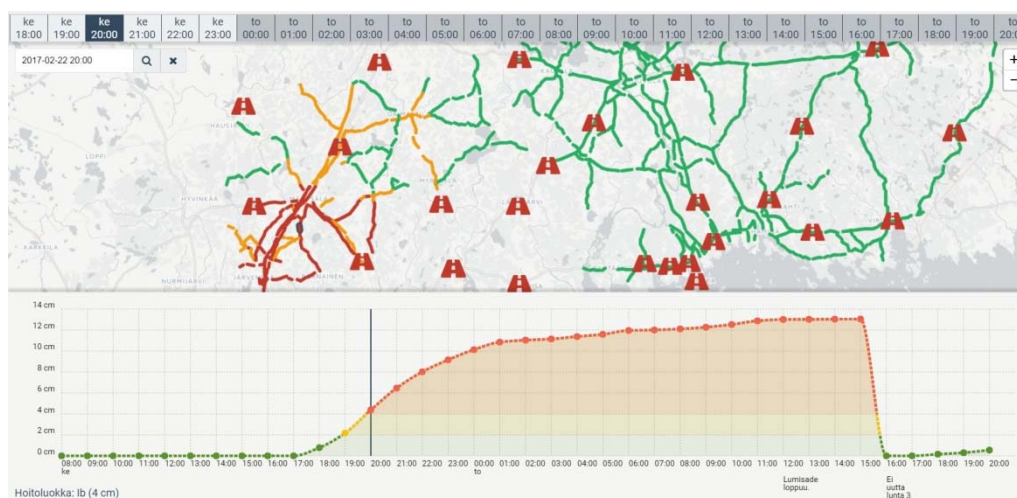
Forecan kehittämä lumikertymäpilotti on internetin kautta käytettävissä oleva sovellus. Käyttöliittymä perustuu karttaapohjaan, jossa maantieverkko on korostettu omalla värillään. Kun hiirellä klikkaa mitä tahansa tällaista tieosuutta, näytön alalaitaan ilmestyy kyseistä tieosuutta kuvaava lumikertymämalli (kuva 2). Malli esittää toteutuneen lumikertymän viimeisen 12 tunnin ajalta ja ennustettavan kertymän seuraavan 24 tunnin ajalta.

Mallissa lumikertymä kasvaa lumisateen edetessä. Kun uutta lunta tai räntää ei ole tullut kyseisen hoitoluokan toimenpideajan puitteissa, mallin kertymä nollautuu. Kertymää kuvaava vihreä viiva muuttuu oranssiksi, kun kertymä saavuttaa tieosan hoitoluokan mukaisen lähtökynnyksen. Viiva muuttuu punaiseksi, kun maksimilumisyyvyys ylitetään. Vastaavat värit näkyvät myös karttapohjan tieosuuksien väreinä. Forecan Pilotin ajatuksena on, että se helpottaa laajoihin alueisiin liittyvien kokonaisuuksien hallintaa tilanteessa, jossa sekä lumisateen voimakkuus, että laatuvaatimukset vaihtelevat tietyn alueen sisällä.

Malli pohjautuu sekä toteutuneisiin mittauksiin että ennusteisiin. Malli ei kuitenkaan saa mitään tietoa hoitotoimenpiteiden edistymisestä, joten mallin kertymät eroavat luonnollisesti huomattavasti todellisesta tilanteesta hoitotoimenpiteiden jälkeen.

Toimenpidesuosituksukset tulevat näkyviin, kun karttapohjalla olevia hieman A-kirjainta muistuttavia symboleja klikataan (kuva 3). Toimenpidesuosituksukset annetaan erikseen niin päätteille kuin sivuteille. Tummalla tekstillä esitetään voimassa olevat toimenpidesuosituksukset ja harmaalla aikaisemmat suosituksukset. Suositussymbolin väri muuttuu, kun aktiivisia toimenpidesuosituksia astuu voimaan. Tässä raportissa on kuvattu toimenpidesuosituksia vain Simpeleen mittausten osalta (Liite 1).

Käyttöliittymän vasemmasta yläkulmasta löytyvät historiatiedot. Sieltä voidaan hakea valitun ajanhetken mukaiset kertymätoteumat ja -ennusteet.



Kuva 2. Lumikertymäpilotin käyttöliittymä. Näkymä tilanteessa, jossa on valittu näkyviin yksittäisen tieosan lumikertymätoteuma ja -ennuste.



Kuva 3. Lumikertymäpilotin käyttöliittymä. Näkymä tilanteessa, jossa on valittu näkyviin yksittäisen alueen toimenpidesuositukset.

## 4 Suoritetut mittaukset

Tutkimuksen ensimmäiset mittaukset suoritettiin 7.1.2017 Orimattilassa ja 12.1.2017 Mäntsälässä. Tutkimuksen välipalaverissa 16.1.2017 kuitenkin todettiin, että vaikka mittaukset oli tehty alkuperäisen tutkimussuunnitelman mukaisesti (yksi tien ulkopuolinen vertailupiste), jatkossa tien ulkopuolisia vertailupisteitä tulisi käyttää selvästi runsaammin. Lisäksi 12.1.2017 Mäntsälän mittauksia häiritsi poikkeuksellisen kova tuuli. Edellä olevan johdosta tässä raportissa on esitetty yksityiskohtaisemmin välipalaverin jälkeiset, yhtenäisillä menettelytavoilla toteutetut 7 mittausta. Yhteenveto näistä mittauksista on esitetty taulukossa 2.

Taulukon 2 perusteella voidaan todeta, että Pilotin hieman ennen sateen alkua tekemät ennusteet lumensyvydestä poikkeuksetta ylittivät pilotin myöhemmin ilmoittamat toteumat. Toisaalta kenttämittaukset vastasivat pääsääntöisesti melko tarkasti Pilotin ilmoittamia toteumia. Suurin ero kenttämittausten ja pilotin välillä syntyi "Orimattila I" mittausten yhteydessä, jolloin mitattu lumensyvyys oli yli kaksinkertainen Pilotin ilmoittamaan toteumaan nähden. Mallin kannalta haasteena saattoi olla se, että lumen koostumus oli yllättävän kuivaa ilman lämpötilaan nähden.

Etenkin Järvenpäässä, sekä myös jossain määrin Orimattila II:ssa mitattu kertymä alitti Pilotin ilmoittaman toteuman. Tässä syynä oli todennäköisimmin se, että kertymä rupesi osittain sulamaan sateen aikana, eikä malli ottanut tätä huomioon.

Taulukko 2. Raportissa kuvattujen mittausten yhteenveto

Mittauspaikka	Ajankohta (vuonna 2017)	Pilotin ennustama kertymä 2-3 h ennen ennustettua lumisadetta <sup>1</sup>	Pilotin toteama kertymä sateen jälkeen <sup>1</sup>	Maksimi-kertymä kenttämittausten mukaan <sup>2</sup>	Ilman lämpötilan vaihteluväli lumisateen aikana	Keskituulen vaihteluväli lumisateen aikana	Mittausten tekijä
Simpele <sup>3</sup>	16.2.-17.2.	2,8	0,8-1,2	0,8	-1,8°C...-0,2°C	0,0-1,9 m/s	Malmivuo
Kouvola	16.2.-17.2.	3,1	2,1-2,6	2,5	-1,7°C...+0,3°C	0,0-1,1 m/s	Tähtinen
Mäntsälä	22.2.-23.2.	12,3-14,0	11,7-12,0	12,0-14,7	-5,0°C...+0,3°C	1,0-4,4 m/s	Malmivuo
Orimattila I	1.3.-2.3.	3,7-3,8	2,2-2,4	4,9-5,1	+0,1°C...+1,5°C	0,0-1,4 m/s	Malmivuo
Valkeala <sup>4</sup>	1.3.	4,0-4,4	1,2-1,3	1,0-2,0	-0,1°C...+1,3°C	0,0-0,0 m/s	Tähtinen
Orimattila II <sup>5</sup>	7.3.-8.3.	5,1-5,3	2,5-2,9	2,0-2,3	-2,7°C...+0,1°C	1,9-5,3 m/s	Malmivuo
Järvenpää	31.3.	4,5-4,6	2,8-3,3	2,2-2,6	-1,6°C...+0,0°C	0,6-2,2 m/s	Malmivuo
<b>Selitykset</b>							
1	Kertymässä nähty vaihtelu johtuu siitä, että mittauslenkki koostuu useista pilottitiejaksoista, joiden antamat ennusteet ja toteumat voivat hieman vaihdella. Kertymällä tarkoitetaan tässä yhden yhtenäisen lumisateen kertymää, ellei toisin ole mainittu.						
2	Kyseessä on "uskottavin kertymä" ajoradan ulkopuolelta luonnontilaisista kohteista mitattuna.						
3	Kyseessä on kertymät noin 2 tuntia lumisateen alkamisen jälkeen.						
4	Lumisade jatkui vielä jonkin aikaa mittausten jälkeen. Tässä on tarkasteltu ennusteita, toteumia ja mittaustuloksia klo 23:30 asti.						
5	Lumisade jatkui pienen tauon jälkeen vielä myöhemmin. Tässä on tarkasteltu ennusteita, toteumia ja mittaustuloksia 8.3. klo 12 asti.						

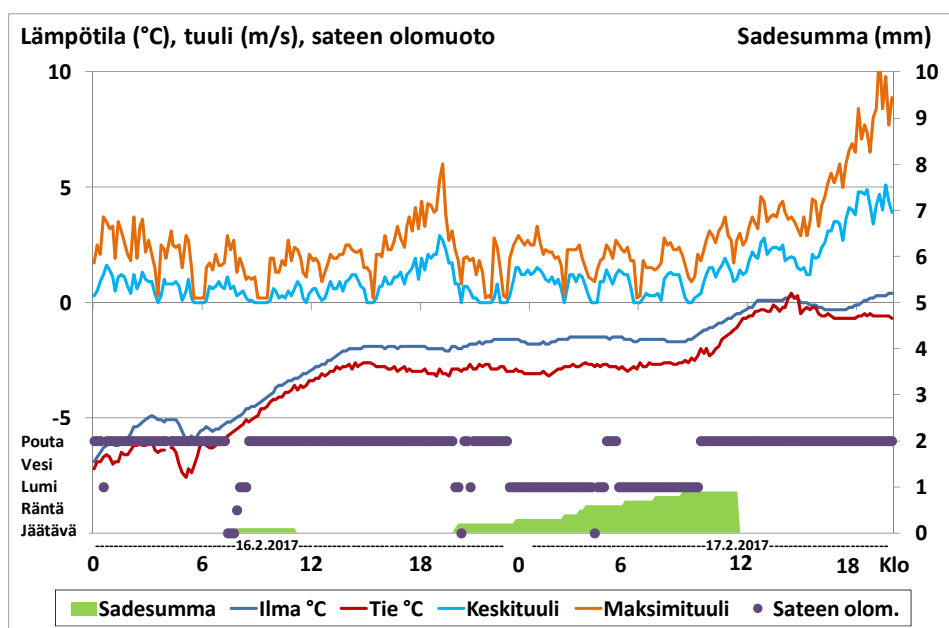
Jäljessä tehtyjä testejä on tarkasteltu yksityiskohtaisemmin. Kenttämittaukset on lopetettu pääsääntöisesti joko auraukseen tai lumisateen loppumiseen. Suolausajankohdat on ilmoitettu siltä osin, kun suolaus on voinut vaikuttaa maantiellä tehtyjen mittausten tuloksiin.

## 4.1 Simpele 16.2.–17.2.2017

Simpeleen kenttämittausten sijainti on esitetty kuvassa 4 ja mittauspäivien säätiedot kuvassa 5.



Kuva 4. Kartta Simpeleen mittauksista.

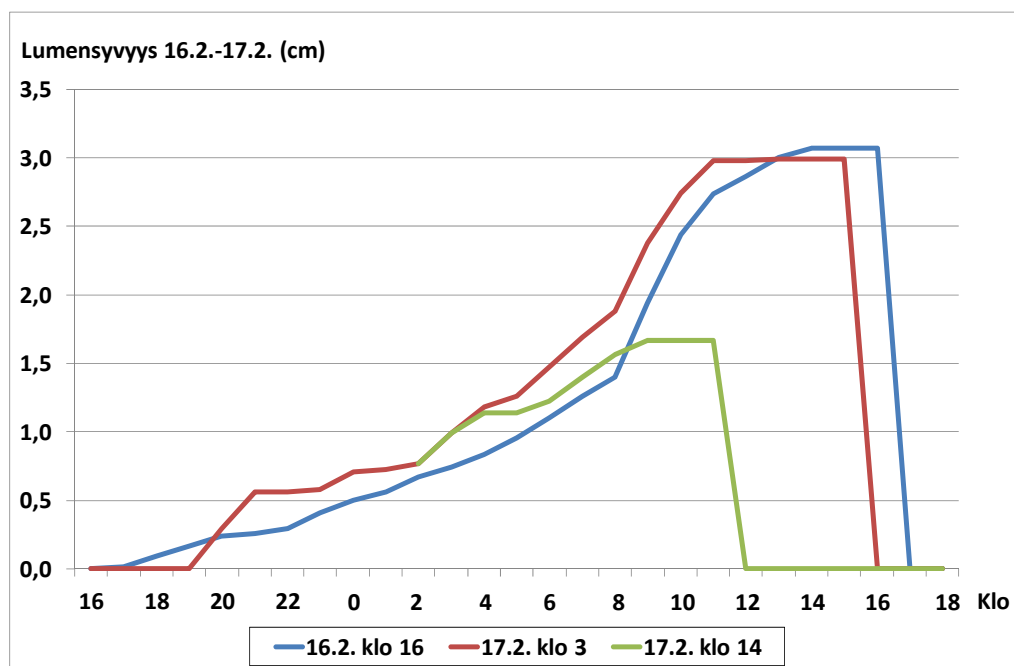


Kuva 5. Simpeleen mittausreitit säätietoja 16.2.–17.2.2017 lähimpien tiesäätiasemien mukaan.



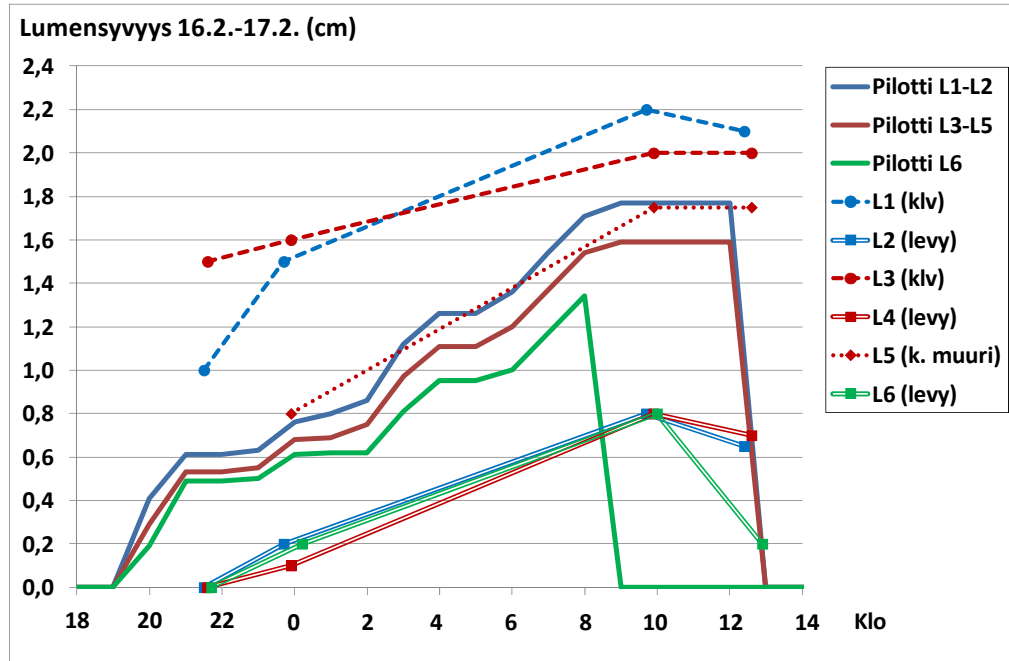
Kuvassa 6 on esitetty Pilotin tekemät ennusteet (klo 16 ja klo 3) sekä toteumat (klo 3 ja klo 14) ennen lumisadetta, lumisateen aikana ja lumisateen jälkeen. Kuvan mukaan Pilotin 17.2. klo 14 ilmoittama toteuma oli hieman yli puolet 16.2. klo 16 ja 17.2. klo 3 ennusteista.

Kuvan 6 käyrät ovat keskiarvoja Simpeleen mittauspisteiden tieosaennusteista. Koska lumisade oli ajoittain varsin hiljaista, osa tieosaennusteita arvioi, että lumisade jakautui kahteen osaan, kun taas osa tieosaennusteista näytti, että lumisade oli yhtenäinen. Jotta keskiarvolaskenta tulisi mielekkääksi, on joillakin tieosilla jouduttu viivästyttämään lumikertymän loppumisehtoa (normaalin loppuehdon mukaan kertymä menee nollassa, jos uutta lunta ei ole tullut kolmeen tuntiin).



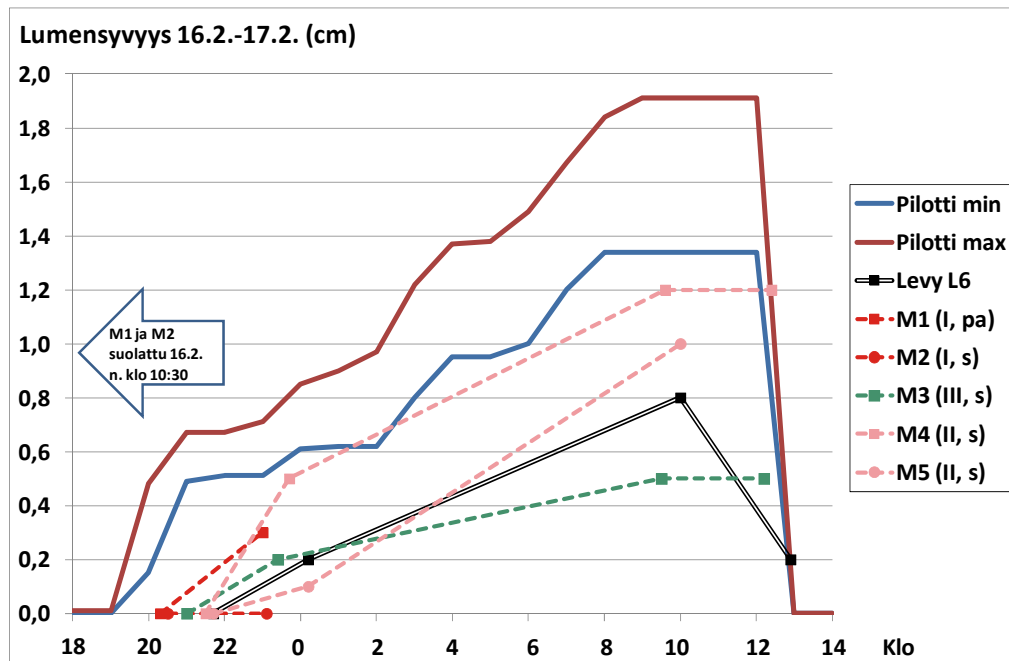
Kuva 6. Pilotin tekemä ennuste lumen syvyyden kasvusta pari tuntia ennen sadetta (klo 16) ja sateen aikana (klo 3). Klo 3 ja klo 14 ennusteista nähdään Pilotin arvioima toteuma. Keskiarvo Simpeleen mittauspisteiden tieosaennusteista.

Kuvassa 7 on vertailtu ns. luonnontilaisia ajoradan ulkopuolisia lumensyvyyden kenttämittauspisteitä Pilotin ilmoittamiin lähimpien tieosaennusteiden toteumiin. Puiset levyt vaikuttivat olevan luotettavimpia lumensyvyyden mittausalustoja, sillä ne antoivat varsin yhdenmukaisia tuloksia. Pilotin mukaan kertymä oli levyjen asentamisen ja kenttämittausten aloittamisen jälkeen 0,8-1,2 cm. Levyjen mukaan kertymä oli 0,8 mm, eli hyvin lähellä Pilotin ilmoittamaa. Kun lumen syvyys mitattiin levyillä aamulla noin klo 9:50, ilman lämpötila oli vielä pakkasella (-1,2 °C). Noin klo 12:40 tehdyissä mittauksissa lumi oli jo alkanut levyjen päällä sulaa, mutta tuolloin ilman lämpötila oli jo lämmennys nolnaan (0,0 °C). Lumi siis tuskin oli pakkasyön jälkeen klo 9:50 tehdyissä mittauksissa ehtinyt 9:50 sulaa. Joka tapauksessa kertymät jäivät Simpeleellä varsin alhaisiksi.



Kuva 7. Ns. luonnontilaisten mittauspisteiden lumikertymän vertailua Pilotin ilmoittamiin vastaavien tieosuuksien toteumiin. "L1-L6" = mittauspisteen koodi, "levy" = mittaus levyn päältä, "klv" = mittaus kevyen liikenteen väylältä, "K. muuri" = mittaus kirkon muurin päältä. Simpeleen mittausreitti.

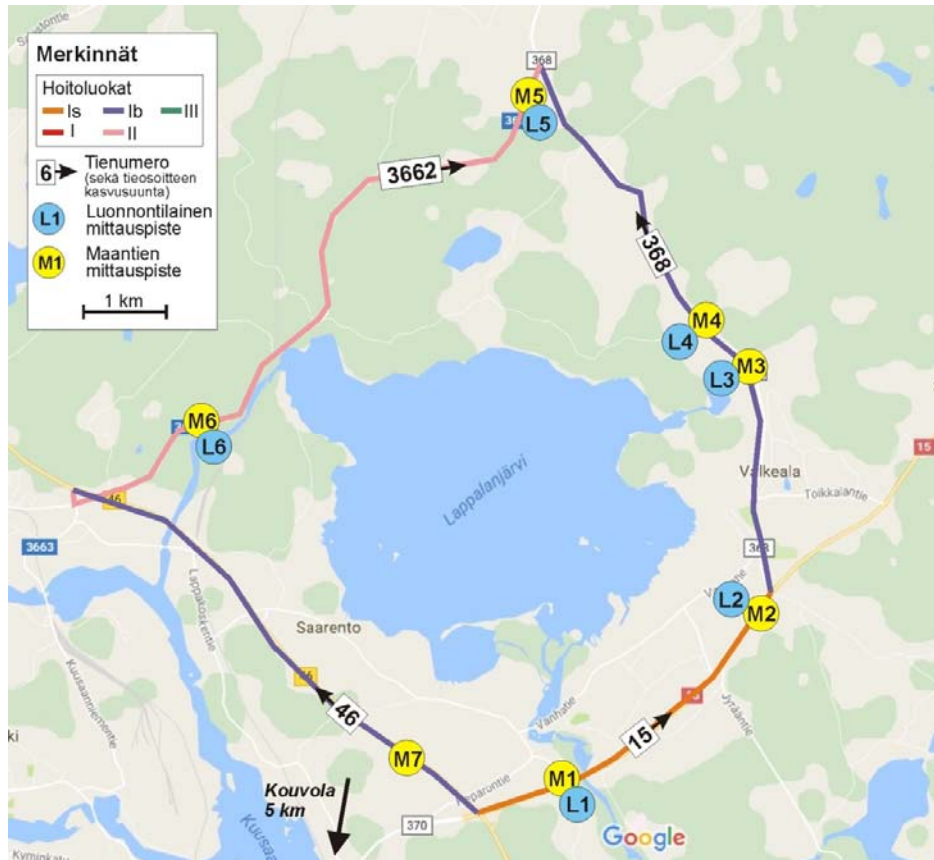
Kuvassa 8 on vertailtu tiellä mitattuja suurimpia lumensyvyyyksiä (lähinnä tien reunat) Pilotin toteumiin ja luonnontilaiseen pisteeseen L6. Hoitoluokan I mittauksia ei jatkettu enää aamulla, koska tie oli aurattu.



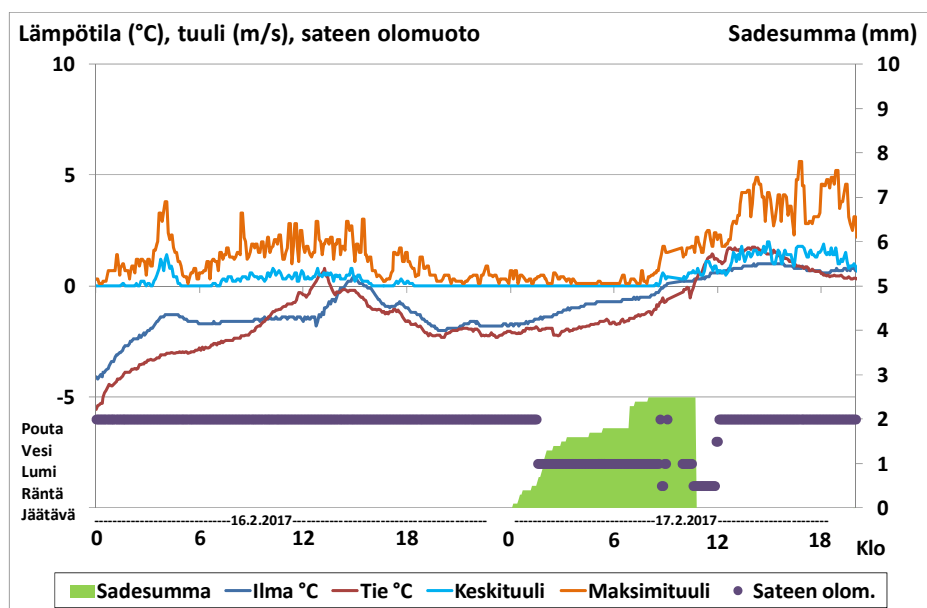
Kuva 8. Suurimmat lumensyvytydet Simpeleen mittausreitillä pisteissä M1–M5 sekä näiden vertailu Pilotin toteumiin ja luonnontilaiseen mittauspisteeseen L6. Mittauspisteiden nimien yhteydessä suluissa hoitoluokka sekä pisteen suojaisuus (a=aukea, pa=puoliaukea, s=suojainen)

## 4.2 Kouvola 16.2.–17.2.

Kouvolan mittausten sijainti on esitetty kuvassa 9 ja mittauspäivien säätiedot kuvassa 10.

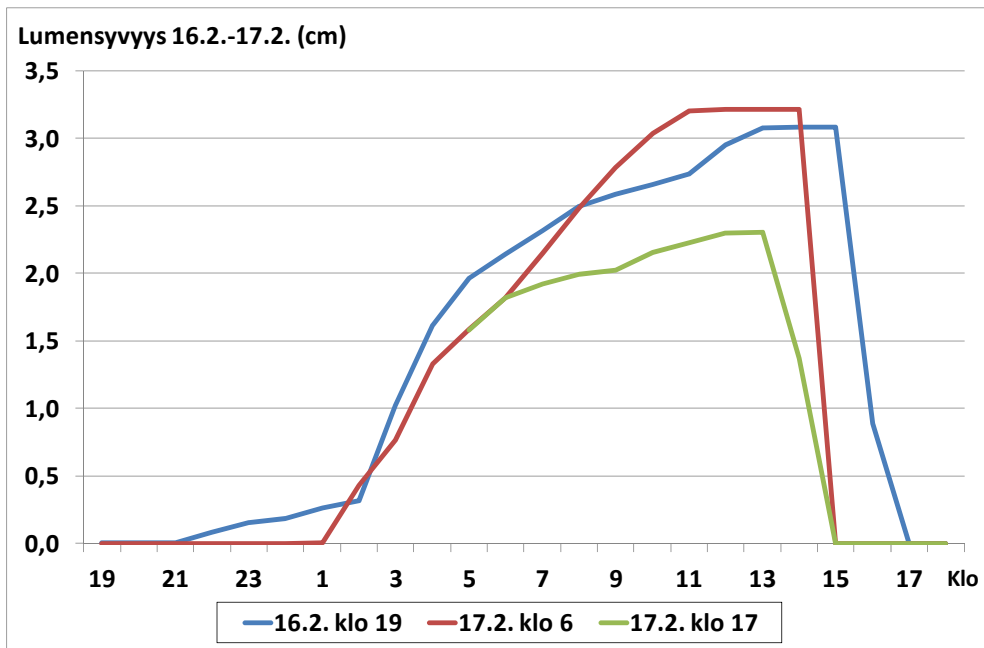


Kuva 9. Kartta Kouvolan mittauksista



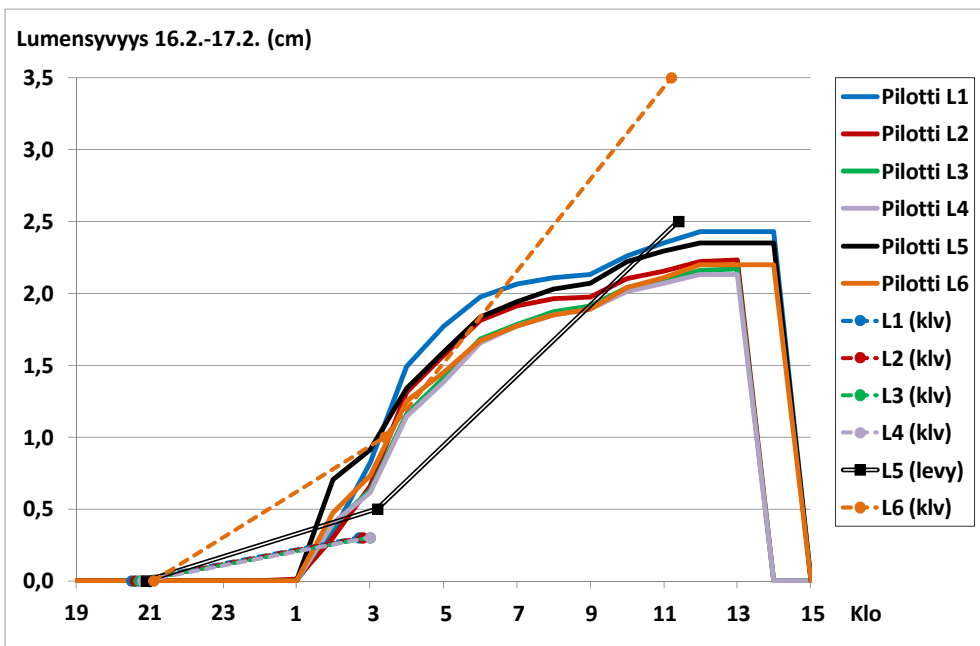
Kuva 10. Kouvolan mittausreitit säätietoja 16.2.–17.2.2017 lähimmän tiesäätiaseman mukaan

Kouvolassa Pilotin ennuste oli hieman lähempänä Pilotin ilmoittamaa toteumaa kuin Simpeleellä. Sade kuitenkin alkoi odotettua myöhemmin (kuva 11).



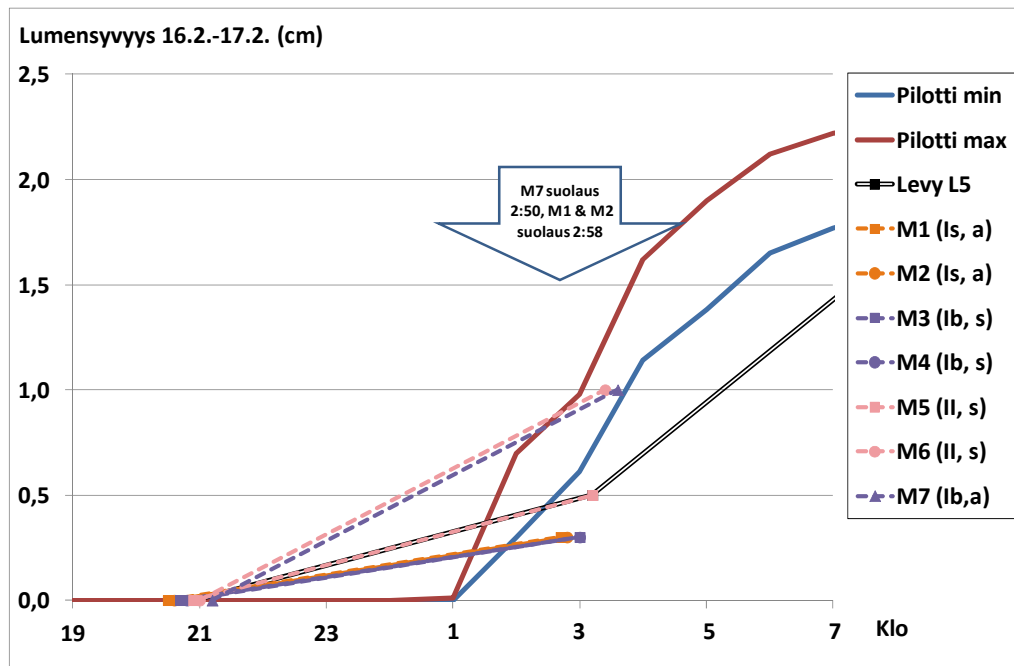
Kuva 11 Pilotin tekemä ennuste lumen syvyyden kasvusta pari tuntia ennen ennustettua sadetta (klo 19) ja sateen aikana (klo 6). Klo 3 ja klo 17 ennusteista nähdään Pilotin arvioima toteuma. Keskiarvo Kouvolan mittauspisteiden tieosaennusteista.

Luonnontilaisten mittaus keskittyi hieman liikaa kevyen liikenteen väyliin, sillä näiltä ei yhtä poikkeusta lukuun ottamatta saatu enää aamulla lukemaa aurauksen vuoksi (kuva 12).



Kuva 12 Ns. luonnontilaisten mittauspisteiden lumikertymän vertailua Pilotin ilmoittamiin vastaavien tieosuuksien toteumiin. "L1-L6" = mittauspisteen koodi, "levy" = mittaus levyn päältä, "klv" = mittaus kevyen liikenteen väylältä. Kouvolan mittausreitit.

Kello 2:50–3:35 tehdyt mittaukset osuivat melko voimakkaan sateen kohtaan, sillä mittausrupeaman alussa lumensyvytydet olivat 0,3 cm ja lopussa 1,0 cm. Valitettavasti mittauksia ei kuitenkaan tässä tilanteessa pystytty jatkamaan.



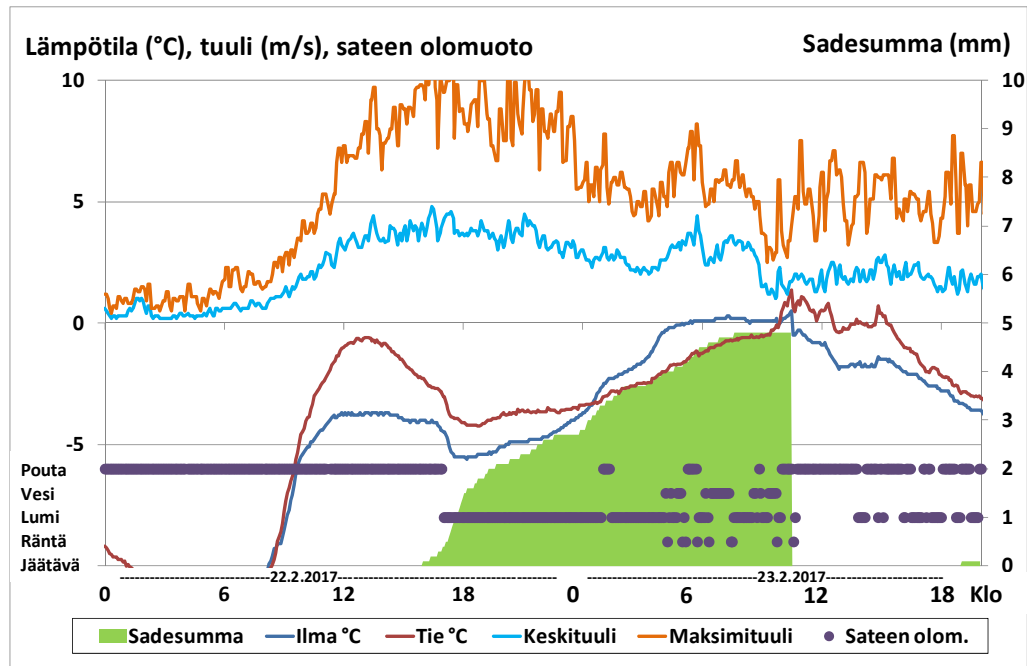
Kuva 13 Suurimmat lumensyvytydet Kouvolan mittausreitit pisteeissä M1–M7 sekä näiden vertailu Pilotin toteumiin ja luonnontilaiseen mittauspisteeseen L5. Mittauspisteiden nimien yhteydessä suluissa hoituluokka sekä pisteen suojaisuus (a=aukea, pa=puoliaukea, s=suojainen)

## 4.3 Mäntsälä 22.2.–23.2.2017

Mäntsälän mittaukset olivat runsaslumisimpia. Lunta satoi kuuden tunnin aikana toista kymmentä senttiä. Mittaukset onnistuivat hyvin, joskin melko navakka tuuli vaikeutti tulosten tulkintaa.

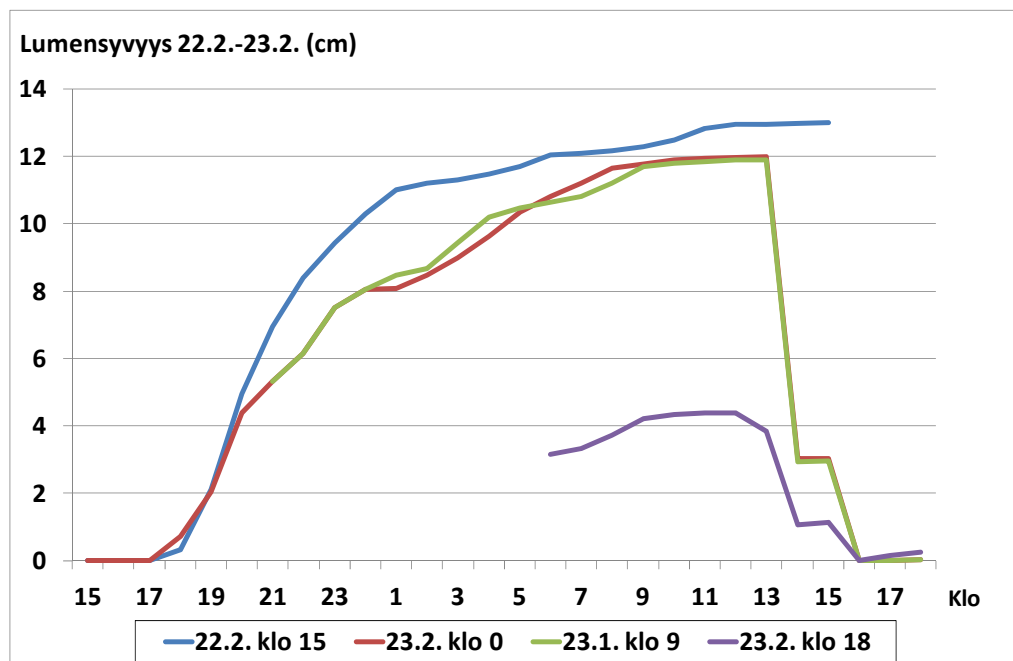


Kuva 14. Kartta Mäntsälän mittauksista



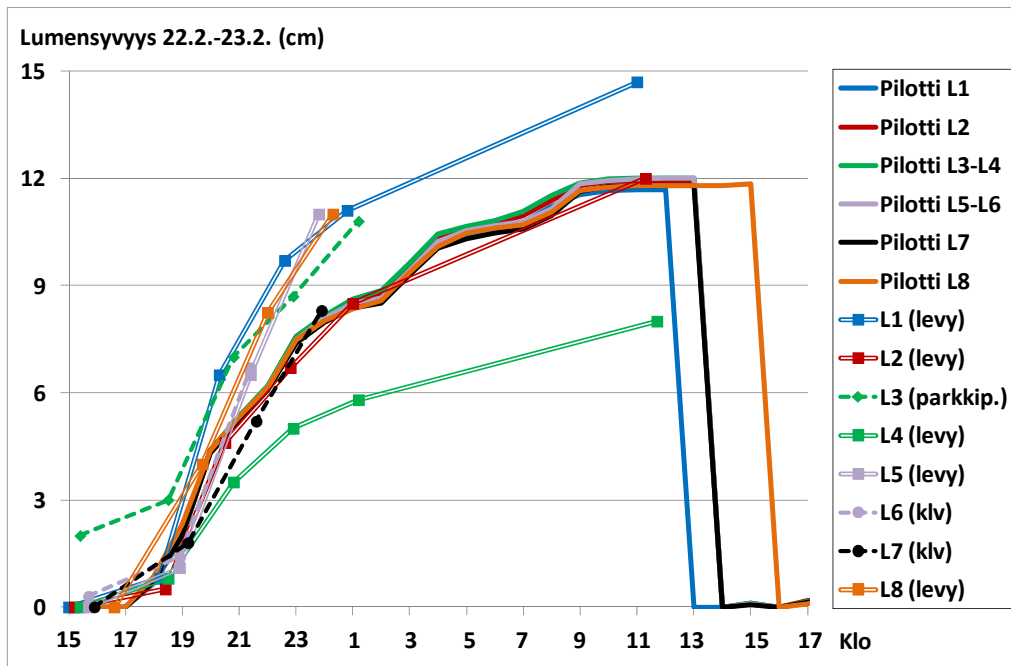
Kuva 15. Mäntsälän mittausreitien säätietoja 22.2.–23.2.2017 lähimmän tiesäätiaseman mukaan

Mäntsälässä ennuste vaikutti alussa noudattavan varsin hyvin toteumaa, mutta jostain syystä toteuma rupesi iltapäivällä 23.2. muuttumaan ja laskemaan tarkasteluajankohdasta riippuen (kuva 16).



Kuva 16. Pilotin tekemä ennuste lumen syvyyden kasvusta pari tuntia ennen ennustettua sadetta (klo 15) ja sateen aikana (klo 0 ja klo 9). Klo 0, klo 9 ja klo 18 ennusteista nähdään Pilotin arvioima toteuma. Keskiarvo Mäntsälän mittauspisteiden tieosaennusteista.

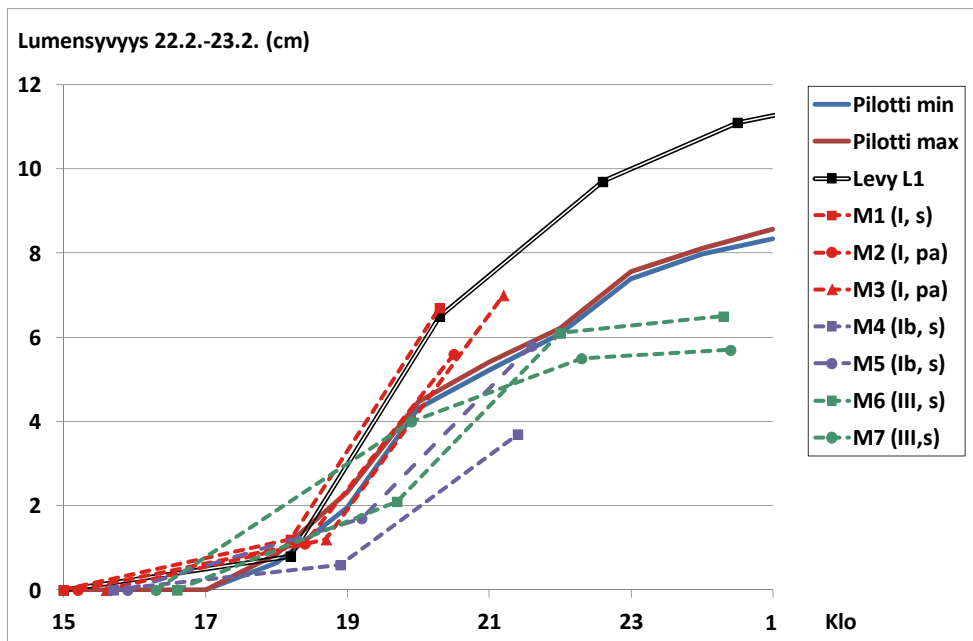
Luonnontilaisia pisteitä Mäntsälässä oli useita, mutta näihin liittyi myös hieman epäonnea. Puolen yön tienoilla käytössä oli vielä 5 levyä, joiden päältä lumen syvyyksiä mitattiin. Aamulla havaittiin, että yksi levy oli jäänyt traktorin tekemän lumikasan alle ja toinen levy oli todennäköisesti anastettu. Jäljelle jääneet kolme levyä antoivat toisistaan melko voimakkaasti poikkeavia tuloksia. Matalimman lumensyvyyden antanut levy sijaitsee melko tiheän metsän reunassa ja tuulen suunta saattoi olla levyn kannalta hyvin epäedullinen.



Kuva 17. Ns. luonnontilaisten mittauspisteiden lumikertymän vertailua Pilotin ilmoittamiin vastaavien tieosuuskien toteumiin. "L1-L8" = mittauspisteen koodi, "levy" = mittaus levyn päältä, "klv" = mittaus kevyen liikenteen väylältä, "parkkip." = mittaus parkkipaikalta. Mäntsälän mittausreitti.

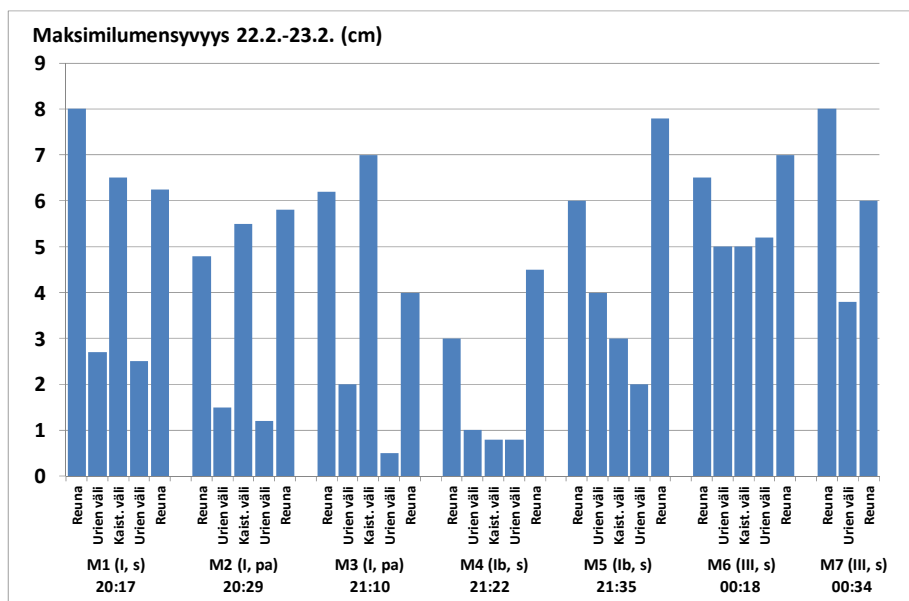
Kuvassa 18 on tarkasteltu jälleen tiestöltä mitattuja korkeampia lumensyvyyksiä. Hoitoluokkien I ja Ib tiet aurattiin melko aikaisessa vaiheessa, joten niiden osalta ei ole esitetty lumen syvyyden maksimiarvoja klo 22 jälkeen.





Kuva 18. Suurimmat lumensyvyydet Mäntsälän mittausreitien pisteissä M1-M7 sekä näiden vertailu Pilotin toteumiin ja luonnontilaiseen mittauspisteeseen L6. Mittauspisteiden nimien yhteydessä suluissa hoitoluokka sekä pisteen suojaisuus (a=aukea, pa=puoliaukea, s=suojainen)

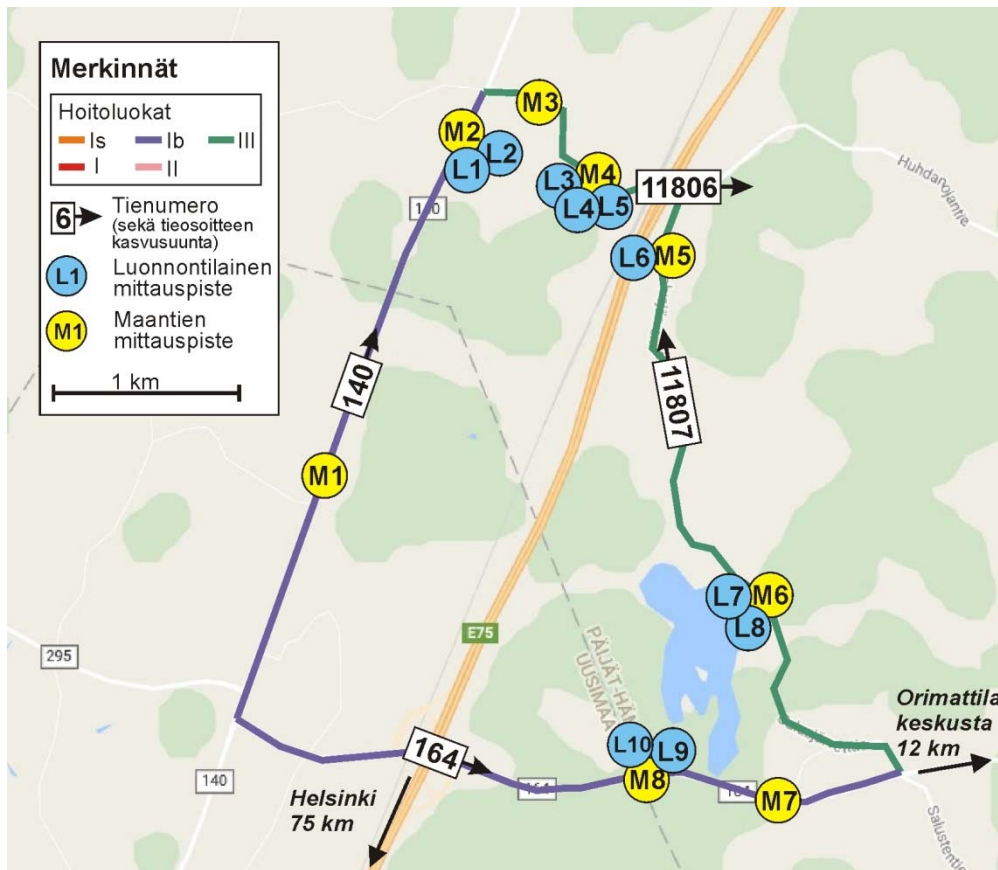
Kuvassa 19 on tarkasteltu lumensyvyyksiä tilanteissa, joissa lumensyvyydet olivat korkeimmillaan (käytännössä viimeiset mittaukset ennen aurausta). Piste M3 on ainoa piste, jossa korkein lumensyvyys mitattiin muualta kuin tien reunoilta.



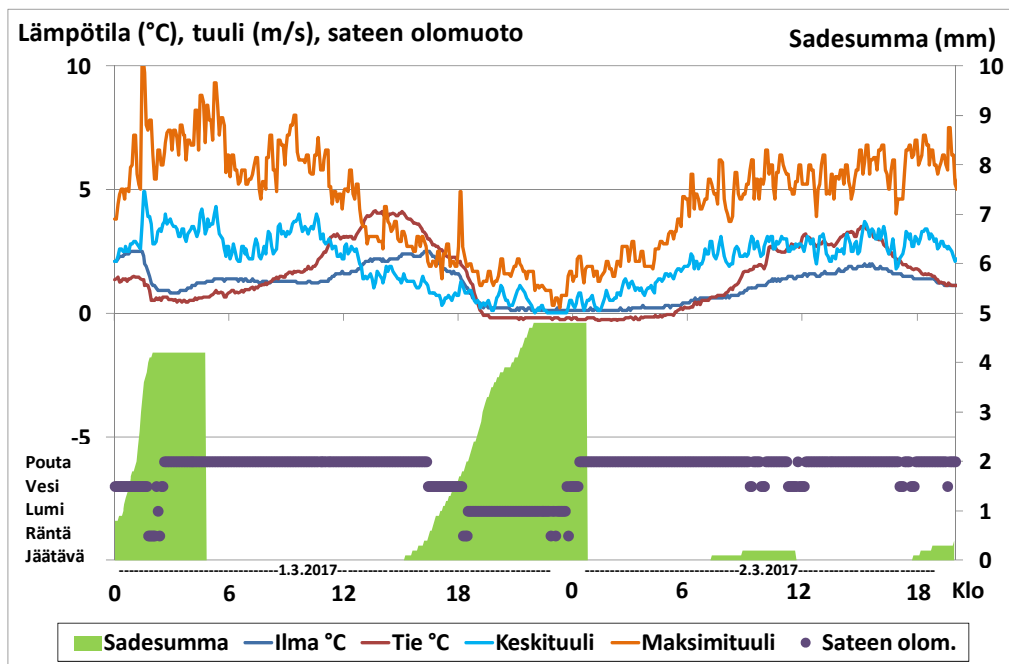
Kuva 19. Lumensyvyydet Mäntsälässä tilanteissa, joissa mitattiin suurimmat ajoradan lumensyvyydet. Kunkin mittauspisteen kohdalla on vertailtu mittausarvoja ajoradan reunasta, urien välistä ja kaistojen välistä. Kunkin palkkiryhmän vasemman puoleisin palkki edustaa vasenta reunaa tienumeron kasvusuuntaan nähden, oikean puoleisin oikeata reunaa jne. Kohdassa M7 oli erotettavissa vain yhdet urat.

## 4.4 Orimattila I 1.3.–2.3.2017

Orimattila I:ssä mitatut lumensyvyyydet ylittivät selvästi Pilotin ilmoittamat toteumat. Toisaalta mittaukset onnistuivat hyvin ja luonnontilaisten mittauspisteiden tulosten keskinäinen hajonta oli varsin pientä. Kuvassa 20 on esitetty mittausreitti ja kuvassa 21 mittauspäivien säätiedot.

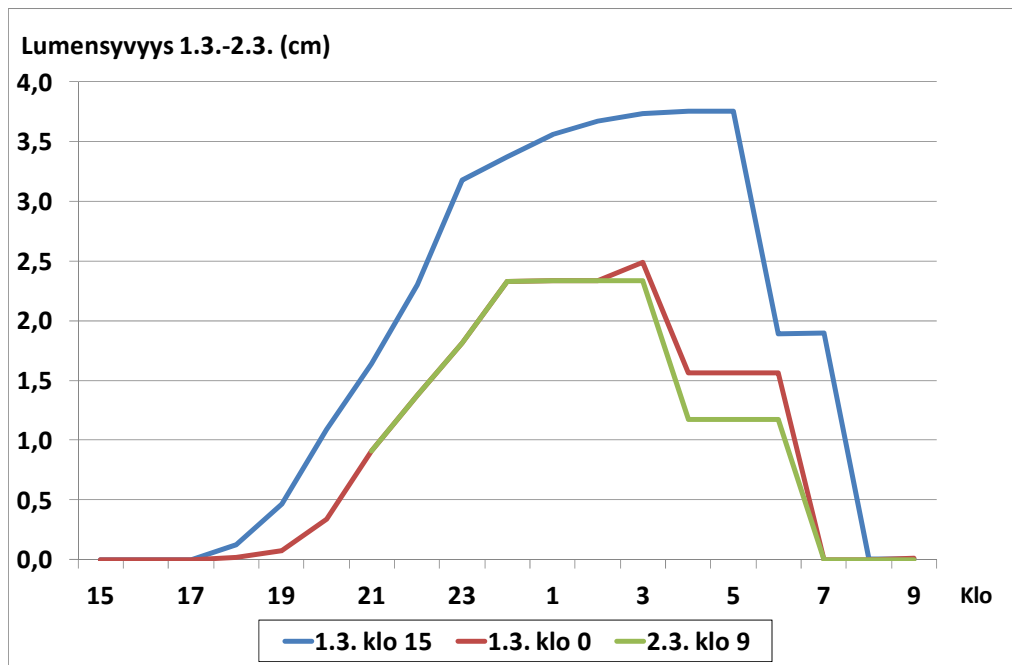


Kuva 20. Kartta Orimattila I mittauksista.



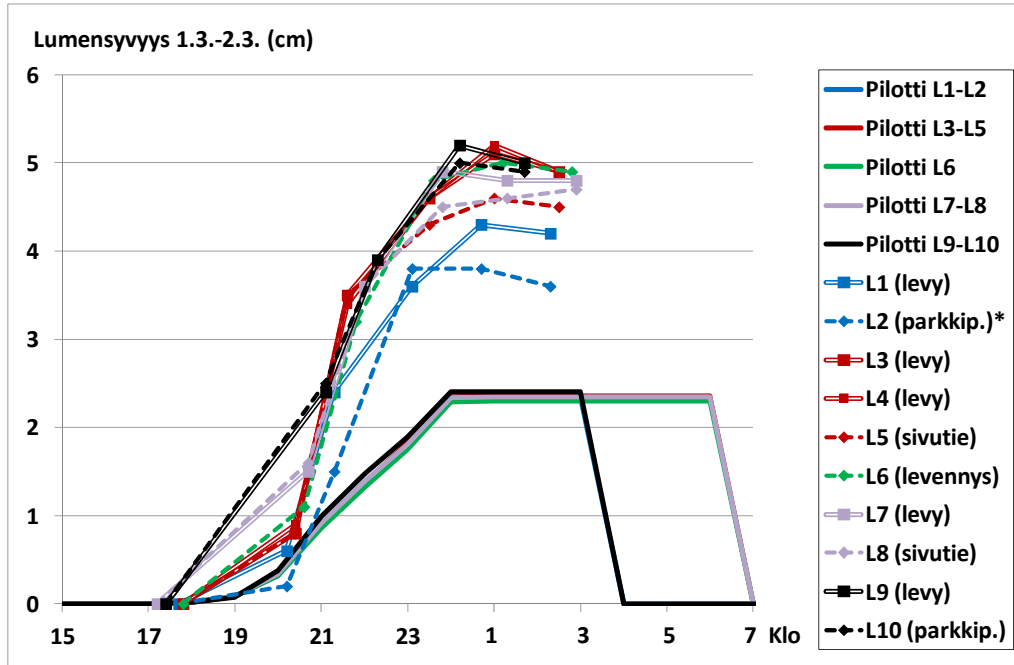
Kuva 21. Orimattila I mittausreitit säätietoja 1.3.–2.3. lähimmän tiesääaseman mukaan. Kuvan keskellä oleva vihreä alue edustaa tarkasteltua sadetta.

Pilotin tekemiä ennusteita on verrattu pilotin ilmoittamiin toteumiin kuvassa 22.



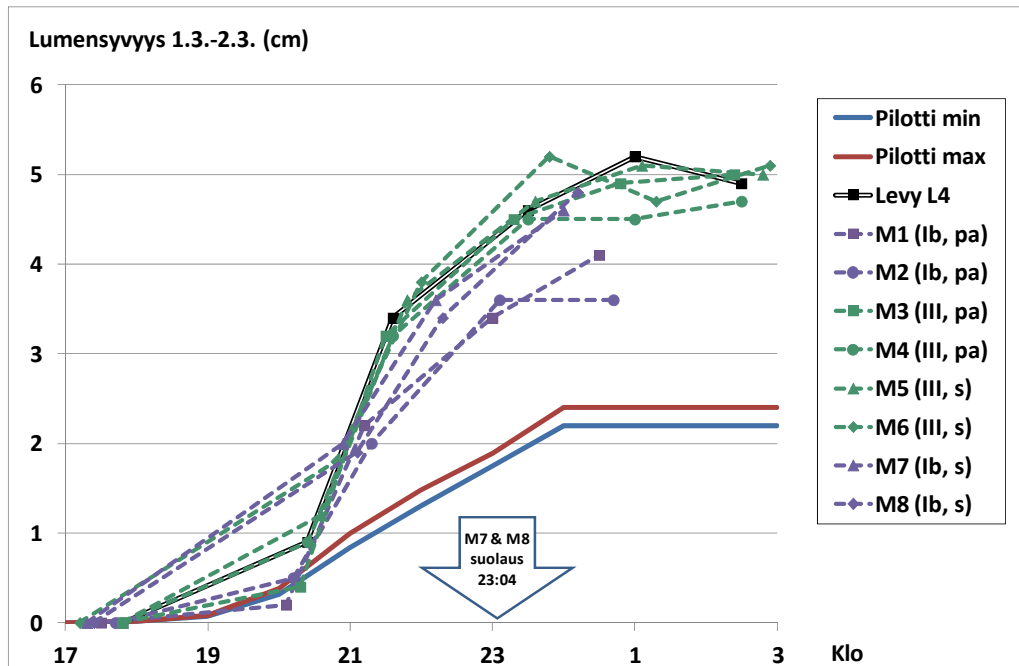
Kuva 22. Pilotin tekemä ennuste lumensyvyyden kasvusta pari tuntia ennen ennustettua sadetta (klo 15) ja sateen aikana (klo 0). Klo 0 ja klo 9 ennusteista nähdään Pilotin arvioima toteuma. Keskiarvo Orimattila I mittauspisteiden tieosaennusteista.

Ns. luonnontilaisia mittauspisteitä oli Orimattilassa runsaasti ja ne antoivat kohtalaisen yhteneviä tuloksia. Pienin lumensyvyyden kasvu syntyi pisteessä L2, jossa oli jo ennestään 14,3 cm lumisyvyys. Tässä pisteessä oli mahdollista, että "pohjalumen" pieni sulaminen mittausten aikana heikensi tulosta, sillä pisteessä mitattiin jatkuvasti lumikerroksen kokonaispaksuutta pohjalumi mukaan ottaen.



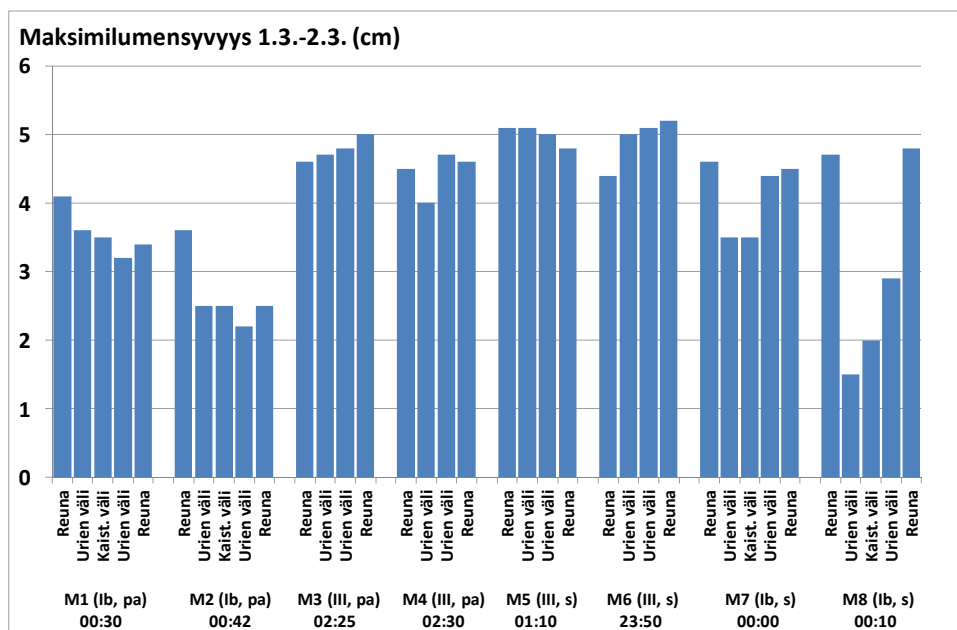
Kuva 23. Ns. luonnontilaisten mittauspisteiden lumikertymän vertailua Pilotin ilmoittamiin vastaavien tieosuuksien toteumiin. "L1-L10" = mittauspisteen koodi, "levy" = mittaus levyn päältä, "parkkip." = mittaus parkkipaikalta, "sivutie" = mittaus sivutieltä, "levennys" = mittaus levennykseltä, \* = mittauspisteen alkuvaiheen lumikerros 14,3 cm on vähennetty tuloksista. Orimattila I:n mittausreitti.

Kuvassa 24 on esitetty maanteiltä mitatut suurimmat lumensyvyydet. Orimattila I:ssä korkeimmat lumensyvyydet tulivat alemmalta tieverkolta. Tähän on todennäköisemmin vaikuttanut korkeamman tieverkon lämpimämpi tienpohja: kaikki reitin Ib-tiet olivat lähtötilanteessa paljaita, mutta pisteet M5 ja M6 jääpolanteella.



Kuva 24 Suurimmat lumensyvytydet Orimattila I mittausreitit pisteissä M1-M8 sekä näiden vertailu Pilotin toteumiin ja luonnontilaiseen mittauspisteeseen L4. Mittauspisteiden nimien yhteydessä suluissa hoitoluokka sekä pisteen suojaisuus (a=aukea, pa=puoliaukea, s=suojainen)

Kuvasta 25 voidaan nähdä, että korkeimmat mitatut lumensyvytydet syntyivät teiden reuna-alueilla.



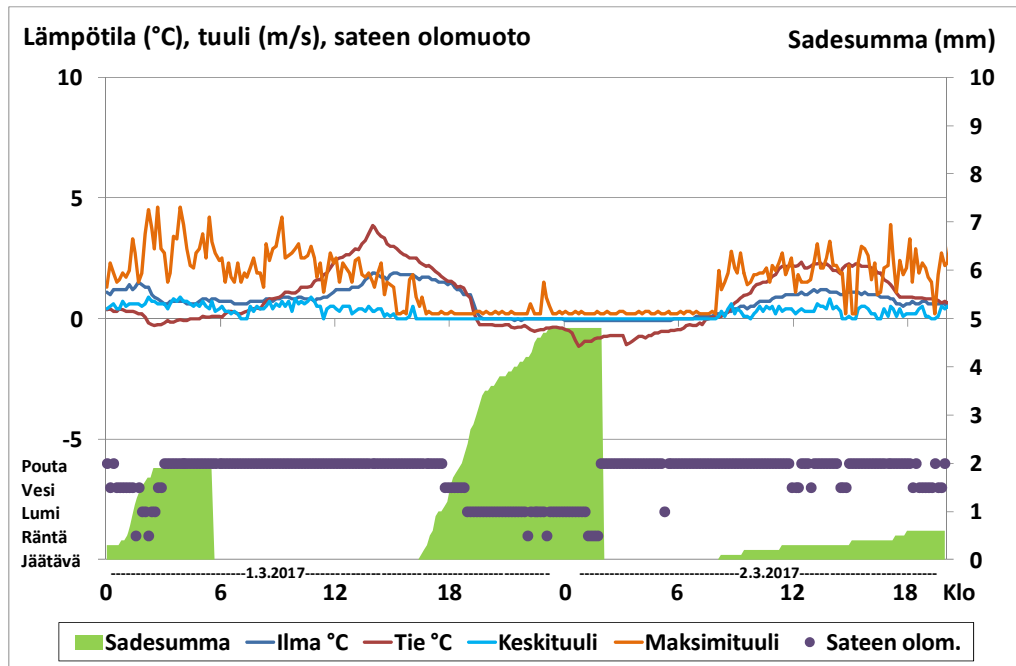
Kuva 25. Lumensyvytydet Orimattila I tilanteissa, joissa mitattiin suurimmat ajoradan lumensyvytydet. Kunkin mittauspisteen kohdalla on vertailtu mittausarvoja ajoradan reunasta, urien välistä ja kaistojen välistä. Kunkin palkkiryhmän vasemman puoleisin palkki edustaa vasenta reunaa tienumeron kasvusuuntaan nähden, oikean puoleisin oikeata reunaa jne. Mittauspisteissa M3-M6 ei ollut "kaistojen väliä".

## 4.5 Valkeala 1.3.2017

Valkealan mittaukset koskivat samaa lumisadealuetta, kuin luvussa 4.4. mainitut Orimattilan mittaukset. Mittaukset lopetettiin Valkealassa suhteessa aiemmin. Lisäksi Mittauksissa esiintyi suurempaa hajontaa. Kuvassa 26 on esitetty kartta Valkealan mittauksista ja kuvassa 27 mittausajankohdan säätietoja lähimmän tiesääaseman mukaan.

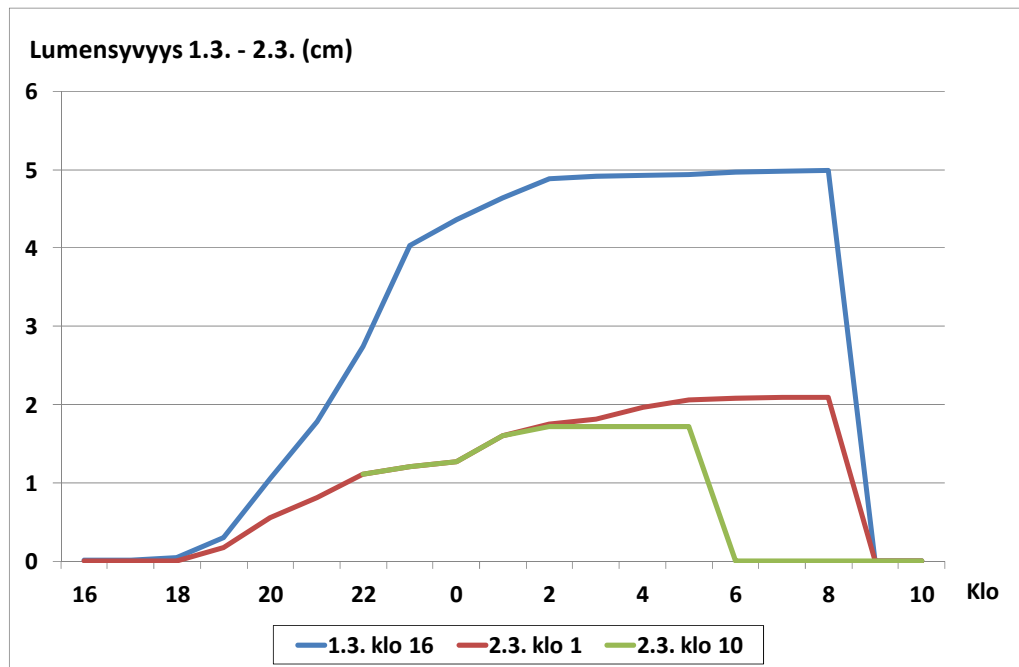


Kuva 26. Kartta Valkealan mittauksista.



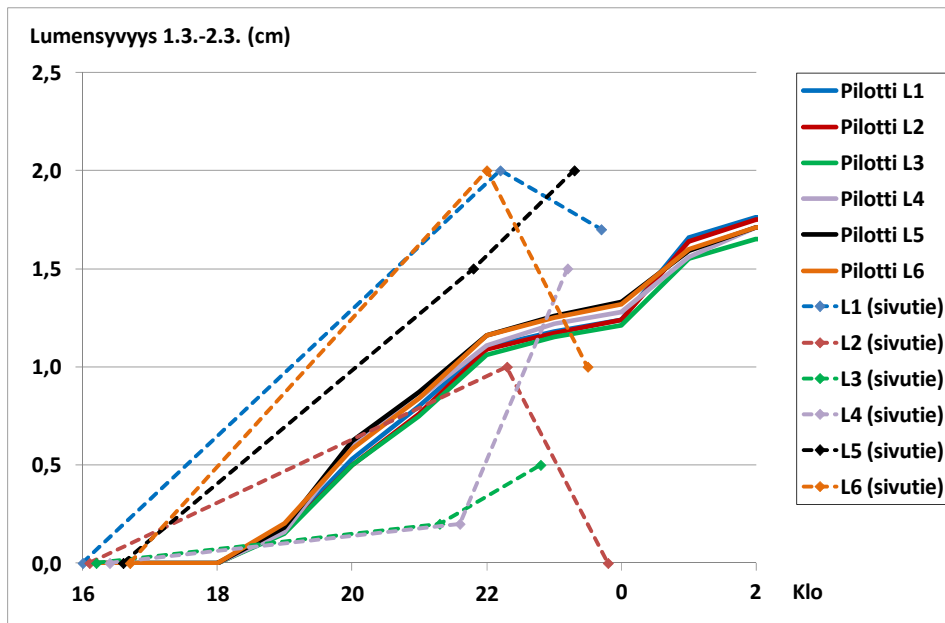
Kuva 27 Valkealan mittausreitän säätietoja 1.3.–2.3. lähimmän tiesäaseman mukaan. Kuvan keskellä oleva vihreä alue edustaa tarkasteltua sadetta.

Kuvassa 28 on esitetty Pilotin luoma ennuste, sekä Pilotin ilmoittamat toteumat. Ero ennusteen ja toteumien suhteen on poikkeuksellisen suuri.



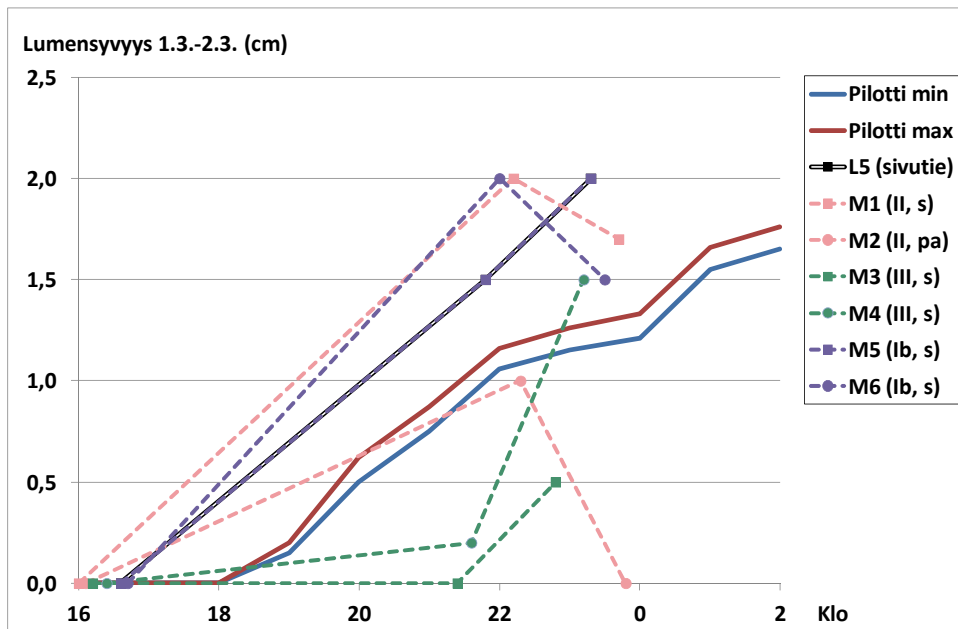
Kuva 28. Pilotin tekemä ennuste lumensyvyyden kasvusta pari tuntia ennen ennustettua sadetta (klo 16) ja sateen aikana (klo 1). Klo 1 ja klo 10 ennusteista nähdään Pilotin arvioima toteuma. Keskiarvo Valkealan mittauspisteiden tieosaennusteista.

Kuvassa 29 on esitetty tulokset luonnontilaisista pisteistä, jotka olivat kaikki sivuteitä. Mittauspisteiden tulosten hajonta oli poikkeuksellisen suurta.



Kuva 29. Ns. luonnontilaisien mittauspisteiden lumikertymän vertailua Pilotin ilmoittamiin vastaavien tieosuuskien toteumiin. "L1-L6" = mittauspisteen koodi, "sivutie" = mittaus sivutieltä. Jaalan mittausreitti.

Kuvassa 30 on esitetty suurimmat lumensyvyudet maanteiden mittauspisteistä. Myös näissä tulosten hajonta on huomattavan suurta.

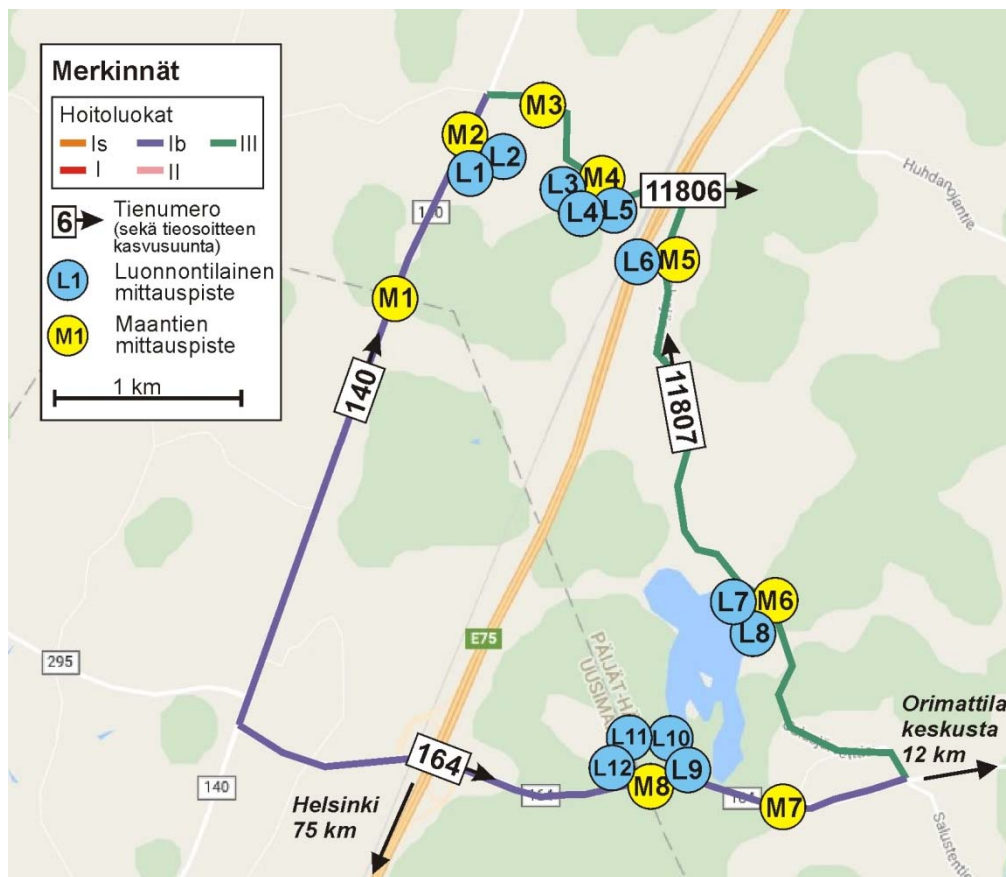


Kuva 30. Suurimmat lumensyvyudet Valkealan mittausreitillä pisteissä M1-M6 sekä näiden vertailu Pilotin toteumiin ja luonnontilaiseen mittauspisteeseen L5. Mittauspisteiden nimien yhteydessä suluissa hoitoluokka sekä pisteen suojaisuus (a=aukea, pa=puoliaukea, s=suojainen).



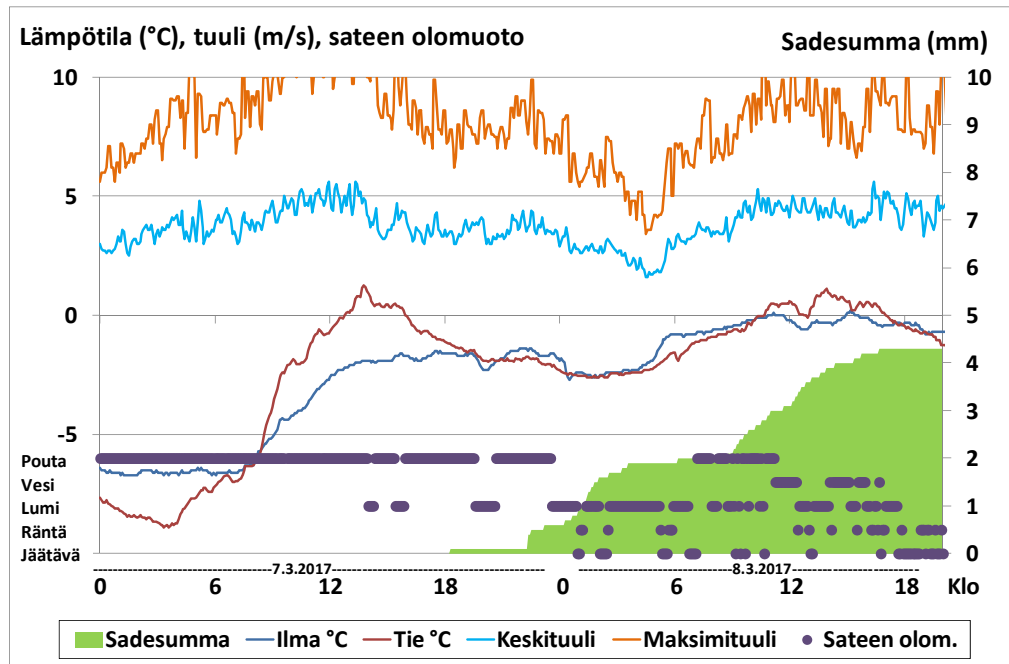
## 4.6 Orimattila II 7.3.–8.3.2017

Orimattila II mittausreitti vastasi varsin tarkkaan Orimattila I reittiä (kuvat 26 ja 31). Ainoat poikkeukset uudemmalla reitillä olivat, että mittauspistettä M1 siirrettiin edustavampaan paikkaan ja että mittauspisteen M8 yhteyteen lisättiin 2 uutta luonnontilaista mittauspistettä.



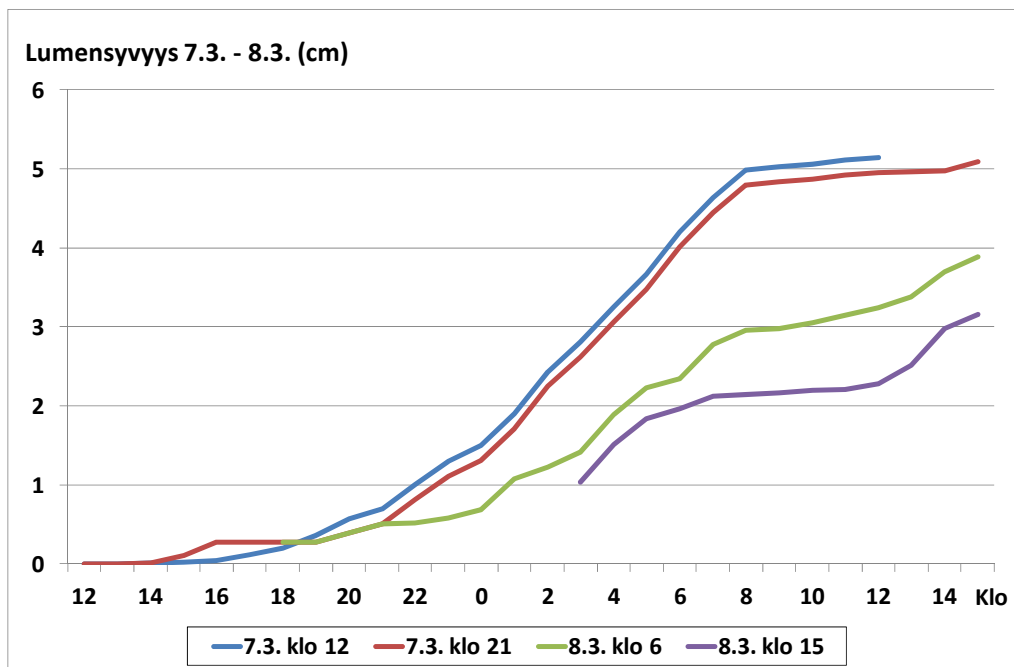
Kuva 31. Kartta Orimattila II:n mittauksista.

Kuvassa 32 on tarkasteltu Orimattila II:n säätietoja lähimmän tiesääaseman mukaan. Tuuli oli ajoittain navakkaa ja tien lämpötila nousi plussalle mittausjakson lopussa.



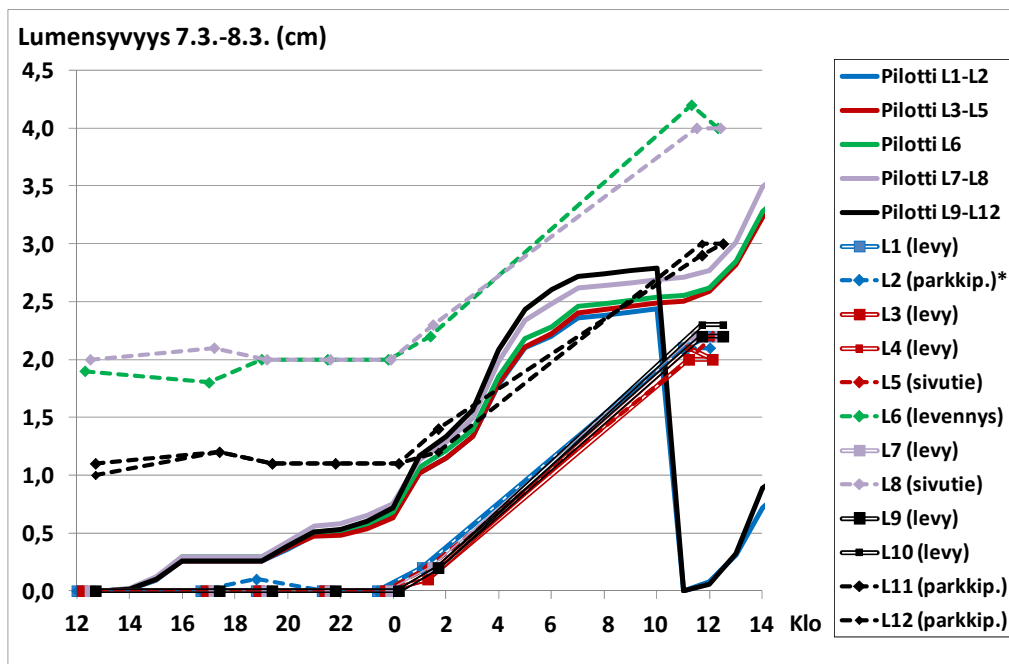
Kuva 32. Orimattila II mittausreitän säätietoja 7.3.–8.3. lähimmän tiesäaseman mukaan.

Kuvassa 33 on esitetty Pilotin tuottamat ennusteet ja toteumat. Orimattila II:n kohdalla esiintyi samaa ilmiötä kuin Mäntsälässä, eli toteumat muuttuivat loppuvaiheessa tarkasteluhetken mukaan.



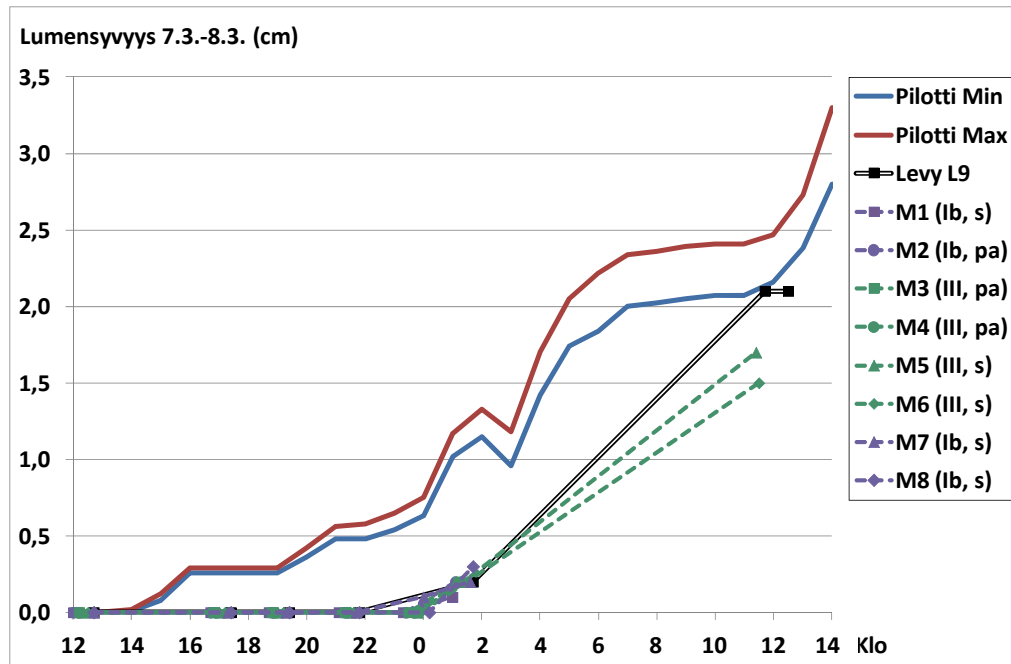
Kuva 33. Pilotin tekemä ennuste lumensyvyyden kasvusta pari tuntia ennen ennustettua sadetta (klo 12) ja sateen aikana (klo 21 ja klo 6). Klo 21, klo 6 ja klo 15 ennusteista nähdään Pilotin arvioima toteuma. Keskiarvo Orimattila II:n mittauspisteiden tieosaennusteista.

Kuvassa 34 on esitetty tulokset luonnontilaisista mittauskohteista. Mittaustulokset olivat varsin yhteneväisiä. Niissäkin pisteissä, missä oli jo ennestään jonkin verran lumenpaksuutta, päädyttiin varsin samankaltaiseen kertymään, kuin pisteissä, joissa aloitettiin paljaalta pinnalta. Kertymät vastasivat 8.3. klo 12 varsin tarkkaan Pilotin 8.3. klo 15 ilmoittamia toteumia (mikäli niitä voidaan pitää oikeellisena). Orimattila II:n erityspiirteenä oli kuitenkin se, että kertymä tuntui alkavan selkeästi myöhemmin kuin mitä Pilotin toteuma kertoi.



Kuva 34. Ns. luonnontilaisten mittauspisteiden lumikertymän vertailua Pilotin ilmoittamiin vastaavien tieosuuksien toteumiin. "L1-L10" = mittauspisteen koodi, "levy" = mittaus levyn päältä, "parkkip." = mittaus parkkipaikalta, "sivutie" = mittaus sivutieltä, "levennys" = mittaus levennykseltä. Orimattila II:n mittausreitti.

Kuvassa 35 on esitetty maanteiden suurimmat lumenpaksuudet Orimattila II:ssa. Koska sateen alkua viivästyi odotetusta, lepoaikojen suunnittelu myös epäonnistui, jolloin mittauksia ei pystytty jatkamaan suurimpien maantiekertymien aikaan.



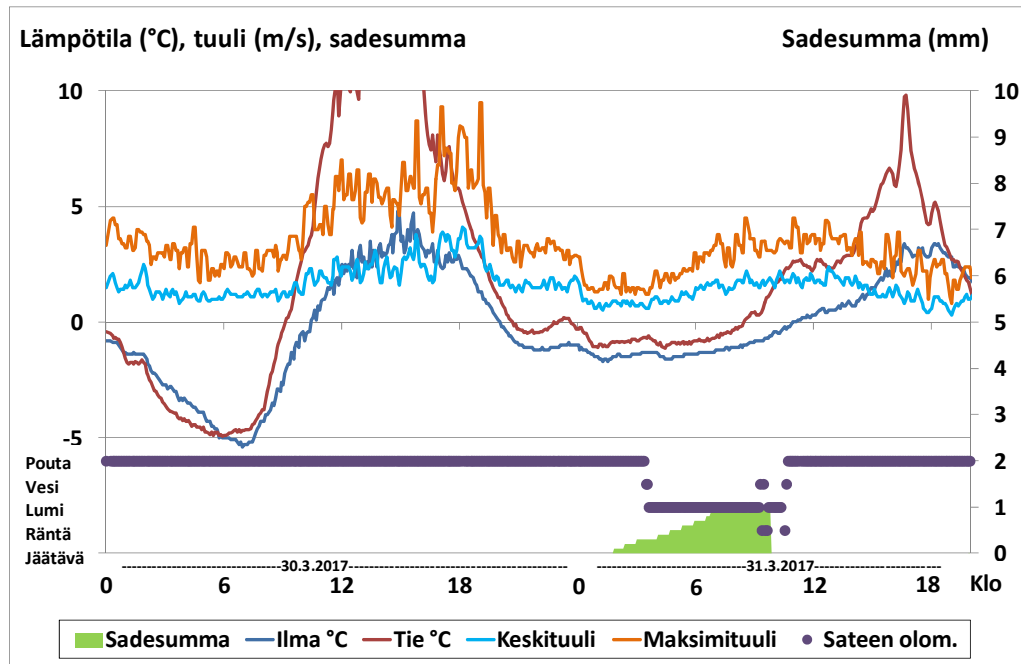
Kuva 35. Suurimmat lumensyvyyydet Orimattila II mittausreitit pisteissä M1-M8 sekä näiden vertailu Pilotin toteumiin ja luonnontilaiseen mittauspisteeseen L9. Mittauspisteiden nimien yhteydessä suluissa hoitoluokka sekä pisteen suojaisuus (a=aukea, pa=puoliaukea, s=suojainen).

## 4.7 Järvenpää 31.3.2017

Järvenpäässä suoritettiin viimeiset mittaukset (kuva 36). Mittaukset onnistuivat periaatteessa hyvin, mutta lämpötilan nousu mittausjakson lopussa sulatti kertymää tehokkaasti (kuva 37).

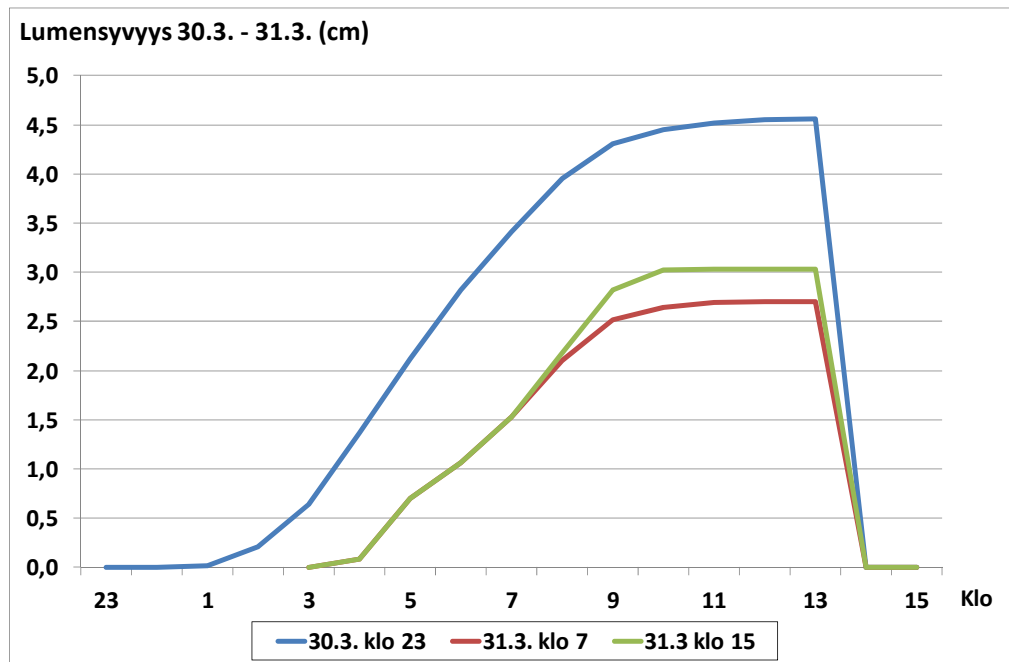


Kuva 36. Kartta Järvenpään mittauksista.



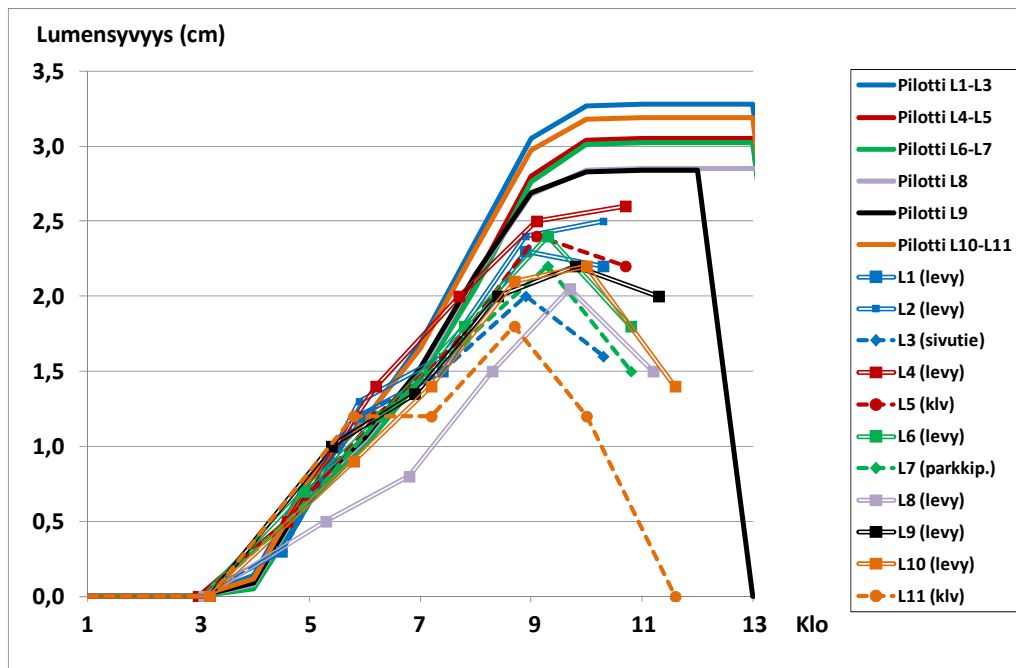
Kuva 37. Järvenpään mittausreitien säätietoja 30.3.–31.3. lähimmän tiesäaseman mukaan.

Järvenpäässä Pilotin luoma ennuste ylitti Pilotin ilmoittamat kertymät selvästi. Lisäksi sade alkoi pari tuntia ennustettua myöhemmin.



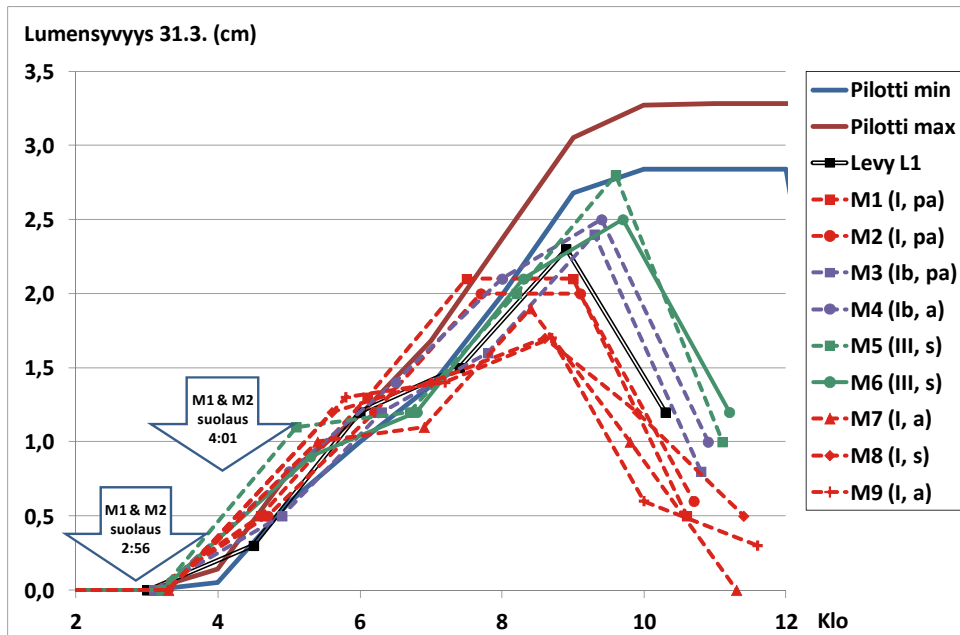
Kuva 38. Pilotin tekemä ennuste lumensyvyyden kasvusta pari tuntia ennen ennustettua sadetta (klo 23) ja sateen aikana (klo 7). Klo 7 ja klo 15 ennusteista nähdään Pilotin arvioima toteuma. Keskiarvo Järvenpään mittauspisteiden tieosaennusteista.

Kuvasta 39 voidaan selvästi havaita, että alkuvaiheessa luonnontilaisten pisteiden mittaustulokset noudattivat varsin tarkkaan Pilotin ilmoittamia toteumia. Tämän jälkeen sulaminen alkoi madalluttaa kertymiä samalla kun lunta edelleen satoi voimakkaasti.



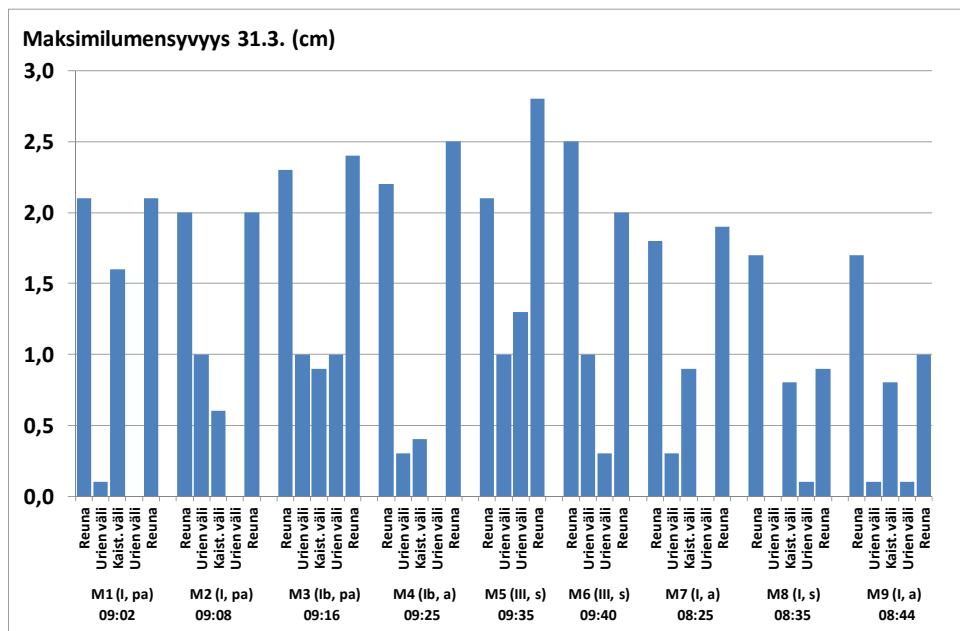
Kuva 39. *Ns. luonnontilaisten mittauspisteiden lumikertymän vertailua Pilotin ilmoittamiin vastaavien tieosuuksien toteumiin. "L1-L11" = mittauspisteen koodi, "levy" = mittaus levyn päältä, "parkkip." = mittaus parkkipaikalta, "sivutie" = mittaus sivutieltä, "klv" = mittaus kevyen liikenteen väylältä. Järvenpään mittausreitti.*

Kuvasta 40 voidaan nähdä, että myös maanteiden mittauspisteissä sulaminen oli loppuvaiheessa voimakasta. Sulamisen vuoksi yhtäkään tarkasteltua maantietä ei jouduttu missään vaiheessa auraamaan.



Kuva 40. Suurimmat lumensyvytydet Järvenpään mittausreitien pisteissä M1–M9 sekä näiden vertailu Pilotin toteumiin ja luonnontilaiseen mittauspisteeseen L1. Mittauspisteiden nimien yhteydessä suluissa hoitoluokka sekä pisteen suojaisuus (a=aukea, pa=puoliaukea, s=suojainen).

Kuvassa 41 on vielä esitetty lumensyvytydet ajoradan poikkeileikkauksessa tilanteessa, jossa syvytydet olivat korkeimmillaan. Kaikki suurimmat lumensyvytydet löytyivät tien reunasta.



Kuva 41. Lumensyvytydet Järvenpään tilanteissa, joissa mitattiin suurimmat ajoradan lumensyvytydet. Kunkin mittauspisteen kohdalla on vertailtu mittausarvoja ajoradan reunasta, urien välistä ja kaistojen välistä. Kunkin palkkiryhmän vasemman puoleisin palkki edustaa vasenta reunaa tienumeron kasvusuuntaan nähden, oikean puoleisin oikeata reunaa jne. Mittauspisteissa M5 ja M6 ei ollut "kaistojen väliä".



## 5 Yhteenveto ja johtopäätökset

Liikenne maanteille vaikeutuu ja vaarantuu, mikäli maanteillä on lunta huomattavia määriä. Suomessa on maanteiden talvihoidon laatuvaatimuksissa määrätty, kuinka paljon lunta tiellä saa eri hoitoluokissa olla. Lisäksi on erikseen määrätty, kuinka paljon lunta saa tiellä olla siinä vaiheessa, kun talvihoitourakoitsijat aloittavat aurauksen.

Edellä mainituista vaatimuksista johtuen hoitourakoitsijan on oltava tietoinen niin aurausreitin lumikertymäennusteesta kuin todellisesta kertymästä.

Foreca on kehittänyt tienpitäjän käyttöön räätälöidyn sääennustepalvelun, joka ennustaa mm. valitun tiejakson lumikertymän, sekä antaa talvihoidon toimenpidesuosituksia. Toimenpidesuositukset ja lumikertymä annetaan tietyille ajanjaksoille kohdistettuina ennusteina. Lisäksi järjestelmä ilmoittaa toteutuneen kertymän. Alkuvuoden 2017 pilottialueena toimi Mäntsälän hoitourakka sekä Kaakkois-Suomen ELY-keskuksen alue.

Tässä tutkimuksessa on mitattu ja seurattu alkuvuoden 2017 aikana lumikertymän etenemistä yhdeksässä erilaisessa sadetilanteessa eri puolilla pilottialuetta. Näistä seitsemän viimeisintä mittaustilannetta on kuvattu yksityiskohtaisesti tässä raportissa. Koska mittaustilanteet koskivat maantieteellisesti varsin pieniä alueita ja olivat kestoltaan keskimäärin noin 10 tunnin mittaisia, on selvää, että mittaustilanteet edustivat hyvin pientä osaa Pilotin toiminnasta. Tämän vuoksi mittausten perusteella ei voida tehdä kovin pitkälle meneviä johtopäätöksiä.

Sekä tarkastelun kohteena oleva Pilotti, että erilaiset sääennusteet ohjasivat tämän tutkimuksen kenttämittauksia. Ennusteiden perusteella pyrittiin etsimään mittauskohteeksi alue, johon ennustettiin voimakkainta lumisadetta. Tälle alueelle suunniteltiin ympyränmuotoinen mittausreitti siten, että reittiin kuului eri hoitoluokkaisia teitä. Mittausreitin varrelta valittiin tiettyjä mittauspisteitä, joissa mitattiin lumen-syvyydet koko tien poikkileikkauksessa. Lisäksi tiealueen ulkopuolelta valittiin ns. luonnontilaisia kohteita, joissa myös seurattiin lumikertymän kasvua. Mittausten tavoitteena oli seurata lumen kertymistä valitulla reitillä lumisateen alusta sateen loppuun asti ilman merkittäviä katkoja. Joidenkin pitkien lumisateiden aikana tämä ei ollut kuitenkaan fyysisesti mahdollista.

Tutkimuksessa on havaittu, että Pilotti on yleensä hieman ennen sadetta tai vielä sateen aikana ennustanut selvästi suurempaa lumisadekertymää, kuin Pilotti on jälkeinpäin kertymäksi todennut. Toisaalta Pilotin toteama kertymä on pääsääntöisesti ollut varsin lähellä kenttämittausten tuloksia. Ero Pilotin ennusteen ja kertymän välillä on saattanut ainakin osittain liittyä siihen, että ennuste ei ole ottanut kertymän mahdollista sulamista sateen aikana huomioon. Tutkimuksen kohteena olleet lumisateet syntyivät joko pienessä pakkasessa tai nollakeleissä.

Lähes poikkeuksetta suurimmat lumikertymät mitattiin tien reunoista. Reunalla tarkoitetaan päällystetyllä tiellä suunnilleen reunaviivan kohtaa. Tutkimuksessa myös havaittiin, että tien reunojen kertymät vastasivat kohtuullisen hyvin luonnontilaisten kohteiden kertymiä. Siten suurimmat tien poikkileikkauksen kertymät vastasivat kohtuullisen hyvin Pilotin ilmoittamia toteutumia.

Vaikka mitatut maantien reunojen ja luonnontilaisten kohteiden lumensyvyydet vastasivat pääsääntöisesti melko hyvin Pilotin ilmoittamia toteumia, joitakin poikkeuksia myös havaittiin. Pilotti ennusti 2.3.–3.3.2017 Orimattilan lähistölle hieman alle 4 cm lumikerrosta, joka Pilotin ilmoittaman toteuman perusteella jäi hieman yli 2 centin. Mitatut lumikertymät niin tien reunassa kuin luonnontilaisissa pisteissä olivat kuitenkin lähes poikkeuksetta yli 4 cm, pakoittain jopa yli 5 cm. Lisäksi joissain tilanteissa lumikertymän alkamishetki ennustettiin usealla tunnilla väärin, vaikka toisaalta toisissa tilanteissa alkamishetken ennuste piti varsin tarkkaan paikkaansa.

Keskeinen kysymys luonnollisesti on, riittääkö Pilotin tarkkuus talvihoitourakoitsijan ja tienpitäjän tarpeisiin. On syytä muistaa, että urakoitsija perustaa tälläkin hetkellä toimintansa pitkälle sellaisiin ennusteisiin, jotka eivät aina ole aukottomia. Varsinaiset tiestötarkastukset tulevat tienpitäjälle ja urakoitsijalle kalliiksi ja niillä on usein vaikea kattaa suuria alueita. Tämä tausta huomioon ottaen Forecan Pilotti vaikuttaa varsin potentiaaliselta työkalulta lumikertymän arvioimiseen.

On lisäksi syytä huomauttaa, että Pilotti on toiminut teknisesti lähes moitteettomasti. Käyttöliittymä on hyvin selkeä, helppokäyttöinen ja intuitiivinen.

## Lähteet

Liikennevirasto 2015: Maanteiden talvihoito. Laatuvaatimukset, moniste 30.1.2015. 28 sivua ja 1 liite.



## Toimenpidesuosituksset (vain Simpele)

Taulukko 1. *Simpeleen lumisadetta 16.2.–17.2. koskevat aktiiviset toimenpidesuosituksset. Suluissa olevat ilmaukset eivät ole Pilotin tuottamia.*

	Klo	Päättiet	Sivutiet
To 16.2.2017	11	2017-02-16 17:00 Ennakkosuolaus ennen lumisadetta 10-15 g/m <sup>2</sup> , mahdollinen auraus. 2017-02-17 00:00 Tarkista lisäsuolauksen tarve.	2017-02-16 21:00 Kelin tarkistus, varaudu kriittisten paikkojen pistehiekotukseen To 23:00. Merkittävää kuuranmuodostusta To 23:00 lähtien.
	12	(Kuten edellä)	(Kuten edellä)
	13	2017-02-16 17:00 Ennakkosuolaus ennen lumisadetta To 19:00, mahdollinen auraus. Voimakasta kuuranmuodostusta To 20:00 lähtien. To 19:00 suolaus 15 g/m <sup>2</sup> . 2017-02-17 00:00 Tarkista lisäsuolauksen tarve.	2017-02-16 18:00 Kelin tarkistus, varaudu kriittisten paikkojen pistehiekotukseen To 20:00. Merkittävää kuuranmuodostusta To 20:00 lähtien.
	14	2017-02-16 17:00 Ennakkosuolaus ennen lumisadetta To 19:00, mahdollinen auraus. Merkittävää kuuranmuodostusta To 23:00 lähtien, voimakasta kuuranmuodostusta Pe 00:00 lähtien. To 19:00 suolaus 15 g/m <sup>2</sup> . 2017-02-17 00:00 Tarkista lisäsuolauksen tarve.	2017-02-16 21:00 Kelin tarkistus, varaudu kriittisten paikkojen pistehiekotukseen To 23:00. Merkittävää kuuranmuodostusta To 23:00 lähtien.
	15	2017-02-16 17:00 Ennakkosuolaus ennen lumisadetta 10-15 g/m <sup>2</sup> , mahdollinen auraus.	(Ei suosituksia)
	16-23	(Ei suosituksia)	(Ei suosituksia)
Pe 17.2.2017	0	2017-02-17 07:00 Aurausehto täyttyy Pe 09:00, arvioitu päättymisaika La 08:00 ja lunta yhteensä 2.6 cm.	2017-02-17 11:00 Aurauus, sohjonpoistoehto täyttyy Pe 13:00, arvioitu päättymisaika La 08:00 ja sadetta yhteensä 2.1 cm. 2017-02-17 12:00 Tarkista hiekoituksen tila.
	1	2017-02-17 08:00 Aurausehto täyttyy Pe 10:00, arvioitu päättymisaika La 08:00 ja lunta yhteensä 2.3 cm.	2017-02-17 11:00 Aurauus, sohjonpoistoehto täyttyy Pe 13:00, arvioitu päättymisaika La 08:00 ja sadetta yhteensä 2.2 cm. 2017-02-17 12:00 Tarkista hiekoituksen tila.
	2	2017-02-17 09:00 Aurausehto täyttyy Pe 11:00, arvioitu päättymisaika La 08:00 ja lunta yhteensä 2.2 cm.	2017-02-17 11:00 Aurauus, sohjonpoistoehto täyttyy Pe 13:00, arvioitu päättymisaika La 08:00 ja sadetta yhteensä 2.1 cm. 2017-02-17 12:00 Tarkista hiekoituksen tila.
	3	(Ei suosituksia)	2017-02-17 12:00 Tarkista hiekoituksen tila.
	4-6	(Ei voimassaolevaa lumisadetta koskevia suosituksia)	(Ei voimassaolevaa lumisadetta koskevia suosituksia)
	7	2017-02-17 05:00 Paikoin jäätävää sadetta, suolaus 10 g/m <sup>2</sup> .	2017-02-17 05:00 Jäätävä sade: kelintarkistus, piste- tai linjahiekoitus. Tilanne jatkuu Pe 08:00 asti. 2017-02-17 12:00 Tarkista hiekoituksen tila.
	8	(Ei voimassaolevaa lumisadetta koskevia suosituksia)	(Kuten edellä)
	9	(Ei voimassaolevaa lumisadetta koskevia suosituksia)	(Ei voimassaolevaa lumisadetta koskevia suosituksia)
	10	(Ei voimassaolevaa lumisadetta koskevia suosituksia)	2017-02-17 08:00 Jäätävä sade: kelintarkistus, piste- tai linjahiekoitus. Tilanne jatkuu Pe 11:00 asti.
	11	(Ei voimassaolevaa lumisadetta koskevia suosituksia)	2017-02-17 09:00 Jäätävä sade: kelintarkistus, piste- tai linjahiekoitus. Tilanne jatkuu Pe 11:00 asti.





ISSN-L 1798-6656  
ISSN 1798-6664  
ISBN 978-952-317-462-7  
[www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi)

Liik  
enne  
vira  
sto

