



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

AURUSAIKAMALLI LUMEN JA SOHJON POISTON APUNA

Toimenpidetiedon yhdistäminen aurasaikamalliin

TE -

Juhani Rossinen

KIJÄ:

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Ympäristötekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä Juhani Rossinen			
Työn nimi Aurusaikamalli lumen ja sohjon poiston apuna			
Päiväys	11.05.2019	Sivumäärä/Liitteet	46/6
Ohjaaja Lehtori Mervi Heiskanen			
Toimeksiantaja Destia Oy, Kehittämispäällikkö Oiva Huuskonen			
Tiivistelmä			
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää tilaajalle, miten aurusaikamalli auttaa työnjohtoa lumen ja sohjon poiston organisoinnissa. Lisäksi tutkittiin kuinka, toimenpidetiedon yhdistäminen aurusaikamalliin toimii ja osaltaan auttaa tiestöllä vallitsevan tilanteen seurannassa. Tavoitteena oli myös selvittää, vähentääkö aurusaikamalli toimenpidetiedolla varustettuna kustannuksia ja toimenpidekertoja.</p> <p>Aurusaikamallin toimintaa tutkittiin Iisalmen, Vieremän ja Lieksan alueilla sijaitsevilla tiesääasemilla. Työssä havainnointiin ja dokumentoitiin useita erilaisia lumisadetilanteita tammi-, helmi- ja maaliskuun aikana vuonna 2019. Aurusaikamalli on Ilmatieteenlaitoksen kehittämä lumen kertymistä tiestölle ennustava ohjelmisto, joka toimii www.ilmanet.fi- sivustolla. Aurusaikamallista otettiin kuvakaappauksia lumisadetilanteiden aikana ja niistä pyrittiin selvittämään, miten mallin ennustamat tulokset pitävät paikkansa. Omilla havainnoilla ja työnjohdon haastatteluilla selvitettiin mallin toimivuutta ja ennusteiden oikeellisuutta.</p> <p>Omat havainnot ja työnjohdon haastattelut osoittivat, että aurusaikamalli on oiva työnjohdon apuväline lumen ja sohjon poiston organisoinnissa. Malli toimii päätöksenteon apuna laitettaessa auroja liikkeelle. Pääosin aurusaikamalli toimi kelvollisesti muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Malliin tehtiin korjauksia jo työn aikana, joka paransi välittömästi mallin käytettävyyttä. Aurusaikamallin pidempi aikaisella käytöllä saataisiin tehostettua mallin hyödyllisyyttä entisestään. Tärkeimpänä jatkokehitysehdotuksena olisi mallin saattaminen mobiilialustoille toimivaksi, jolloin mallin ennusteita voisi tarkastella myös tien päältä, käyttäjien työympäristöstä. Aurusaikamallin vaikutuksista kustannuksiin ei saatu tuloksia lyhyen tarkastelujakson vuoksi.</p>			
Avainsanat aurusaikamalli, lumen ja sohjon poisto, auraus, talvihoito			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Environmental Technology			
Author(s) Juhani Rossinen			
Title of Thesis Snow Plowing Timing System as a Help in Snow and Slush Removal			
Date	11 May 2019	Pages/Appendices	46/6
Supervisor(s) Ms. Mervi Heiskanen, Senior Lecturer			
Client Organisation /Partners Destia Oy, Mr. Oiva Huuskonen, Development Manager			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to figure out how a snow plowing timing system work and helps supervisors of plowingwork. The main idea of the snow plowing timing system is to calculate the time when the snow on the road must be ploughed. Also a new add-on in the snow plowing system was studied. The new add-on is called operational information and it was added to the snow plowing timing system as a part of this thesis. It was also studied how the snow plowing timing system reduces costs of snow and slush removal.</p> <p>The snow plowing timing system was examined on the roads of Eastern Finland, in Iisalmi, Vieremä And Lieksa. Snowfall situations were observed and documented in winter 2019. The snow plowing timing system is developed by Ilmatieteenlaitos, and it works on the website called www.ilmanet.fi. Screenshots were taken when the system was in process of calculating next plowing time and observations were made of these screenshots. Interviews were also conducted about the results.</p> <p>As a result of this thesis it can be concluded that the author's own observations and interviews of supervisors showed that the snow plowing timing system is a good assistive instrument for snow and slush removal. The system worked mainly reliably. The most important development proposal is to make the system work on mobile devices as well. The thesis did not give actual results on the cost impact of the system due to a short review period.</p>			
<p>Keywords Snow plowing timing system, snow and slush removal, plowing, winter maintenance.</p>			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
1.1	Työn tarkoitus	6
1.2	Tarkasteltavat tiesääasemat.....	6
1.3	Lumen ja sohjon poiston apuna käytettävät järjestelmät.....	7
1.3.1	Fluent Kunto- järjestelmä	7
1.3.2	Aurausaikamalli	8
1.3.3	Tiesääasema ja kelikamera.....	9
1.4	Destia Oy	10
2	LUMEN VAIKUTUS LIIKENTEeseen.....	11
2.1	Lumisateen synty	11
2.2	Lumen ja sohjon poisto tiestöltä	12
2.3	Lumen ja sohjon poiston laatuvaatimukset	12
2.3.1	Ajoradan lumisuuden määrittäminen.....	13
3	AURAUUSAIKAMALLI LUMEN JA SOHJON POISTON APUNA	14
3.1	Toimenpidetiedon yhdistäminen aurausaikamalliin	14
3.1.1	Erialaisten lumisateiden vaikutus aurausaikamallin toimivuuteen.....	14
4	TUTKIMUS AURAUUSAIKAMALLIN TOIMIVUUDESTA.....	15
4.1	Lumisadetilanne 1, 22.01 – 23.01.2019.....	15
4.2	Lumisadetilanne 2, 29.01-30.01.2019	16
4.3	Lumisadetilanne 3, 02.03 – 03.03.2019.....	16
4.4	Lumisadetilanne 4, 07.03 – 11.03.2019.....	17
4.5	Lumisadetilanne 5, 15.03.2019 – 18.03.2019.....	18
4.6	Yhteenveto havainnoista.....	19
5	YHTEENVETO JA JATKOKEHITYSEHDOTUKSET	20
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	21
	LIITE 1: TYÖNJOHDON HAASTATTELU	22
	LIITE 2: LUMISADETILANTEEN DOKUMENTOINTI 22.01.2019.....	23
	LIITE 3: LUMISADETILANNE 29.01.2019 – 30.01.2019	28
	LIITE 4: LUMISADETILANNE 02.03.2019 – 03.03.2019	30
	LIITE 5: LUMISADETILANNE 07.03.2019 – 11.03.2019	36

LIITE 6: LUMISADETILANNE 15.03.2019 – 19.03.2019 41

1 JOHDANTO

Lumisade ja lumen kertyminen tiestölle vaikeuttaa merkittävästi liikennöintiä, joten on tärkeää, että lumenpoisto tiestöltä olisi mahdollisimman tehokasta ja sujuvaa. Tässä työssä selvitetään, kuinka aurasaimamalli auttaa tehostamaan lumen ja sohjon poistoa ja miten toimenpidetiedon yhdistäminen aurasaimamalliin toimii.

Suomessa on valtion hallinnoimaa tiestöä noin 78 000 kilometriä, joista valta- ja kantateitä on noin 13 000 kilometriä ja moottoriteitä 900 kilometriä. (vayla.fi). Teiden talvikunnossapito on yhteiskunnallisesti merkittävä asia, turvallisuuden ja liikennöinnin sujuvuuden kannalta. Talvikunnossapitoa kehittämällä syntyy helposti suuriakin säästöjä niin yhteiskunnalle kuin myös tienpitäjälle. Destia voi käyttää tutkimuksesta saatuja tuloksia teiden talvihoidon kehittämiseen.

1.1 Työn tarkoitus

Työn tarkoituksena on selvittää, miten aurasaimamalli toimii ja miten toimenpiteiden ajoitustieto aurasaimamalliin yhdistettynä auttaa saamaan säästöjä ja vähenevätkö toimenpideterrat teiden aurasaimassa käyttämällä tiestöllä olevaa tiesääasemaa, joka mittaa lumikertymää. Tiellä oleva lumikertymä nollataan suoritetun auraustyön mukaisesti, siten saadaan tarkempi tieto tiestöllä vallitsevasta tilanteesta, jonka siten pitäisi vähentää toimenpidetkertoja. Työstä on tarkoitus saada vastaus sille, onko tästä mallista apua työnjohtajille ja vähentääkö se mahdollisesti toimenpidetkertoja ja kuluja.

1.2 Tarkasteltavat tiesääasemat

Tiesääasemia, joilla aurasaimamalli on käytössä, on muutamia ympäri Suomen, Lapissa 5, Oulun lähistöllä 3, Itäsuomessa 6 ja Turun lähistöllä 3. Työssä tarkastellaan kolmea tiesääasemaa, jotka sijaitsevat Itä-Suomen alueella.

Valtatie 5 Iisalmi, Ryhälänmäki

Ryhälänmäen tiesääasema sijaitsee noin 15 kilometriä Iisalmesta pohjoiseen, korkean mäen päällä, valtatie viitosella. Kohteen keskimääräinen vuorokausiliikenne on noin 3900 ajoneuvoa vuorokaudessa, joista raskasta liikennettä on noin 400, vuonna 2018 (vayla.fi). Alueella vallitseva nopeusrajoitus on 80 km/h ja talvihoitoluokka on 1s. Ryhälänmäen tiesääaseman sadekertymämittari näyttää toistuvasti pienempiä kertymiä kuin lähialueen muut mittauspisteet.

Kantatie 88 Vieremä, Isomäki

Isomäen tiesääasema sijaitsee kantatie 88:lla noin 40 kilometriä Iisalmesta Oulun suuntaan. Tiesääasema on varalaskutumiskentän päässä. Keskimääräinen vuorokausiliikenne mittauspisteessä on noin 1000 ajoneuvoa vuorokaudessa (vayla.fi). Vallitseva nopeusrajoitus mittauspisteessä on 100 km/h ja talvihoitoluokka on 1b.

Kantatie 73 Lieksa, Vieki

Viekin tiesääasema sijaisee Nurmeksen ja Lieksan puolivälissä kantatie 73:lla, Pielisen pohjoispuolella. Vieki on tunnettu runsaslumisena paikkana. Keskimääräinen vuorokausiliikenne Viekiässä on noin 1100 ajoneuvoa vuorokaudessa (vayla.fi). Alueella vallitseva nopeusrajoitus on 80 km/h ja talvihoitoluokka on 1b.

Tässä työssä on kuitenkin keskitytty enemmän aurasuoritusajon toimintaan Ryhälänmäen ja Isojärven tiesääasemien kohdalla.

1.3 Lumen ja sohjon poiston apuna käytettävät järjestelmät

Työnjohto käyttää monia erilaisia sovelluksia, laitteita, ohjelmia ja järjestelmiä apunaan organisoimissaan aurasuoritusajon tapahtumissa. Tässä on esitettyä tämän työn kannalta keskeisimmät apuvälineet.

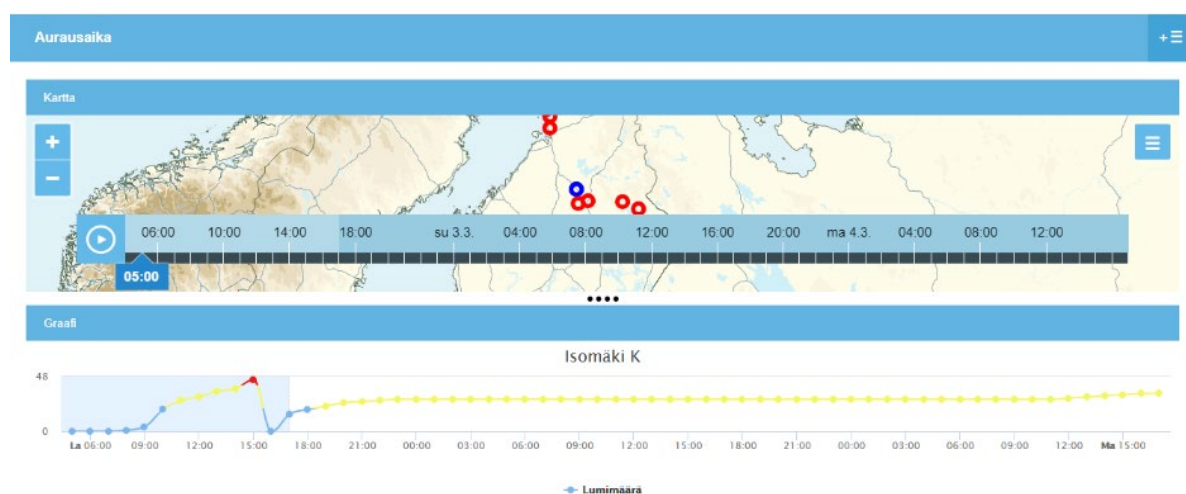
1.3.1 Fluent Kunto- järjestelmä

Reaaliaikainen, mobiililaitteilla toimiva ajoneuvon tiedonkeräysjärjestelmä hyödyntää älykkäästi mobiili-, paikkatieto- ja karttateknologioita. Kaikki tieto liikkuu pilvipalvelun avulla sujuvasti ja turvallisesti laitteesta toiseen ja virheiden määrä vähenee. Fluent Kunto on aikaisemmin tunnettu nimellä Softroi Kunto (fluentprogress.fi.) Fluent Kunto-järjestelmä on tärkeä kunnossapidon apuväline. Järjestelmä toimii tietokoneella, puhelimella ja tabletilla. Fluent Kunto-järjestelmä vaatii toimiakseen Kunto-laitteen eli puhelimen, johon on asennettu Kunto-sovellus. Sovelluksesta on valittava suoritettava työtehtävä. GPS:n avulla sovellusta käyttävien liikkeet ja reitit tallentuvat järjestelmään. Järjestelmästä työnjohto näkee reaaliaikaisesti kartalla esitettyinä, missä urakoitsijat ovat ja mitä työtehtäviä tekevät. Järjestelmästä pystyy myös takautuvasti katsomaan, esimerkiksi auran ajankohdan ja reitit, missä aurat ovat liikkuneet.

1.3.2 Aurasaikamalli

Aurasaikamalli on Ilmatieteenlaitoksen sovellus, joka ennustaa aurauksen ajankohdan. Aurasaikamalli toimii www.ilmanet.fi sivustolla. Malli mittaa lumikertymää tiesääasemilla ja näyttää graafina, milloin lunta on kertynyt lähtökynnyksen verran ja milloin aurojen pitäisi lähteä liikkeelle. Kun aura on ohittanut mittauspisteen eli tiesääaseman, lumikertymä nollaantuu ja malli alkaa jälleen ennustamaan lumen kertymistä ja seuraavaa aurasajankohtaa.

Kuvassa 1 on esitetty, miten aurasaikamalli näkyy sivustolla. Pisteviiva esittää sadekertymää tiesääasemalla. Sininen väri kertoo, kun lunta on alle 25 mm. Keltainen väri puolestaan ilmaisee, että lunta on kertynyt lähtökynnyksen verran (yli 25 mm) ja aurat pitäisi laittaa liikkeelle. Pisteviivan värin ollessa punainen, lunta on tiellä jo yli 40 mm, eli enemmän kuin laatuluokitus sallii.



Kuva 1. Kuvakaappaus aurasaikamallista. (ilmanet.fi)

Aurasaikamalli on kehitetty Ilmatieteenlaitoksen tiesäämallin pohjalta, joka ennustaa tiesään kehittymistä. Tiesäämalli ei ottanut huomioon lainkaan tienhoitopiteitä. Tiesäämalli on kuvannut sitä ti-lannetta, joka vallitsisi, jos mitään tienhoitopiteitä ei tehtäisi. Tiesäämalli on ollut operatiivisessa käytössä jo vuodesta 2000. (Hippi 2004, 26-28.)

1.3.3 Tiesääasema ja kelikamera

Tiesääasemaverkko on kehitetty ensisijaisesti teiden talvihoidon apuvälineeksi. Ensimmäiset tiesääasemat Suomessa otettiin käyttöön jo 1980-luvulla. ELY:n sisäisen koulutusmateriaalin (2015, 8) mukaan tiesääasemat sijaitsevat pääosin pääteiden varsilla. Tiesääasemat tekevät havaintoja erityisesti tienpinnan tilasta. Lisäksi tiesääasemat mittaavat tien ja ilman lämpötiloja, kosteutta, kastepistettä, sadetta ja tuulta. Dataa kerätään 5-10 minuutin välein. Suomessa on tiesääasemia noin 780 kpl (2018). Yleensä tiesääaseman tiedot ovat hyvin luotettavia, mikäli tiesääasemat on huollettu ja kalibroitu asiaankuuluvalla tavalla. Tiesääasema mittaa tienpinnan tilannetta 5-8 cm² alueelta, joka on hyvin pieni verrattuna koko tiehen. Tämän takia aseman kelitulkinta voi erota ihmisen kokemasta keliolosuhteesta.



Kuva 2. Tiesääasema, jossa myös kelikamera. Kantatie 73 Vieki, Lieksa. (ROSSINEN 2019-05-13).

Kelikameroita on Suomessa noin 850 kpl (2018). Kelikamerat ovat nykyisin kääntyviä ja zoomattavia, joka mahdollistaa kuvien ottamisen useammasta eri suunnasta. Kameran ottavat kuvia 10-30 minuutin välein. Kelikameroita voi seurata internetistä, kuvasta selviää tien ja ilman lämpötila sekä tuulen nopeus. Myös tienpinnan olosuhteet näkyvät kelikameran ottamasta kuvasta, kuten kuvassa 3 näkyy.



Kuva 3. Kelikamerakuva Ryhälänmäki, Iisalmi. (kelikamerat.info).

1.4 Destia Oy

Destia on suomalainen infra- ja rakennusalan palveluyhtiö, joka rakentaa, ylläpitää ja suunnittelee liikenneväylien ja ratojen sekä liikenne- ja teollisuusympäristöjen lisäksi kokonaisia elinympäristöjä. Destian palvelut ulottuvat maanalaisesta rakentamisesta kattavaan maanpäälliseen toimintaan sekä energia- ja insinöörirakentamiseen. Monipuolisen osaamisen ansiosta destialaiset toteuttavat suuria ja edistyksellisiä ratkaisuja. Ratkaisuja, jotka mahdollistavat ihmisten, tavaroiden, palveluiden ja energian liikkumisen luontevana osana pohjoista elämää ja maailmantaloutta. Destian asiakkaita ovat teollisuus- ja liikeyritykset, kunnat ja kaupungit sekä valtionhallinnon organisaatiot. Kattava toimipaikkaverkko Suomessa takaa, että Destia on aina lähellä asiakkaitaan. (Destia.fi.)

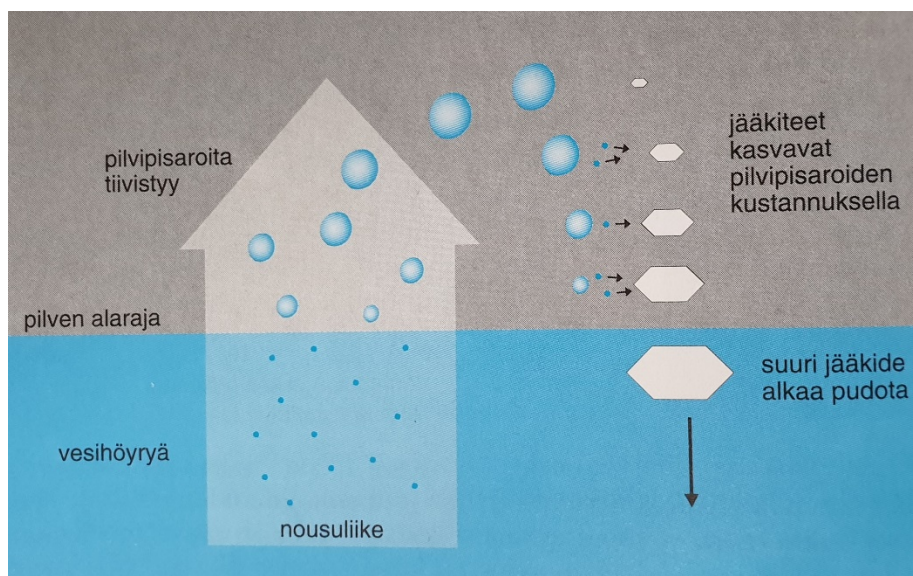
Destia on entinen Valtion Tielaitos, Tielaitos muutti nimensä Destiaksi helmikuussa 2007. Valtio myi koko Destian osakekannan Ahlström Capitalille heinäkuussa 2014.

2 LUMEN VAIKUTUS LIIKENTEeseen

Lumisade vaikuttaa merkittävästi liikenteeseen, joka aiheuttaa muun muassa liukkaita, näkyvyyden huononemista ja heikentää ajoneuvojen ohjattavuutta. Joissakin tapauksissa, mikäli lunta on kertynyt tielle liikaa, se voi pysäyttää liikenteen kokonaan. Tiestöllä suoritettava lumen ja sohjon poisto on erittäin tärkeää.

2.1 Lumisateen synty

Sadepisaroiden ja lumihitaleiden muodostuminen pilvessä on sängen monimutkainen fysikaalinen prosessi. (Karttunen, Koistinen, Saltikoff ja Manner 2008, 222). Yleensä lunta sataa talvisin, kun lämpötila on nollassa tai pakkasen puolella. Lumisade syntyy, kun pilven lämpötila on tarpeeksi matala ja pilveen varastoitunut vesihöyry jäätyy jääkiteiksi tai alijäähtyneeksi vedeksi. Kun jääkiteet ovat kasvaneet riittävän suuriksi, pilvi ei jaksa enää kannatella niitä. Tippuessaan jääkiteet voivat kasvaa myös huurtamalla eli keräämällä itseensä alijäähtyneitä vesipisaroita sekä törmäilemällä toisiin jääkiteisiin, jota kutsutaan törmäys- ja yhdistymisprosessiksi. Tämä on hiutaloitumista, sillä näin syntyvät alas satavat lumihitaleet (Karttunen 2008, 222-245.) Kuvassa 4 on esitetty jääkiteen muodostumista, joista sitten muodostuu hitaleet ja sitä kautta lumisade.



Kuva 4. Jääkiteiden muodostuminen. (Karttunen 2008, 242.)

2.2 Lumen ja sohjon poisto tiestöltä

Teiden talvihoidossa lumi ja sohjo poistetaan yleensä ensin ja liukkaita torjutaan sen jälkeen. Runsa-liikenteisimmät, eli 1-luokan tiet aurataan ensimmäisenä. Tavoitteena on, ettei runsasliikenteisillä teillä tai kevyenliikenteenväylillä ole lunta muutamaa senttiä enempää. Lumisateen loputtua lumi poistetaan pääteiltä 2-3 tunnissa, kevyenliikenteenväyliltä neljän tunnin kuluessa. Vähäliikenteisille, eli kolmosluokan teille, voi lunta kertyä ajoittain jopa kymmenen senttiä ja se täytyy aurata kuudessa tunnissa. (vayla.fi.)



Kuva 5. Lumen poistoa tiestöltä. (Rossinen 2019-03-08).

2.3 Lumen ja sohjon poiston laatuvaatimukset

Tässä työssä käytetään Tiehallinnon (nykyinen Väylävirasto) laatimia laatuvaatimuksia vuodelta 2009. Nämä laatuvaatimukset ovat voimassa tässä työssä tarkasteltavissa urakoissa.

Yleiset tiet jaetaan viiteen eri talvihoitoluokkaan 1s, 1, 1b, 2, ja 3.

1s on tiukin laatuluokka, joka on käytössä vilkkaasti liikennöidyillä valta- ja kantateillä. (Tiehallinto 2009). Talvihoitoluokat määräytyvät enimmäkseen liikennemäärien mukaan. Mitä enemmän liikennettä, sitä korkeampi talvihoitoluokka. Ajoradan laatuvaatimukset ovat voimassa koko tien leveydellä reunaviivasta toiseen, viivat mukaan lukien. Kuvissa 6 ja 7 on esitetty lumen ja sohjon poiston talvihoitoluokkien kriteerit maksimilumisyyvyyden ja toimenpideajan osalta vuosilta 2009 ja 2018. Luokkien kriteerit eivät ole juurikaan muuttuneet lumen ja sohjon poiston osalta. Laatuvaatimukseen on tullut enemmän tarkennuksia liukkauden ja polanteen torjuntaan.

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

Kuva 6. Laatu luokat 2009 (Tiehallinto 2009).

Talvihoito- luokka	Maksimilumisvyvyys sateen aikana (cm)		Toimenpideaika (h)	
	Irtolumi	Sohjo	Irtolumi	Sohjo
Ise	4	2	2,5	2
Is	4	2	2,5	2
Ib	4	2	3	2,5
Ic	4	2	3	3
II	8	4	4	4
III	10	5	5	5

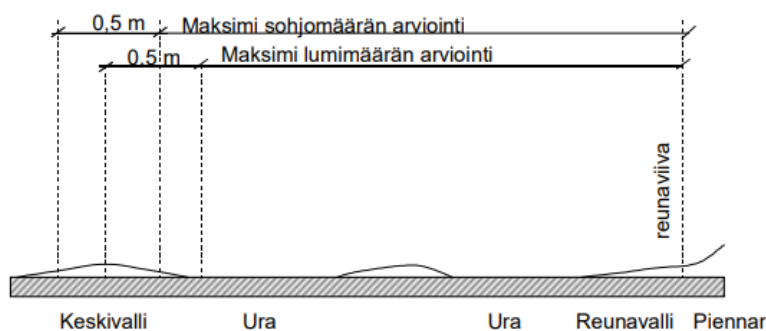
Kuva 7. Laatu luokat 2018 (Liikennevirasto 2018).

Laatuvaatimuksien tärkein tehtävä on mahdollistaa liikennöinti turvallisesti tiestöllä. Tienkäyttäjien täytyy pystyä liikkumaan sujuvasti sekä tavarankuljetuksien on päästävä perille. Kun tienhoidossa tehdään laatuvaatimusten mukaista työtä, liikkuminen teillä on turvallista ja sujuvaa.

Tässä työssä käsitellään laatu luokitukseltaan 1s- ja 1-talvihoitoluokan teitä.

2.3.1 Ajouradan lumisuuden määrittäminen

Ajouradan maksimilumisvyvyys on suurin keskimääräinen lumisyvyys, joka löytyy tieltä joko ajourilta, ajourien välistä, ajokaistojen välistä tai ajoradan reunalta 50 cm leveänä yhtenäisenä kaistaleena. (Tiehallinto 2009.) Jos kaistale ei ole 50 cm leveä, kertyneen lumen syvyys arvioidaan kuin se olisi levitettyä 50 cm leveydelle. Sohjolla tarkoitetaan kosteaksi muuttunutta lunta, joka ei tartu tienhenkkiin ja aiheuttaa liirtovaaraa. Kuvassa 8 on esitetty miltä alueelta ajoradan maksimilumisvyvyttä arvioidaan.



Kuva 8. Ajouradan lumisuuden määrittäminen (Tiehallinto 2009).

3 AURAUUSAIKAMALLI LUMEN JA SOHJON POISTON APUNA

Aurausaikamalli on oiva työnjohdon apuväline lumen ja sohjonpoiston hallinnointiin. Mallin tarkoitus on antaa työnjohdolle selkeä käsitys tiestöllä vallitsevasta tilanteesta, joka toimii päätöksen teon apuna laitettaessa auroja liikkeelle.

3.1 Toimenpidetiedon yhdistäminen aurausaikamalliin

Toimenpidetiedon yhdistäminen aurausaikamalliin on uusi lisäosa. Ennen aurausaikamalli on toiminut ilman toimenpidetietoa. Aurausaikamalli ennustaa lumen kertymistä tiestölle. Aiemmin tiestöllä oleva lumivarasto ei ole nollaantunut aurauksen jälkeen, vaan on pysynyt samana kuin ennen aurasta. Lumivarasto on pienentynyt vain sulamisen seurauksena, joka on aiheuttanut epäselvyyttä tiestöllä vallitsevasta tilanteesta. Nyt kun toimenpidetieto on yhdistettynä aurausaikamalliin, lumivarasto nollaantuu auran ohittaessa mittauspisteen. Tämä selkeyttää työnjohdon käsitystä tiestön aurastarpeesta.

Toimenpidetiedon siirtyminen aurausaikamalliin vaatii Kunto-laitteen, johon on asetettu työksi "Lumen ja sohjon poisto". Kunto-laitteessa on oltava GPS-seuranta päällä, jotta malli saa tiedon, milloin aura ohittaa mittauspisteen, nollaa lumivaraston ja alkaa ennustamaan seuraavaa aurausajankohdtaa.

3.1.1 Erilaisten lumisateiden vaikutus aurausaikamallin toimivuuteen

Lumisateen olomuoto vaikuttaa aurausaikamallin toimivuuteen siten, että jos lumi on esimerkiksi kevyttä ja kuivaa pakkaslunta sekä pölyyää paljon, lunta ei kerry ajoradalle vaan se pölyyää pois ajoradalta liikenteen vaikutuksesta. Myös jos lumisateen aikana tuulee voimakkaasti voi muodostua kiinnostumia ja paikoittain olla lumeton tie. Esimerkiksi tällaisia tilanteita aurausaikamalli ei osaa vielä ennustaa luotettavasti. Havaintojen mukaan mallin hyödyt tulevat parhaiten esille lauhalla kelillä tapahtuvissa heikko tuulisissa ja runsaslumisateisissa tilanteissa. Tällaisissa lauhan kelin sateissa mallin toimintaan vaikuttaa lumen sulaminen ja haihtuminen, joka täytyy ottaa huomioon.

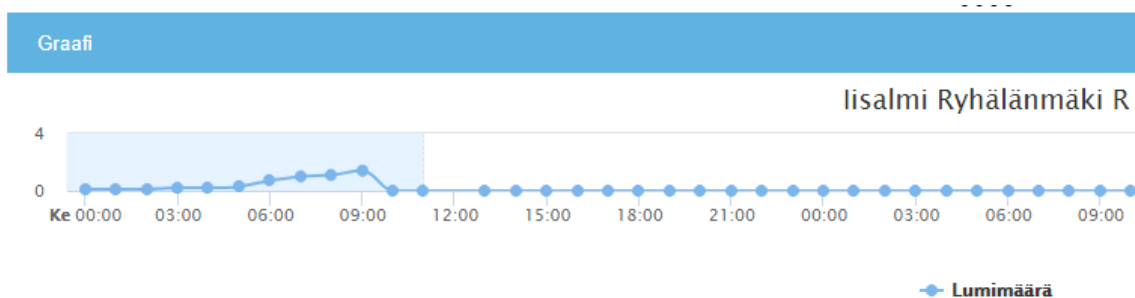
4 TUTKIMUS AURUSAIKAMALLIN TOIMIVUUDESTA

Tässä osiossa tutkitaan, kuinka aurasaimamalli toimii erilaisten lumisadetilanteiden aikana ja miten toimenpidetieto nollaa lumikertymää. Aineisto on kerätty tammi-, helmi-, ja maaliskuun aikana 2019.

4.1 Lumisadetilanne 1, 22.01 – 23.01.2019

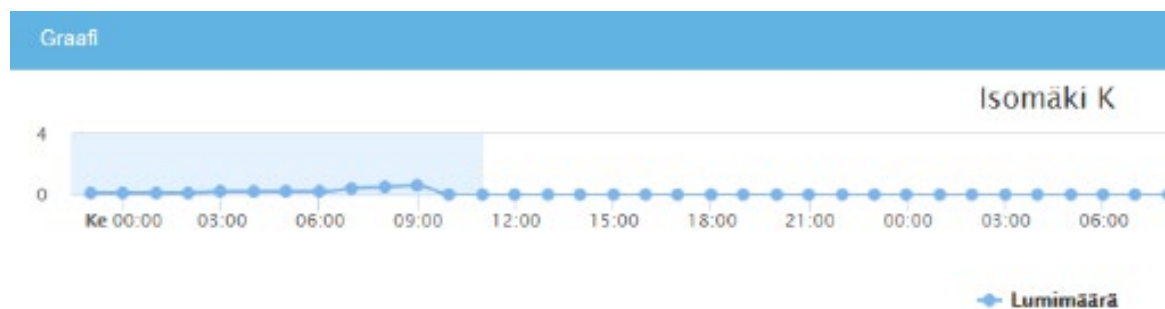
Havainnot VT5 Ryhälänmäki, Iisalmi.

Lumisade alkoi 22.01.2019 n. klo 20:45 ja loppui 23.01.2019 n. klo 10:30. Lumi oli kevyttä pakkaslunta, joka oli hyvin pölisevää. Lunta kertyi sateen aikana noin 80 mm, lämpötilan ollessa sateen aikana noin -15 astetta. Lunta ei juurikaan kertynyt ajourille, vaan lumi pölysi liikenteen seurauksena ajoradan keskelle sekä reunoille. Kyseistä lumisadetilannetta havainnoitiin paikan päällä Iisalmen Ryhälänmäessä. Lumisateen alkaessa aurasaimamalli ennusti, että aurauksen lähtökynnys ylittyisi jo klo 21:00 22.01.2019, mutta johtuen lumen pölisevyydestä, lunta ei kertynytkään tiestölle mallin ennustamalla tavalla, vaan auraus tapahtui vasta seuraavana päivänä kello 11.57. Auraustapahtuma näkyi aurasaimamallissa klo 12.15, vaikka graafi näytti, että lumikertymä olisi jo nollaantunut kello 9.00.



Kuva 9. Kuvakaappaus aurasaimamallista 23.01.2019 klo 12.15 (ilmanet.fi).

Tässä samaisessa lumisadetilanteessa Isomäen graafi näytti myös hyvin pieniä kertymiä, kuten kuvasta 10 selviää. Lunta kertyi kuitenkin saman verran kuin Ryhälänmäessä, joka johtunee lumen pöllyvyydestä.



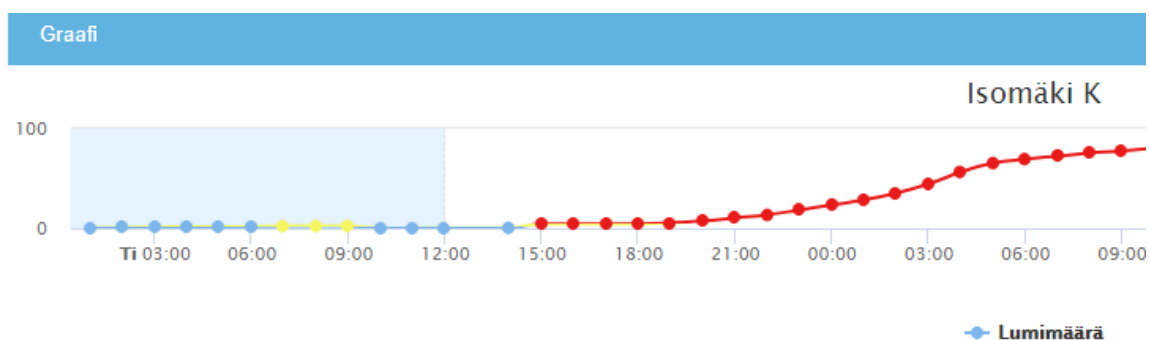
Kuva 10. Kuvakaappaus aurasaimamallista 23.01.2019 11:45 (ilmanet.fi).

Tällaisessa lumisadetilanteessa, jossa satava lumi on kevyttä pakkaslunta, mallin toiminta on hieman epämääräistä. Lumi pölisee ajourilta pois ja lumikertymämittari toimii huonommin kevyellä pakkaslumella. Tässä tapauksessa laatu hieman alittui, sillä lunta kertyi tien reunaan ja keskelle paikoitellen jopa 150 mm mallin näyttäessä vain muutaman sentin lumikertymää.

4.2 Lumisadetilanne 2, 29.01-30.01.2019

Havainnot KT88 Isomäki, Vieremä.

Lumisade alkoi 29.01.2019 noin klo 01.00, lumisateen alkaessa lämpötila oli -15 astetta ja tuuli oli navakkaa, tuulennopeuden ollessa noin 5 metriä sekunnissa. Lumisade oli kevyttä pakkaslunta. Tässä lumisadetilanteessa aurasuikamalli ennusti runsasta lumisadetta ja siitä syystä graafin skaalaus oli hyvin suuri, joten tästä johtuen toteutuneet pienemmät lumimäärät ovat hankalasti tulkittavissa graafista. Kuvassa 11 on esitetty aurasuikamallin ennuste, joka ennusti lähes 100 mm lumikertymää, mutta 25 mm sateet eivät näytä juuri mitään, tässä on ollut jokin skaalausongelma. Tässä tilanteessa mallin ennusteessa oli vielä sellainen ongelma, että havaittu sade oli vetenä ja ennuste lumena. 1 mm vettä, on lumeksi muutettuna noin 10 mm, lumen tyypistä riippuen. Tämä osaltaan aiheutti mallin ennusteen tulkittavuuteen liittyviä hankaluuksia. Kyseinen ongelma korjattiin havaittujen ongelmien vuoksi.

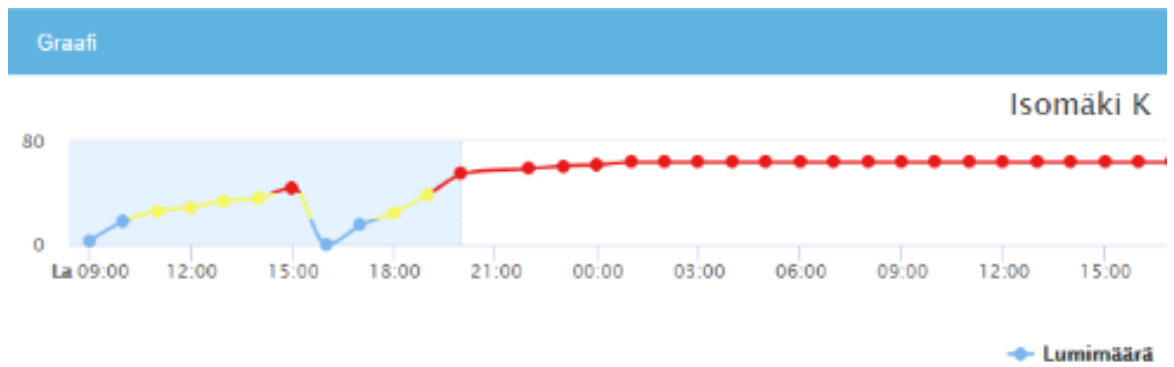


Kuva 11. Kuvakaappaus aurasuikamallista 29.01.2019 (ilmanet.fi).

4.3 Lumisadetilanne 3, 02.03 – 03.03.2019

Havainnot KT88 Isomäki, Vieremä.

Lumisade alkoi 02.03.2019 noin klo 05.00. Sade oli melko runsasta lämpötilan ollessa -10 ja -1 välillä, eli lumi oli hieman raskaampaa kuin edellisissä lumisadetilanteissa. Lunta kertyi noin 100 mm. Kuva 12 havainnollistaa hyvin, miten aurasuikamalli toimenpidetiedolla toimii. Kun aura ohittaa tiesääseman, lumikertymä nollaantuu ja ohjelma alkaa ennustamaan seuraavaa aurasajankohtaa. Tällaisessä pitkäkestoisessa ja runsassateisessa lumisadetilanteessa aurasuikamalli toimii sujuvasti työnjohdon apuna. Kyseiseen lumisadetilanteeseen mennessä oli jo mallin ennusteen ja havaintojen ristiriita korjattu, joka teki graafista huomattavasti helpommin luettavan.

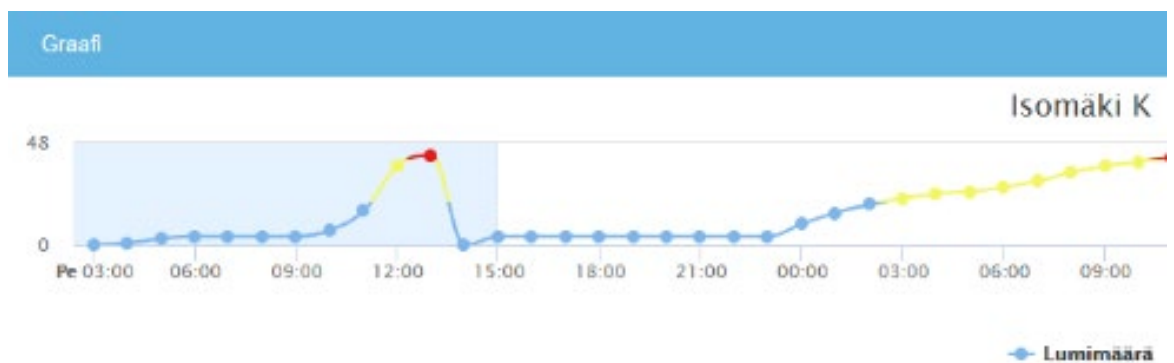


Kuva 12. Kuvakaappaus aurasaimakamallista 02.03.2019 (ilmanet.fi).

4.4 Lumisadetilanne 4, 07.03 – 11.03.2019

Havainnot KT88 Isomäki, Vieremä.

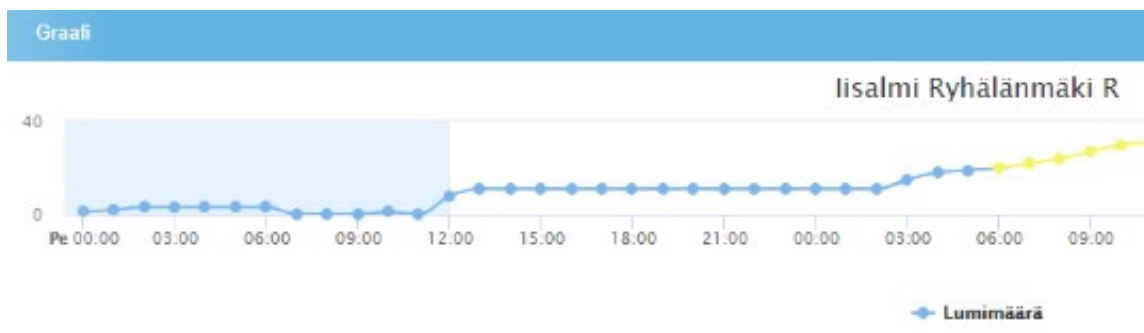
Isomäen lumisadetilanteessa lumi oli aluksi hyvin märkää ja jopa välillä räntää sekä vettä. Lämpötila sateen aikana oli nollan molemmin puolin. Kuvassa 13 näkyvää auraustapahtumaa havainnoitiin aura-auton kyydistä ja samalla tarkasteltiin aurasaimakamallin toimintaa. Lumisade alkoi 07.03.2019, taukosi välillä mutta jatkui 11.03.2019 saakka. Kyseisen lumisadetilanteen aikana sadekertymä oli noin 150 mm, mutta sateen ollessa osittain vettä ja räntää, lunta ei kertynyt mittauspisteeseen kuin noin 80 mm. Tästä huolimatta aurasaimakamalli suoriutui mallikkaasti ja antoi loogisia tuloksia koko sateen ajan.



Kuva 13. Kuvakaappaus aurasaimakamallista 08.03.2019 (ilmanet.fi).

Havainnot VT5 Ryhälänmäki, Iisalmi.

Kuvasta 14 näemme hyvin, kuinka sama lumisadetilanne näyttäytyy Ryhälänmäessä aurasaimakamallissa. Ryhälänmäen tiesääaseman sadekertymämittari mittaa toistuvasti huomattavasti pienempiä lukemia kuin esimerkiksi Isomäen tiesääasema. Tämä vaikuttaa aurasaimakamallin toimintaan kun lunta kertyy oikeasti enemmän, kuin sadekertymämittari ilmoittaa. Myös liikennemäärät Ryhälänmäen tiesääaseman kohdalla ovat huomattavasti suuremmat, kuin esimerkiksi Isomäen tiesääaseman kohdalla. Osaltaan tämä aiheuttaa eroavaisuuksia lumen kertymiseen tiestölle ja sitä myöten aurasaimakamallin tuloksiin.



Kuva 14. Kuvakaappaus aurasaimallista 08.03.2019 (ilmanet.fi).

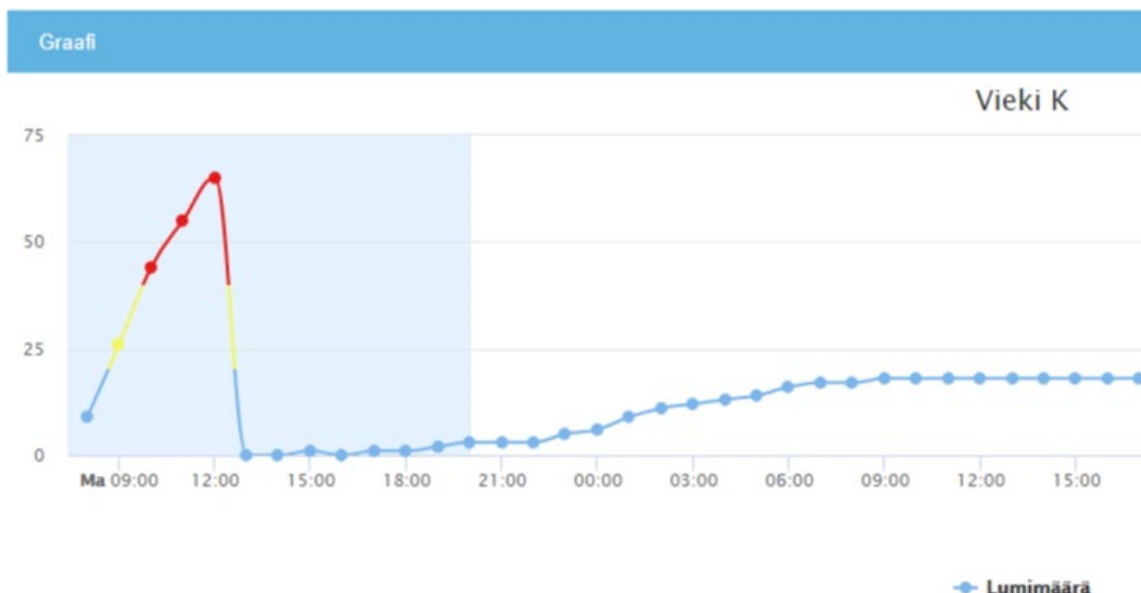
4.5 Lumisadetilanne 5, 15.03.2019 – 18.03.2019

Havainnot KT88 Isomäki, Vieremä.

Lumisade alkoi 15.03.2019. Aluksi lumisade oli heikkoa, lämpötilan vaihdellessa nollan tienoilla. Lumisadetilanteen loppupuolella sade runsastui, lämpötilan ollessa edelleen nollan molemmin puolin. Sadetta tuli kaikissa olomuodoissa, vetenä, räntänä ja lumena. Silti aurasaimallin ennustama lumikertymä piti hyvin paikkansa. Lumisadetilanteen aikana lunta kertyi noin 150 mm. Kuvassa 15 on esitetty lumisadetilanteen loppupuolelta oleva tilanne, jossa lunta kertyi miltei 60 mm kuuden tunnin aikana. Kuvassa 16 on esitetty sama lumisadetilanne Viekin tiesääsaman kohdalla, jossa lunta satoi vielä runsaammin.



Kuva 15. Kuvakaappausaurasaimallista 18.03.2019 (ilmanet.fi).



Kuva 16. Kuvakaappaus aurasaimallista 18.03.2019 (ilmanet.fi).

4.6 Yhteenveto havainnoista

Aurasaimallin toiminta riippuu tiesääaseman toiminnasta sekä siitä, millaista lunta sade on. Aurasaimallin käytössä olevat tiesääasemat tulisi kalibroida ja optimoida aurasaimallia varten, jotta malli ennustaisi todenmukaisimpia mahdollisia tuloksia. Korjauksien jälkeen malli toimi hyvin ja loogisesti Isomäen tiesääasemalla. Ryhälänmäen tiesääaseman sadekertymämittarin toiminta on ollut hieman todellisuudesta poikkeavaa muunmuassa joissakin aiemmin käsitellyissä tilanteissa.

Malli vaikuttaa näyttävän realistisempia tuloksia lämpötilan ollessa sateen aikana nollan tienoilla (kuitenkin sateen olomuodon ollessa lunta), kun lumi on painavampaa ja se pysyy ajouralla eikä pölyise pois liikenteen vaikutuksesta, kuin kovemmilla pakkasilla esiintyvillä pölyävillä lumisateilla. Mallin korjaukset ajoittuivat kuitenkin tammi-helmikuulle, jonka jälkeen ei tullut enää samanlaisia pakkaslumisateita kuin tammikuussa. Korjauksien jälkeen malli toimi paremmin, mutta myös lumisateet olivat erilaisia. Tulevaisuudessa täytyy tutkia vielä lisää, kuinka pölyävät pakkaslumisateet näyttävät mallissa näiden korjauksien jälkeen. Mallin ennusteet näyttävät toimivan laatuvaatimuksiin peilaten hyvin, lukuun ottamatta näitä pölyäviä pakkaslumisateita. Toimenpidetiedon lisääminen malliin näyttää olevan mainio lisäosa, joka korjauksien jälkeen toimii kuten sen täytyykin toimia, eli aurasaimalli toimenpidetiedon saatuaan nolaa lumikertymän ja alkaa ennustamaan uutta aurasaimajankohdtaa.

5 YHTEENVETO JA JATKOKEHITYSEHDOTUKSET

Aurausaikamalli on hyvä työnjohdon apuväline, kunhan tiedostaa mallin rajoitteet.

Destia Oy:n työnjohtaja Partanen (2019-04-25.) kertoi haastattelussa, että aurausaikamalli auttaa auraukseen lähtöajan arvioinnissa, koska se on yksi apuväline lisää, jota tarkastella. Havaintojen mukaan aurausaikamalli on parhaimmillaan lumisateen ollessa pakkaslunta raskaampaa. Jos lumisade on kevyttä ja pölyävää lunta, aurausaikamallin lumikertymä näyttää mahdollisesti virheellisiä tuloksia eli laatuvaatimusten rajat ylittyivät vaikka malli näyttää laadussa pysymistä. Toimenpiteiden lisääminen aurausaikamalliin on oiva lisäosa ja se selkeyttää ennustetta auraustapahtuman jälkeen.

Tutkimuksen mukaan aurausaikamallista on selvää hyötyä sekä havaintojen, että haastattelujen perusteella, vaikkakaan merkittävästä hyödystä ei voida puhua. Tärkeää on aurausaikamallin merkityksen ymmärtäminen saatuun hyötyyn nähden. Pidempi kestoinen tutustuminen aurausaikamalliin on avainasemassa, jotta mallin hyödyntäminen tehostuu. Työnjohdon tietoisuus sekä aktiivisuus käyttää mallia hyödykseen auttaa mahdollisesti saamaan säästöjä pitkällä aikavälillä. Tiesääasemien oikea toiminta on avainasemassa mallin kannalta. Tiesääasemien säännölliset huollot ja kalibroinnit ovat myös tärkeitä. Mikäli tiesääasema tuottaa virheellistä tietoa, myös aurausaikamallin ennusteet ovat virheellisiä. Järjestelmän laajamittainen ja säännöllinen käyttö tuo kokemusta ja varmuutta, joiden kautta mallin käyttö ja hyödyt tulevat selkeämmin esille.

Haastattelujen ja omien havaintojen perusteella mallin jatkokehityskohteista tärkein olisi mallin seuraaminen mobiililaitteilla. Tällä hetkellä malli toimii vain tietokoneella. Ominaisuus toisi käytettävyyttä lisää ja mallia voisi seurata tien päällä, missä myös työnjohtajat usein ovat. Mallin olisi hyvä myös välittää tieto puhelimeen, kun lunta on kertynyt lähtökynnyksen verran. Lisäetua toisi asiaan myös se, että aurausaikamallin rinnalla olisi tienpinnan kitkaa mittaava ja ennustava malli. Aurausaikamallin näkymässä voisi näkyä myös lämpötila. Aurausaikamallin aikajanan yhteydessä olisi hyvä olla päivämäärät viikonpäivien lisäksi, joka osaltaan selkeyttäisi ennustetta enemmän.

Mallin kustannustehokkuutta tarkasteltaessa tarvittaisiin pidempi ajanjakso. Mallin tarkempi testaus vaatisi ainakin koko talven mittaisen jakson, sekä työnjohtajan, jolla on kokemusta aurauksesta ilman aurausaikamallia ja mallin kanssa. Tällä tavalla voitaisiin saada mahdollisesti parempi arvio mallin vaikutuksista kustannuksiin, joskin talvet ovat usein niin erilaisia lumisateiltaan ja lämpötiloiltaan, että vaikutuksia kustannuksiin ei silti pystyttäisi täysin selvittämään.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

- Aurusaikamalli.** Ilmanet.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-05-11] Saatavissa: www.ilmanet.fi
- Destian yrityseshittely.** Destia.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-04-10]. Saatavissa: <https://www.destia.fi/yritys.html>
- Elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus.** 2015 Sisäinen tiesääkoulutusmateriaali.
- Fluent Kunto-järjestelmä.** Fluentprogress.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-05-13]. Saatavissa: <https://www.fluentprogress.fi/ratkaisualueet/infra>
- HIPPI, Marjo 2004.** Teiden talvihoito ja Ilmatieteen laitoksen tiesäämallin jatkokehittäly. Helsingin yliopisto. Fysikaalisten tieteiden laitos. Pro gradu-tutkielma. [viitattu 2019-05-11)
- KARTTUNEN, Hannu, KOISTINEN, Jarmo, SALTIKOFF, Elena ja MANNER, Olli. 2008.** Ilma-kehä, sää ja ilmasto.
- Kelikamerakuva.** Kelikamera.info [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-05-13] Saatavissa: <https://www.kelikamerat.info/>
- PARTANEN, Juha 2019-04-25.** Työnjohtaja. [haastattelu] Iisalmi: Destia Oy.
- ROSSINEN, Juhani 2019-03-08.** Lumen poistoa tiestöltä. [digikuva] Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.
- ROSSINEN, Juhani 2019-05-13.** Tiesääasema, jossa myös kelikamera. Kantatie 73 Vieki, Lieksa. [digikuva] Sijainti: Kuopio: Tekijän sähköiset kokoelmat.
- TIEHALLINTO. 2009.** Teiden talvihoito. Laatuvaatimukset, moniste 19.1.2009. Helsinki.
- Väylä virasto liikennemääräkartat.** Vayla.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-05-11] Saatavissa: <https://vayla.fi/tilastot/tietilastot/liikennemaarakartat1#.XNaVC44zaM8>
- Väylä virasto talvihoito.** Vayla.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-05-05]. Saatavissa: <https://vayla.fi/tieverkko/talvihoito#.XM8dUY4zaM8>

LIITE 1: TYÖNJOHDON HAASTATTELU

Haastattelu pidettiin Iisalmessa Destian toimistolla 25.04.2019. Vastaajana toimi Destian Työnjohtaja Juha Partanen.

Miten aurasaimamalli on auttanut työnjohtoa?

Aurasaimamalli auttaa lähtöajan arvioinnissa ja muutenkin malli toimii päätöksien tukena.

Miten aurasaimamalli mielestänne toimii?

Aurasaimamallin toiminta on pääosin hyvää.

Olisiko aurasaimamallille tarvetta myös alemmalla tieverkolla?

Alemmallakin tieverkolla aurasaimamallista olisi hyötyä.

Aurasaimamallin hyödyt ja haitat?

Aurasaimamalli auttaa lähtöajan arvioinnissa ja malli toimii muutenkin päätöksien tukena.

Haittana voisi olla, jos luottaa mallin toimivuuteen, mutta se ei sitten toimikaan.

Miten jatkokehittäisitte aurasaimamallia?

Aurasaimamalli voisi ilmoittaa esimerkiksi puhelimeen, kun lunta on kertynyt lähtökynnyksen verran. Tällä hetkellä aurasaimamalli toimii hyvin huonosti puhelimella, joten jos sen saisi näkymään puhelimessa, niin olisi hyvä.

Aurasaimamallin rinnalla voisi olla myös liukkaudentorjuntamalli.

Onko aurasaimamalli vaikuttanut kustannuksiin?

Vaikutuksista kustannuksiin ei pysty sanomaan näin vähäisellä kokemuksella, kokeilun pitäisi olla koko talven mittainen.

Jotain muuta, mitä?

Olisi hyvä, kun joka kohtaan, missä on kelikamera tulisi myös lumenmääränmittari.

LIITE 2: LUMISADETILANNE 22.01.2019 – 23.01.2019

Lumisadetilanne 22.01.2019-23.01.2019

Paikan päällä havainnointia

Havainnot Iisalmi Ryhälänmäki

- Lumisade alkoi 22.01.2019 n. klo 20:45 ja loppui 23.01.2019 n. klo 10:30
- Kevyttä pakkaslunta, helposti pölisevää
- Ajoradat ovat lumettomat, lunta on kertynyt ajoratojen keskelle ja reunoihin 5-15cm
- Lunta kertyi koskemattomalle kohdalle noin 5-10cm. Keskimäärin n. 8cm
- Lämpötila sateen aikana -10 - -15.
- Tuulen voimakkuus sateen aikana 0-3m/s.
- KVL pisteessä 3850 ajoneuvoa/vrk (2017)

Aurausaikamallin ennustama lumikertymä vaihtelee huomattavasti sateen edetessä. Myös aurasaimamallin lumikertymän skaalaus pomppii omituisesti.

Lumisateen alkaessa aurasaimamalli ennusti että auraukseen lähtökynnys ylittyisi jo klo 21:00 22.01.2019.

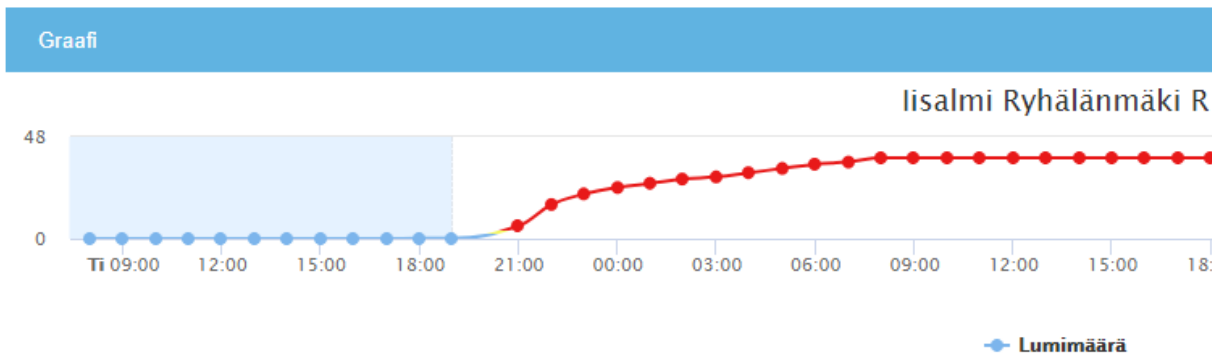
Mutta lunta ei kertynytkään ennusteen mukaisesti tiestölle eikä mittauspisteeseen johtuen ehkä liikenteestä joka pölyytti lumen tien sivuun. Lumi oli hyvin pölisevää.

Aura ohitti tiesääaseman ensin toista kaistaa 11:09 ja sitten toista kaistaa 11:57.

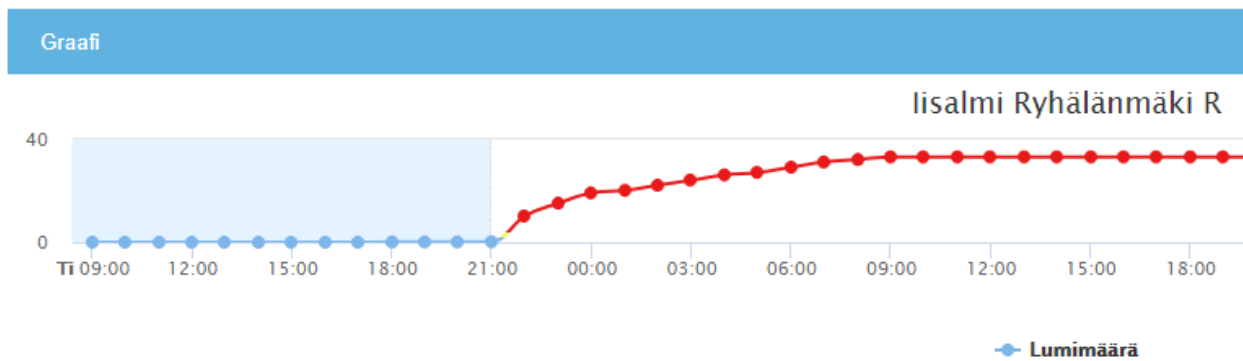
12:15 lumikertymä nollaantui graafin mukaan, mutta malli näytti että nollaantuminen olisi tapahtunut jo 09:00.

Tässä lumisadetilanteessa aurasaimamalli ja toimenpidetieto toimi mielestäni hieman epämääräisesti.

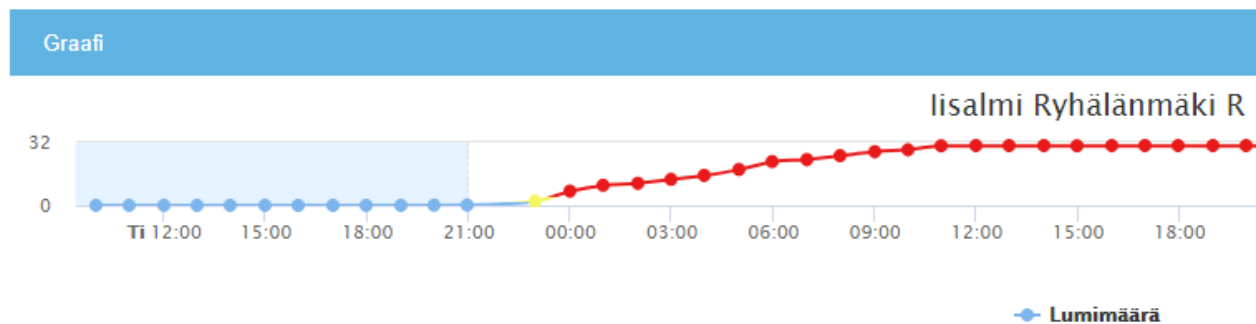
Kuvakaappaukset graafeista ja kelikameroista alempana.



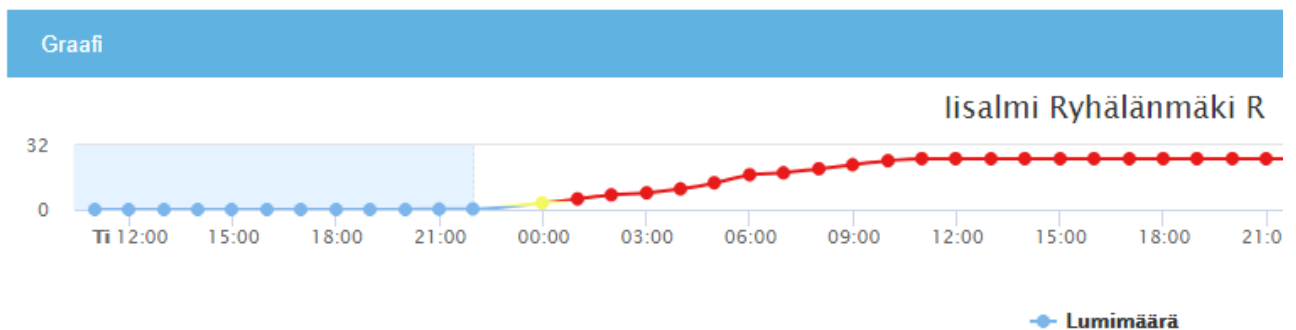
Kuva 17 Kuvakaappaus 20:27 22.01.2019



Kuva 18 Kuvakaappaus 21:29 22.01.2019

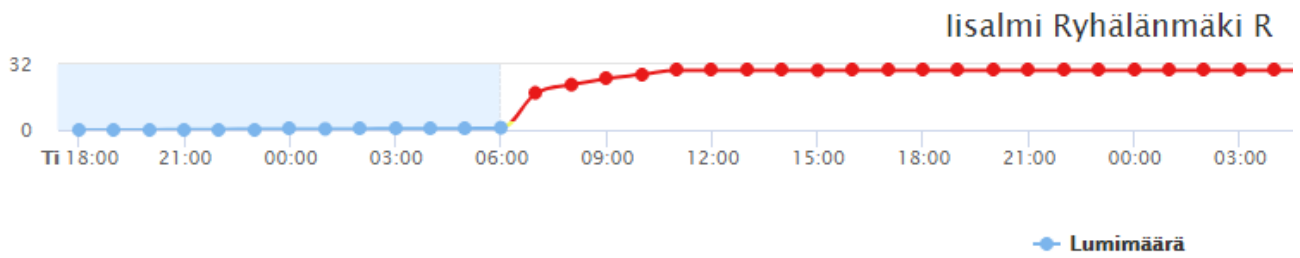


Kuva 19 Kuvakaappaus 22:22 22.01.2019



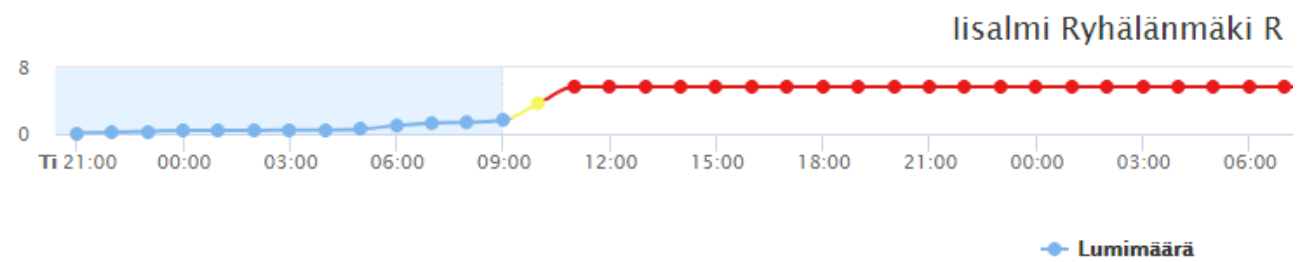
Kuva 20 Kuvakaappaus 23:25 22.01.2019

Graafi



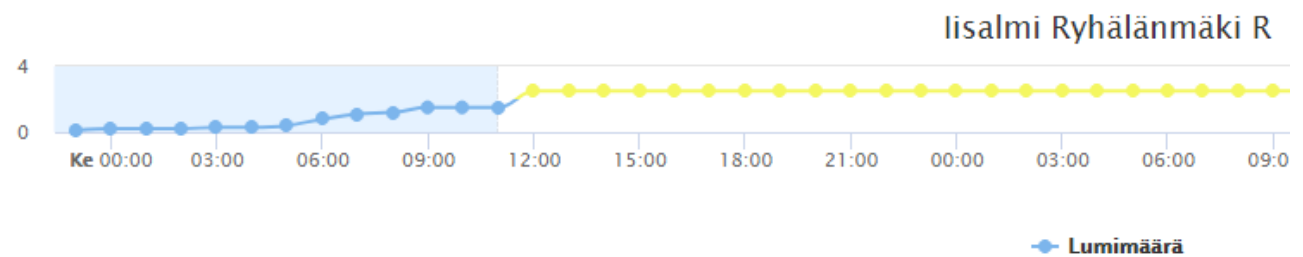
Kuva 21 Kuvakaappaus 07:00 23.01.2019

Graafi



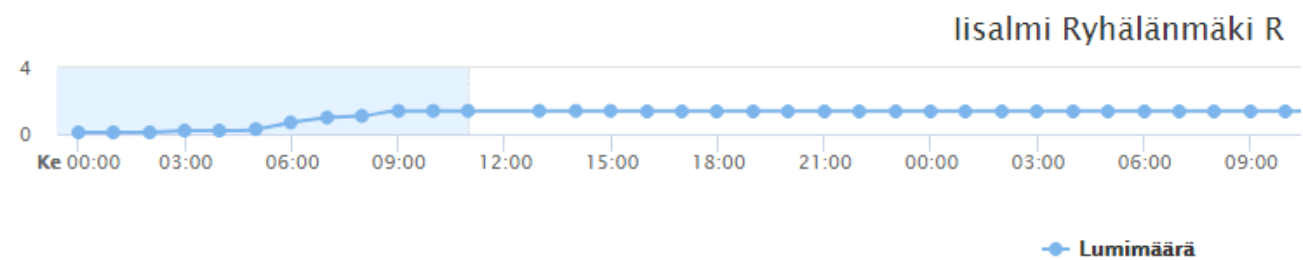
Kuva 22 Kuvakaappaus 09:25 23.01.2019

Graafi



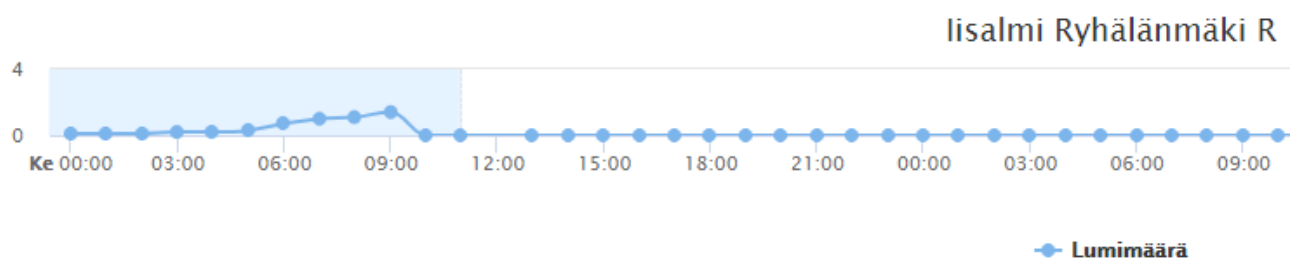
Kuva 23 Kuvakaappaus 11:25 23.01.2019

Graafi



Kuva 24 Kuvakaappaus 12:05 23.01.2019

Graafi



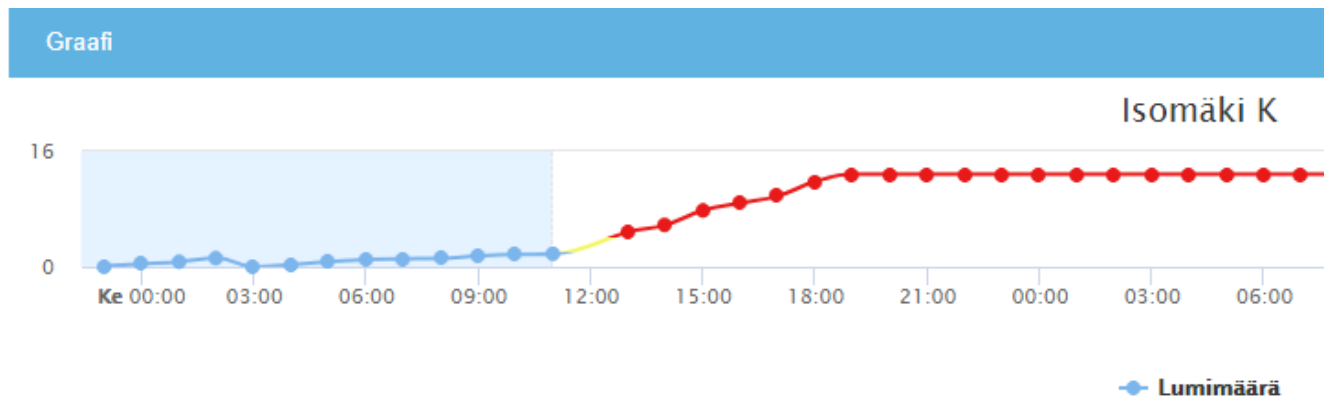
Kuva 25 Kuvakaappaus 12:15 23.01.2019



Kuva 26 Kelikamera 21:53 22.01.2019



Kuva 27 Kelikamera 22:17 22.01.2019



Kuva 30 Kuvakaappaus 12:00 30.01.2019

Aura ohitti tiesääaseman ensin 04:11 ja toisen kerran 04:36. Graafi näyttää että lumikertymä olisi nollaantunut jo kello kahdelta.

LIITE 4: LUMISADETILANNE 02.03.2019 – 03.03.2019

Lumisadetilanne 02.03-03.03.2019

Isomäki Vieremä

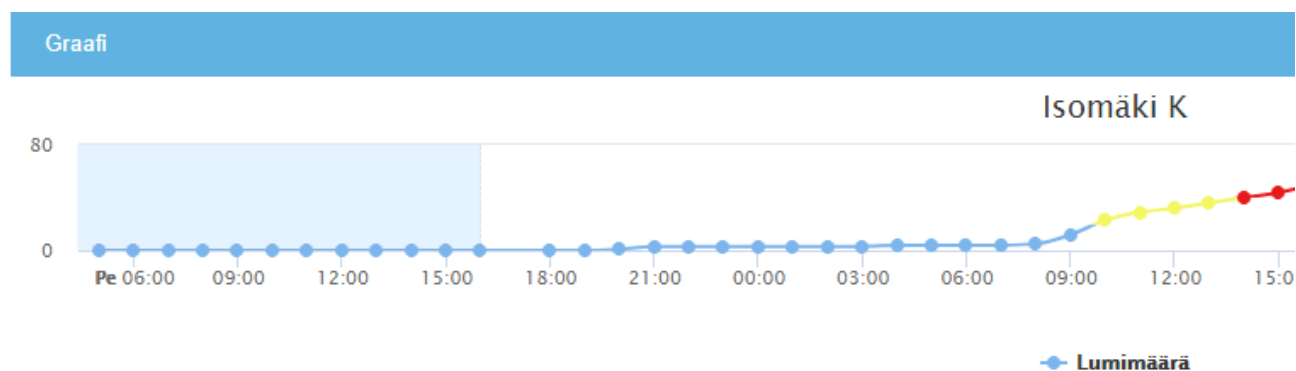
-Lumisade alkoi 02.03.2019 noin klo 05.00

-Lämpötila sateen aikana -1 – -10

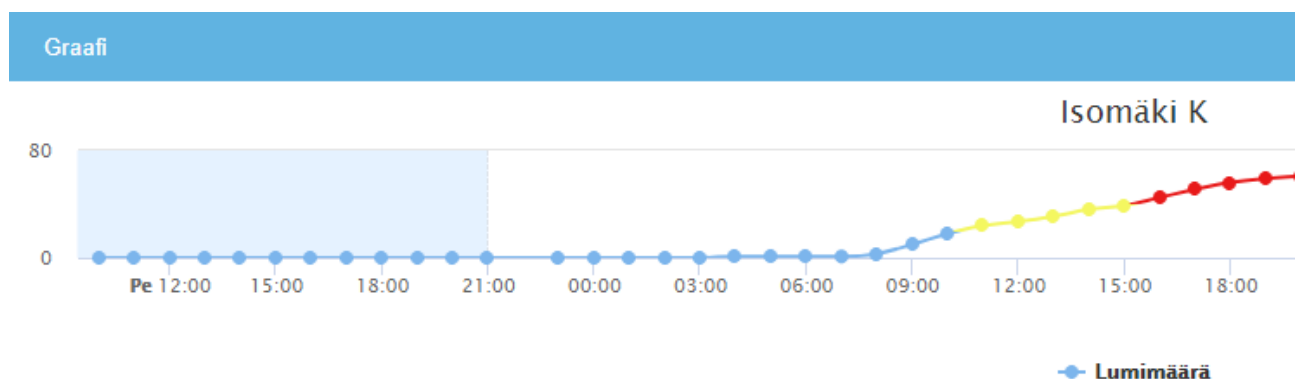
-Lunta satoi noin 10cm

- Aurasaimakamalli toimi hyvin sekä laatuvaatimusten mukaisesti

Alla tilanteen aikana otetut kuvakaappaukset ja kelikamerakuvat



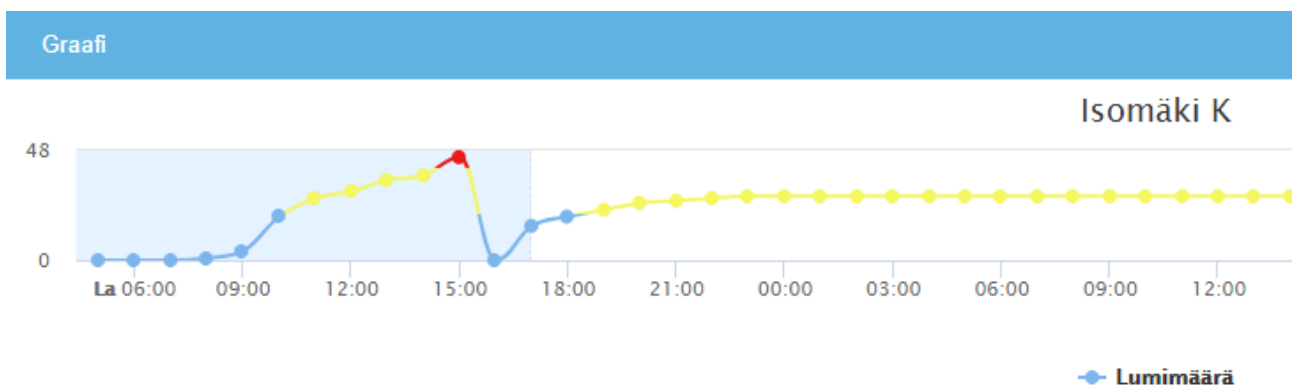
- *Kuva 31 Kuvakaappaus Isomäki 01.03.2019 Klo 17.00, malli ennusti saapuvaa lumisadetta*



- *Kuva 32 Kuvakaappaus Isomäki 01.03. 2019 Klo 22.15, malli ennusti saapuvaa lumisadetta*

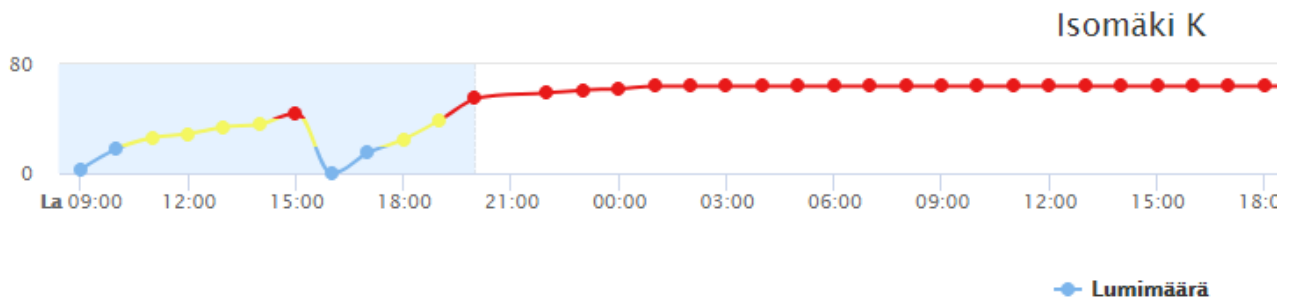


- *Kuva 33 Kelikamerakuva Isomäestä juuri ennen aurausta 02.03.2019 klo 14.45*



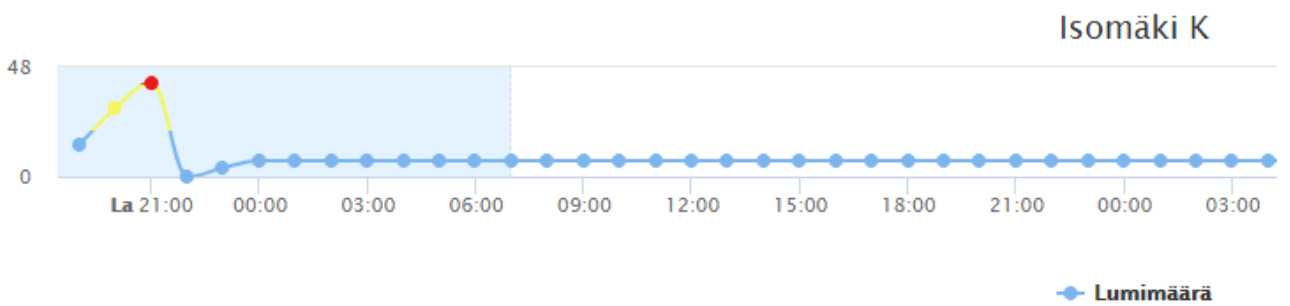
- *Kuva 34 Kuvakaappaus Isomäki 02.03.2019 klo 17.30, malli toimii hyvin, edellisen illan ennusteet pitivät paikkansa.*

Graafi



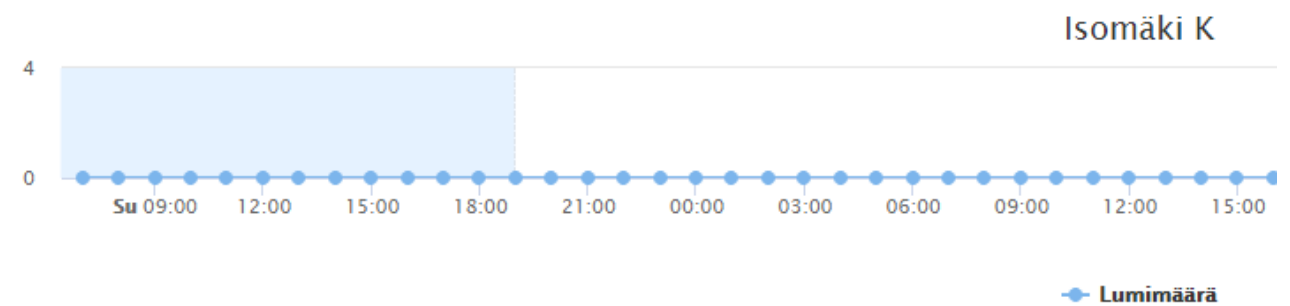
- Kuva 35 Kuvakaappaus Isomäki 02.03.2019 klo 21.15, mallin toiminta mallikasta

Graafi



- Kuva 36 Kuvakaappaus Isomäki 03.03.2019 klo 07.45, lumisateen loputtua auraus suoritettu

Graafi

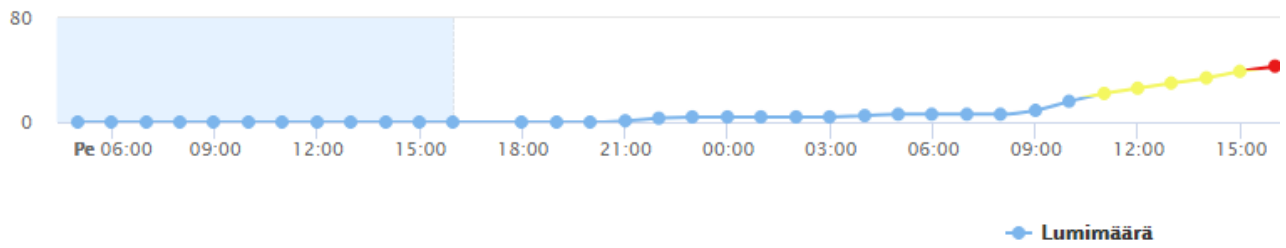


- Kuva 37 Kuvakaappaus Isomäki 03.03.2019 klo 19.30

Kuvakaappaukset Ryhälänmäestä samasta lumisadetilanteesta.

Graafi

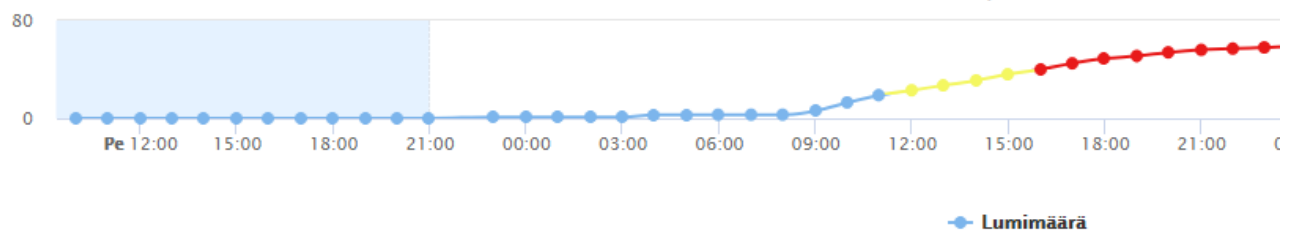
Iisalmi Ryhälänmäki R



- Kuva 38 Kuvakaappaus Ryhälänmäki 01.03.2019 klo 17.00, lumisade saapumassa

Graafi

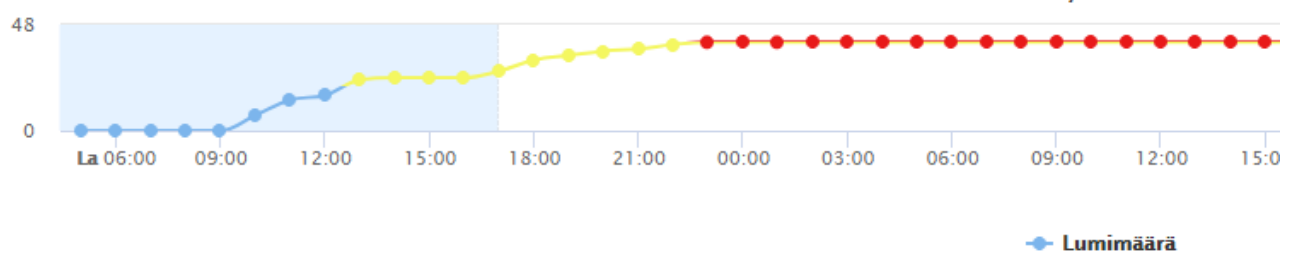
Iisalmi Ryhälänmäki R



- Kuva 39 Kuvakaappaus Ryhälänmäki 01.03.2019 klo 22.15 lumisade lähenee

Graafi

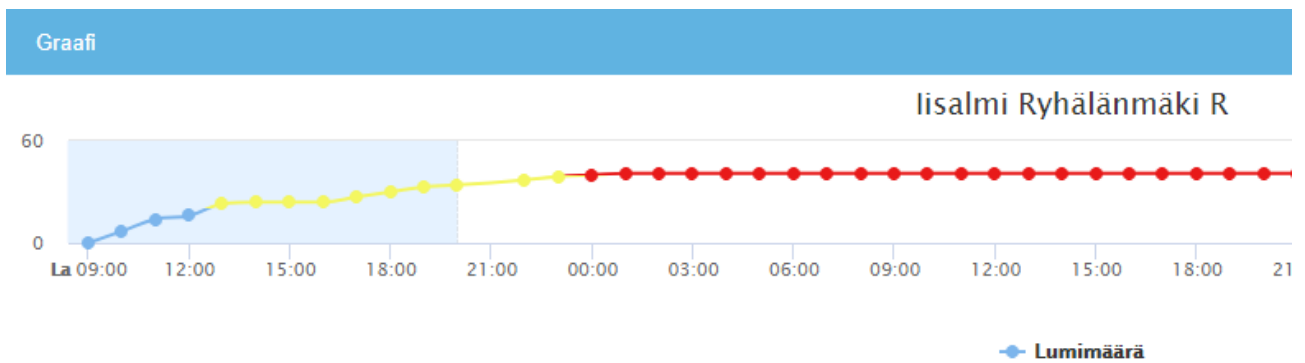
Iisalmi Ryhälänmäki R



- Kuva 40 Kuvakaappaus Ryhälänmäki 02.03.2019 klo 17.30 lumisade alkanut

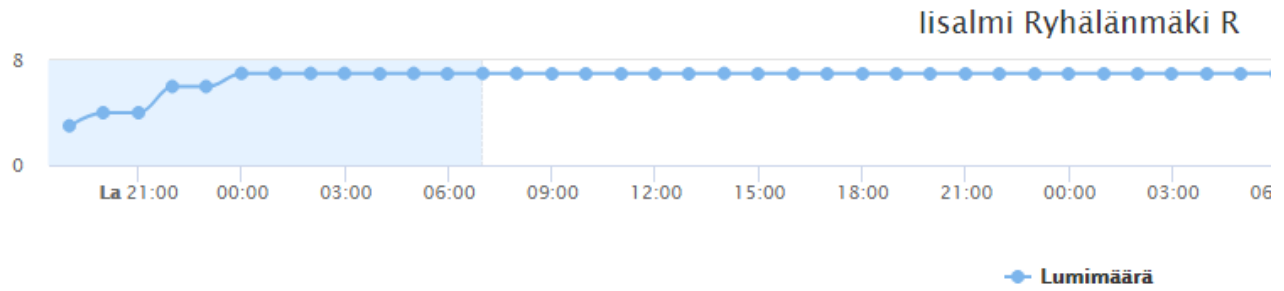


- Kuva 41 Kelikameran kuva Ryhälänmäki 02.03.2019 klo 17.44



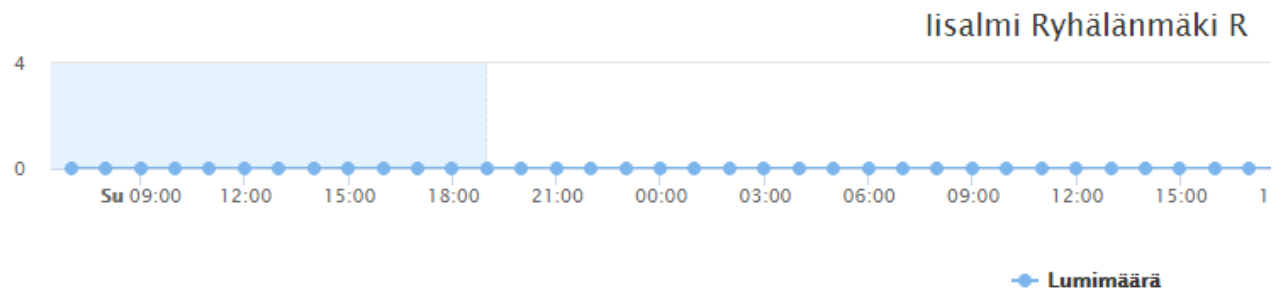
- Kuva 42 Kuvakaappaus Ryhälänmäki 02.03.2019 klo 21.15 Lumisade jatkui heikkona

Graafi



- *Kuva 43 Kuvakaappaus Ryhälänmäki 03.03.2019 klo 07.45 omituista käppyrää*

Graafi



- *Kuva 44 Kuvakaappaus Ryhälänmäki 03.03.2019 klo 19.30 lumi hävisi kokonaan*

Auraus tapahtui noin klo 12.00 mutta se ei oikein ilmene mallista. Ilmeisesti kunto-laite ei ollut päällä auraajalla kuin toiseen suuntaan auratessa joten voisiko epäselvyys johtua tästä?

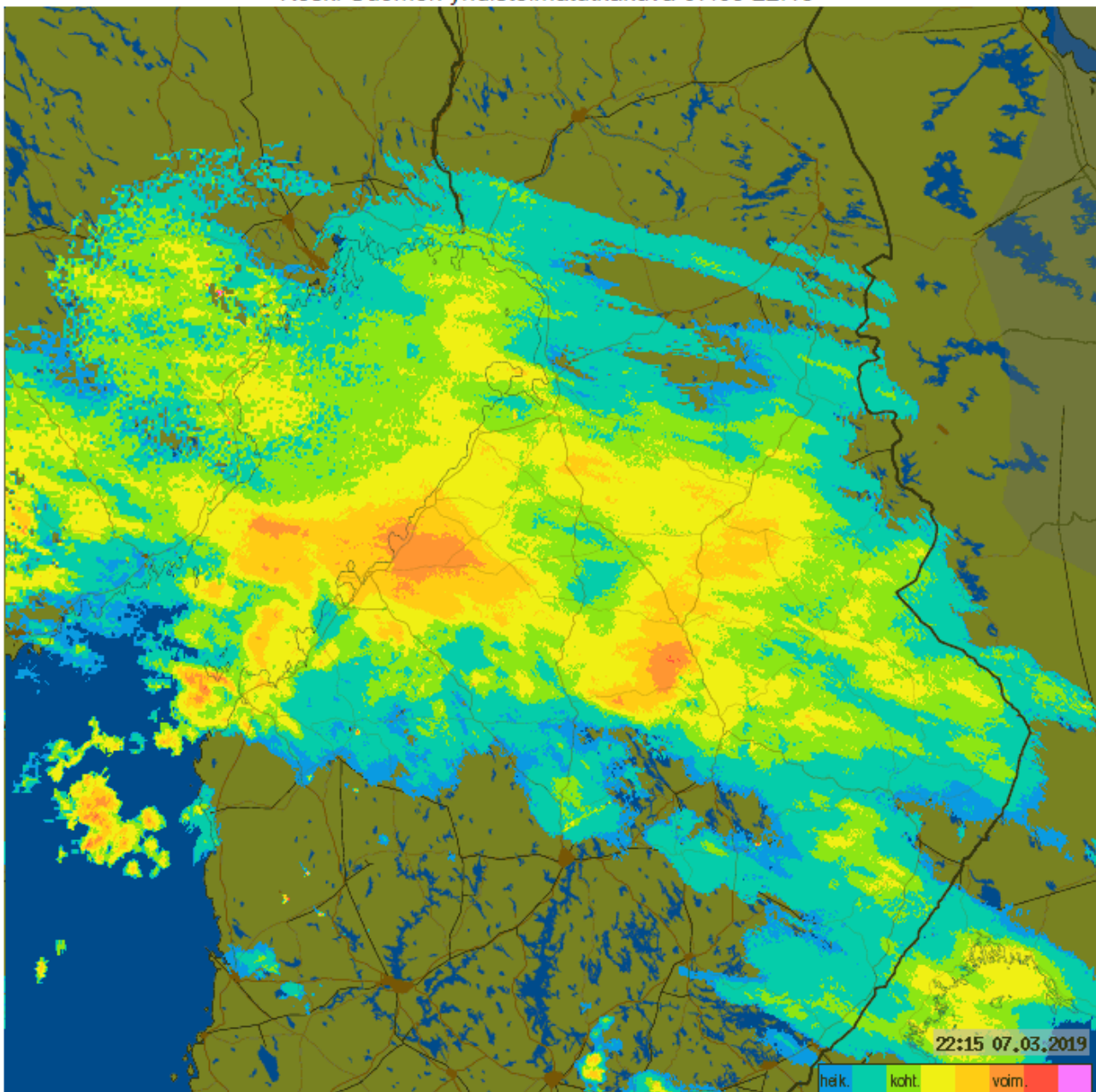
Isomässä aurusaikamallin toiminta paljon selkeämpää, johtuuko ero auraajasta vai tiesääasemasta vai näiden yhteisvaikutuksesta. Joka tapauksessa Ryhälänmäessä mallin toiminta epäselvää.

LIITE 5: LUMISADETILANNE 07.03.2019 – 11.03.2019

Lumisadetilanne 07.03.2019

- Lumisade alkoi 07.03.2019 ja loppui 11.03.2019
- 08.03.2019 olin aurausauton kyydissä tutustumassa auraustapahtumaan ja tarkkailemassa mallin toimintaa.
- Lämpötila nollan molemmin puolin.
- Lunta satoi noin 15cm , sade oli lunta, räntää ja välillä vettäkin

Keski-Suomen yhdistelmäutkakuva 07.03 22:15

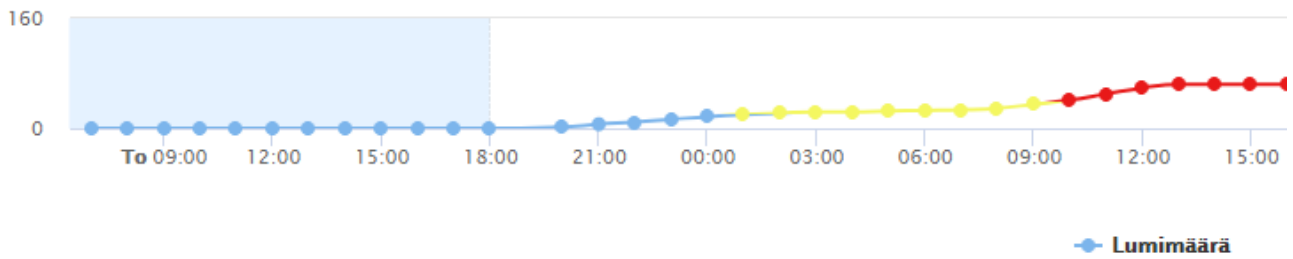


Kuva 45 Kuvakaappaus utkakuvasta 07.03.2019, sateet alkamassa

Alla kuvakaappauksia lumisadetilanteesta

Graafi

Isomäki K



Kuva 46 Kuvakaappaus Isomäki 07.03.2019 klo 19.00 malli ennustaa tulevaa sadetta

Graafi

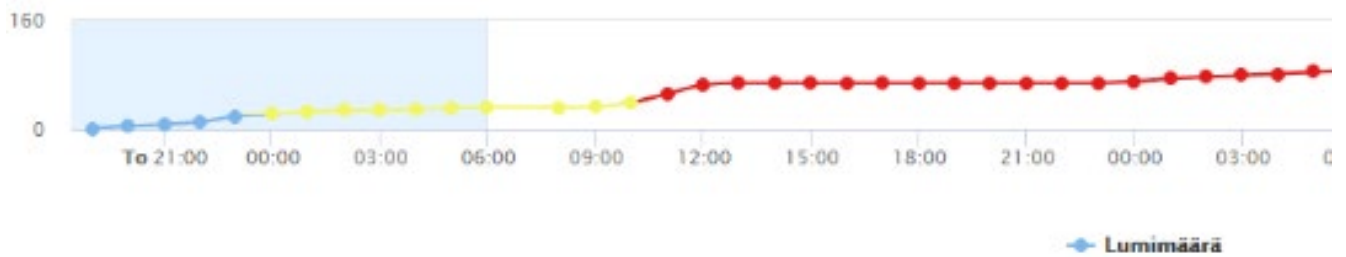
Isomäki K



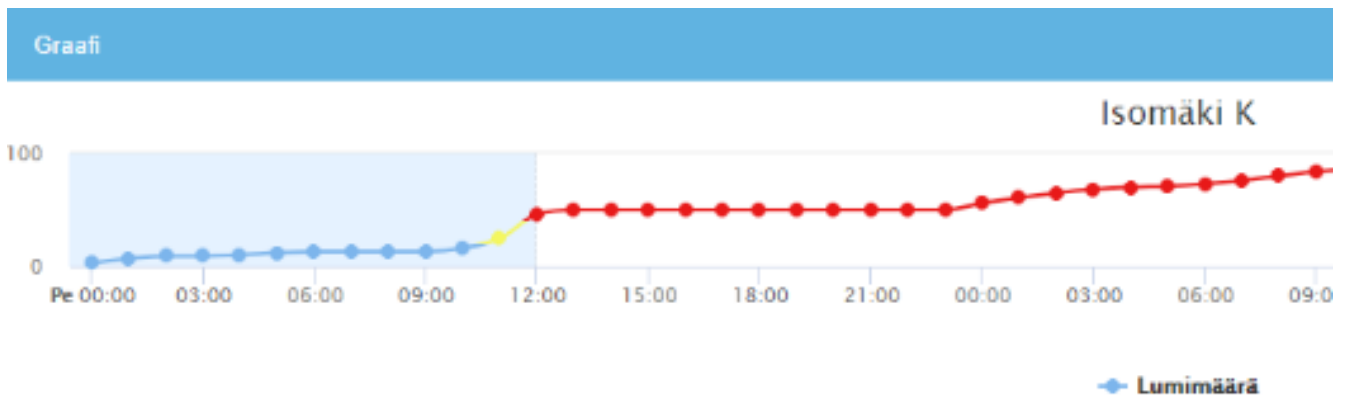
Kuva 47 Kuvakaappaus Isomäki 07.03.2019 klo 22.20 ennuste tarkentuu

Graafi

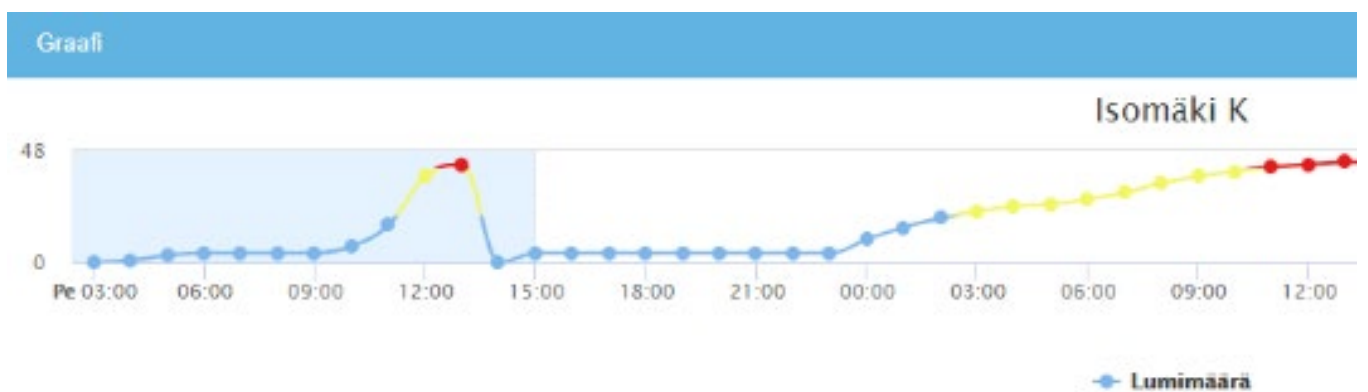
Isomäki K



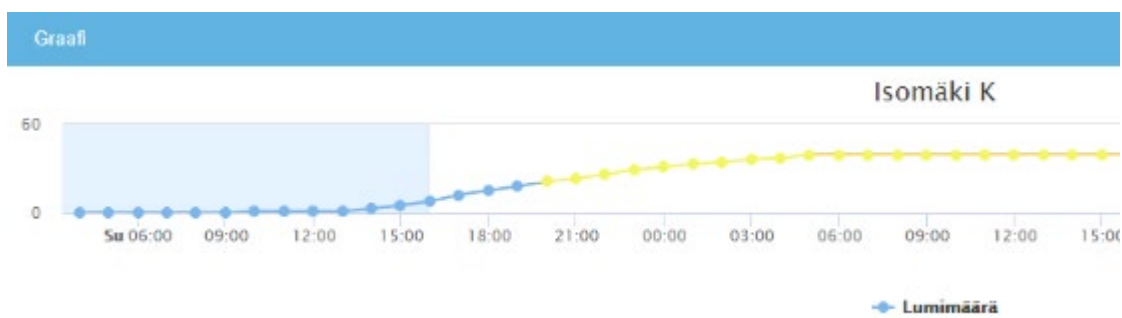
Kuva 48 Kuvakaappaus Isomäki 08.03.2019 klo 07.30 Lunta jo hieman kertynyt



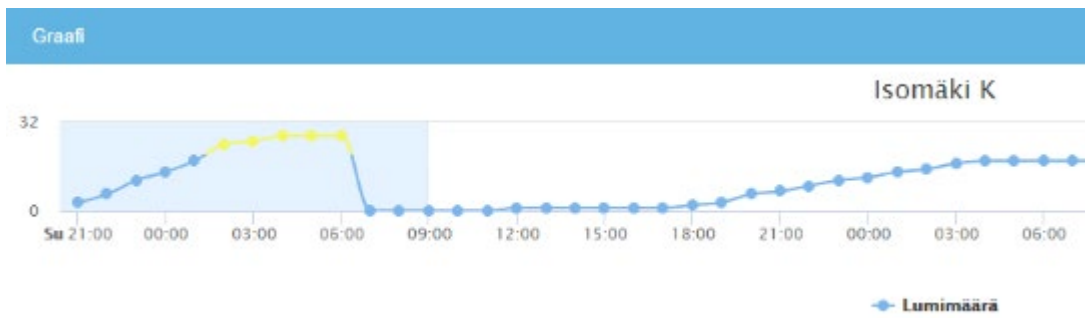
Kuva 49 Kuvakaappaus Isomäki 08.03.2019 klo 12.50 Lumimäärä alkaa jo ylittää laatuvaatimukset



Kuva 50 Kuvakaappaus Isomäki 08.03.2019 klo 15.55, Lumikertymä nollaantui auraustapahtuman yhteydessä täsmällisesti. Tässä olin kyssä tarkkailemassa

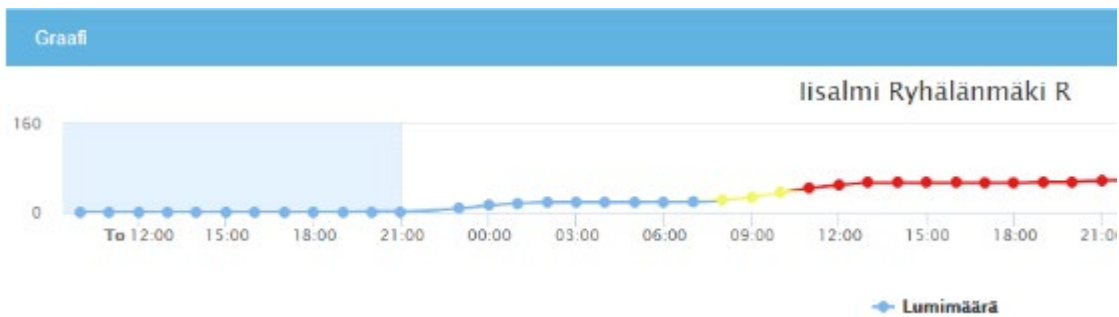


Kuva 51 Kuvakaappaus Isomäki 10.03.2019 klo 17.00, lunta sateli hiljakseltaan mutta sateen ollessa heikkoa ja lämpötilan plussan puolella lumi sulii sitä mukaa pois mitä satoi.

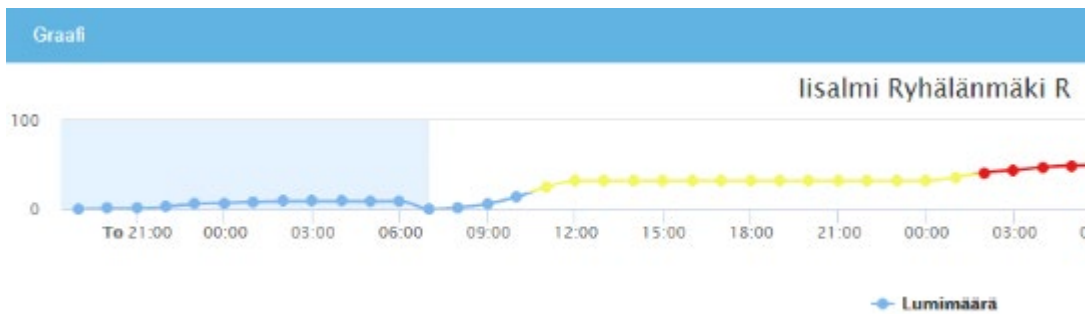


- Kuva 52 Kuvakaappaus Isomäki 11.03.2019 klo 10.00, lämpötila hieman laski ja lumi alkoi jäämään tielle joten se oli aurattava

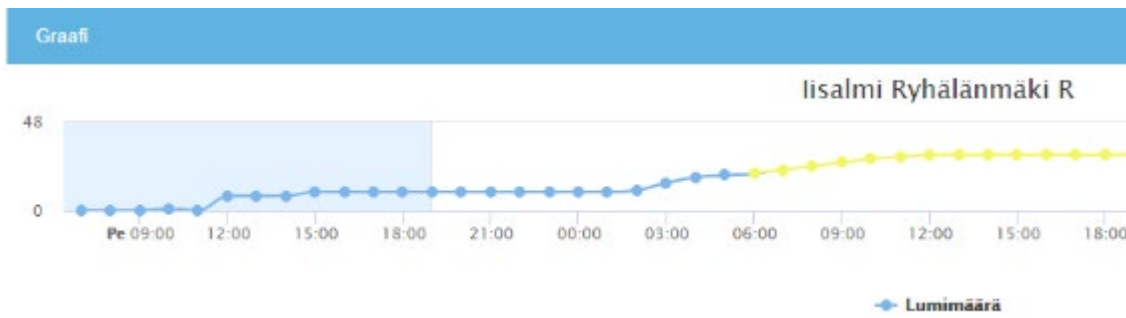
Ryhälänmäki



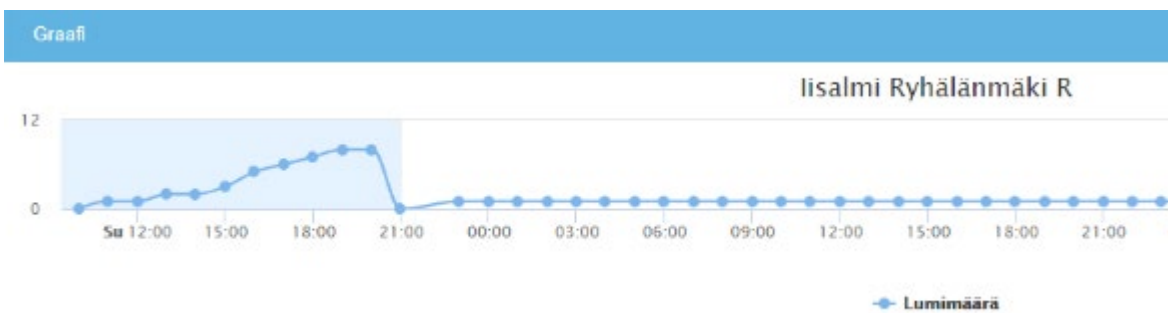
- Kuva 53 Kuvakaappaus Ryhälänmäki 07.03.2019, lumisade saapumassa



- Kuva 54 Kuvakaappaus Ryhälänmäki 08.03.2019 klo 07.20, Lunta jo hieman satanut mutta sulanut ilmeisesti pois?



- *Kuva 55 Kuvakaappaus Ryhälänmäki 08.03.2019 klo 19.50, lunta jo hieman kertynyt mutta huomattavasti vähemmän kuin Isomäessä samaan aikaan, mistä johtuu?*



- *Kuva 56 Kuvakaappaus Ryhälänmäki 10.03.2019 klo 22.00, tie aurattu*

Tässäkin lumisadetilanteessa Isomäki antaa selvempiä käppyröitä.

LIITE 6: LUMISADETILANNE 15.03.2019 – 19.03.2019

Lumisadetilanne 15.03.2019- 19.03.2019

-Lumisade alkoi 15.03.2019

-Lämpötila oli nollan molemmin puolin

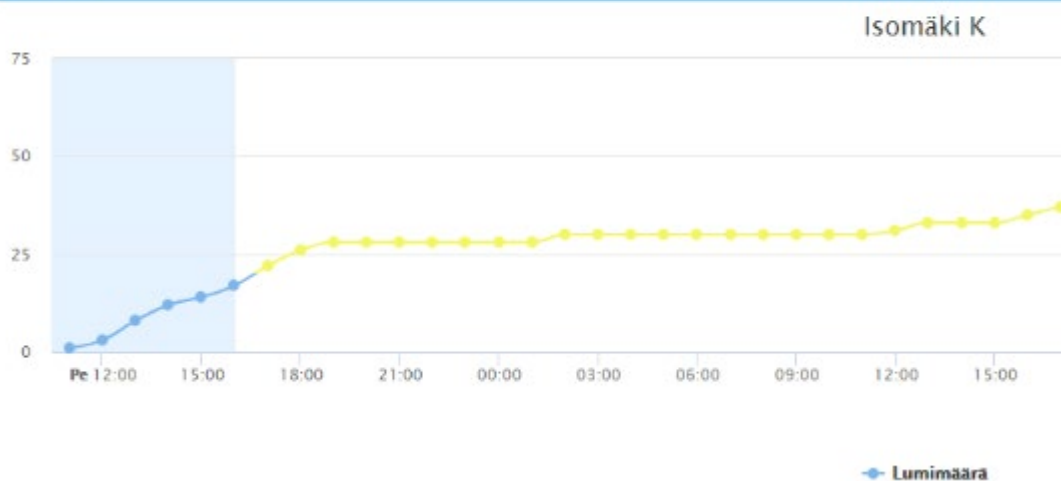
-Lumi oli märkää ja raskasta ja myös räntää ja vettä

-Lunta kertyi noin 15cm

Lumisade alkoi 15.03.2019. Aluksi lumisade oli heikkoa, lämpötilan vaihdellessa nollan tienoilla. Lumisadetilanteen loppupuolella sade runsastui, lämpötilan ollessa edelleen nollan molemmin puolin. Sadetta tuli kaikissa olo-
muodoissa, vetenä, räntänä ja lumena. Silti aurasaimallin ennustama lumikertymä piti hyvin paikkansa. Lumisadetilanteen aikana lunta kertyi noin 15 cm. Kuvassa 15 on esitetty lumisadetilanteen loppupuolelta oleva tilanne, jossa lunta kertyi miltei 60 mm kuuden tunnin aikana. Kuvassa 16 on esitetty sama lumisadetilanne Viekin tiesääseman kohdalla, jossa lunta satoi vielä runsaammin.

Aurousaika

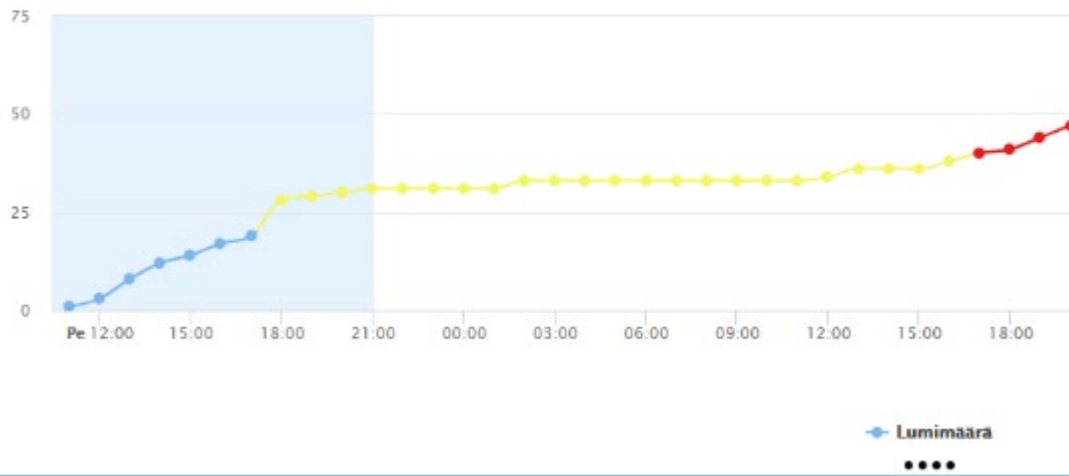
Graafi



Aurusaika

Graafi

Isomäki K



- Kuva 58 Kuvakaappaus Isomäki 15.03.2019 klo 21.40, lunta kertynyt jo lähtökynnyksen verran

Aurusaika

Graafi

Isomäki K

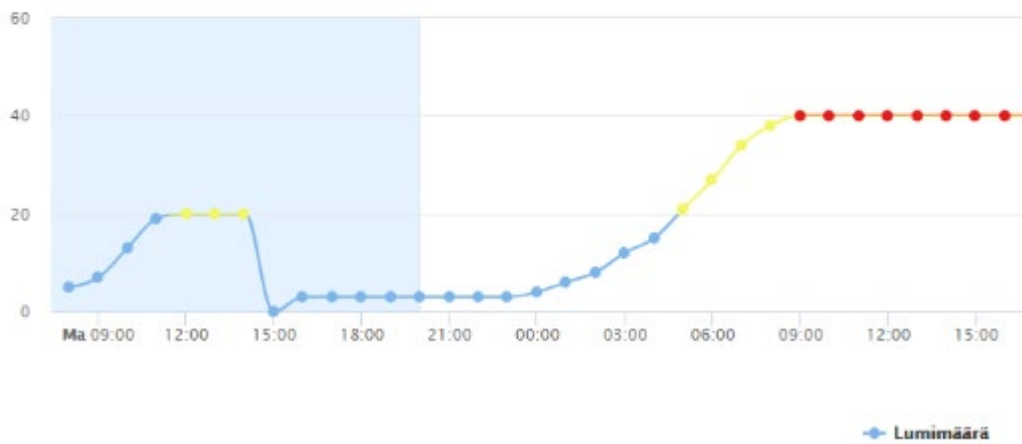


- Kuva 59 Kuvakaappaus Isomäki 18.03.2019 klo 10.00, runsas lumisade aurattu

Aurasaika

Graafi

Isomäki K

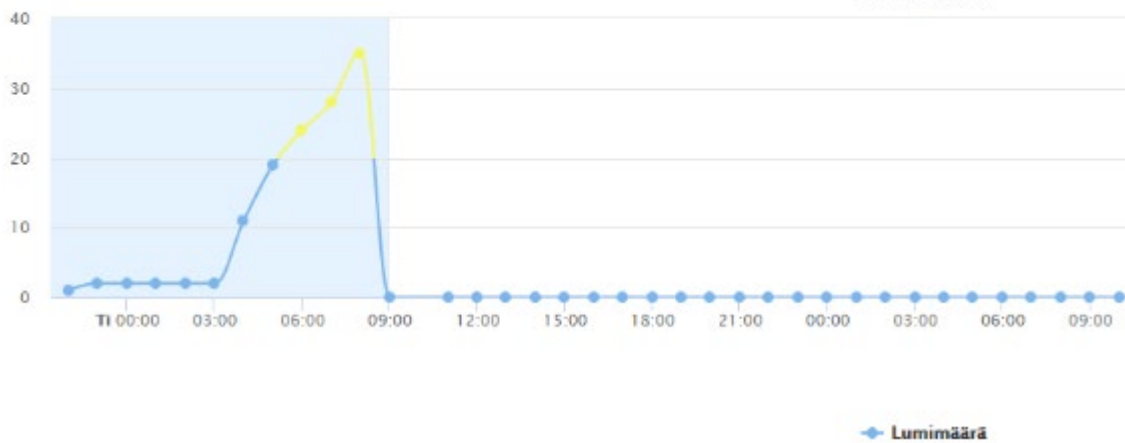


- Kuva 60 Kuvakaappaus 18.03.2019 klo 20.30

Aurasaika

Graafi

Isomäki K



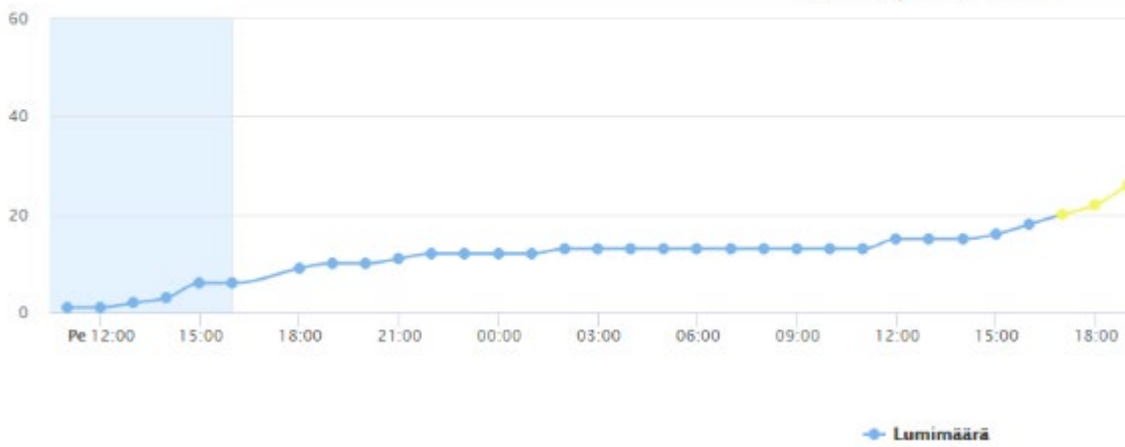
- Kuva 61 Kuvakaappaus 19.03.2019 klo 10.00

Ryhälänmäki

Aurusaika

Graafi

Iisalmi Ryhälänmäki R

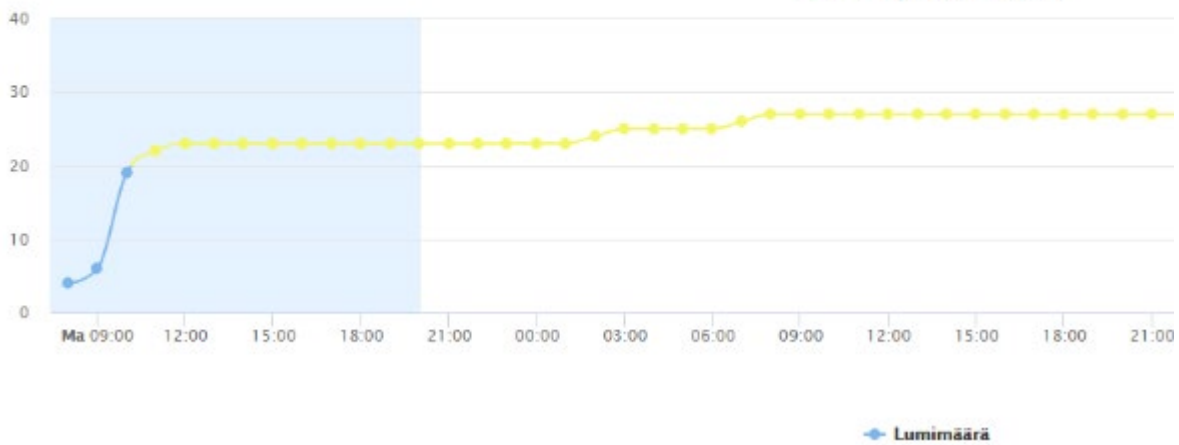


- Kuva 62 Kuvakaappaus Ryhälänmäki 15.03.2019 klo 17.10

Aurusaika

Graafi

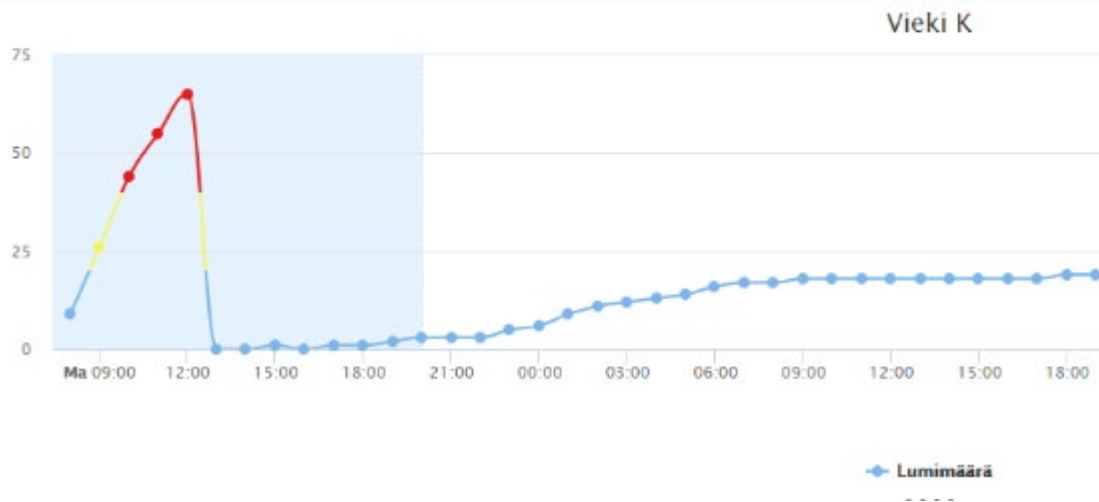
Iisalmi Ryhälänmäki R



- Kuva 63 Kuvakaappaus Ryhälänmäki 18.03.2019 klo 20.30

Aurusaika

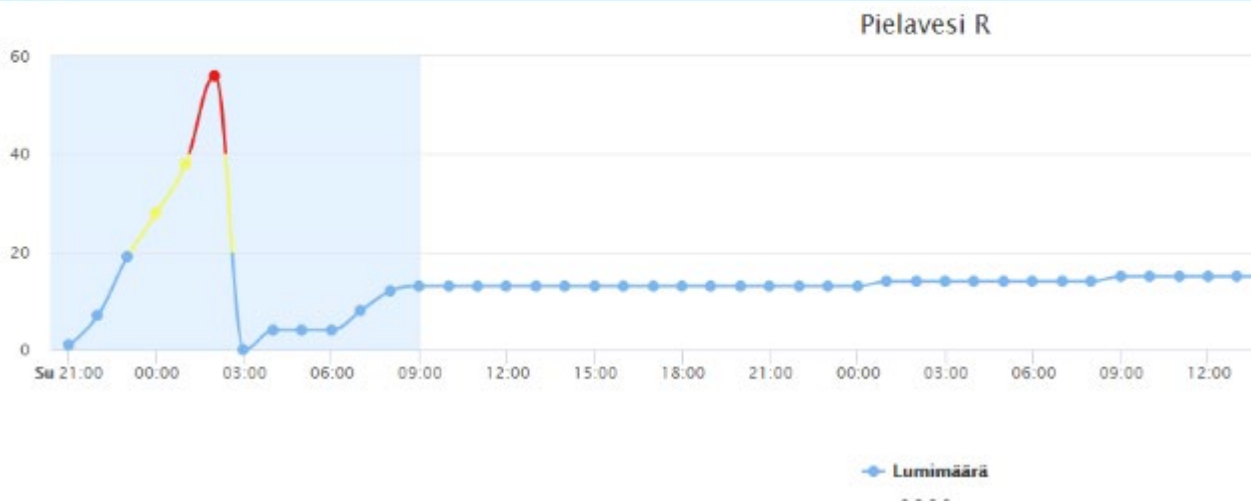
Graafi



- *Kuva 64 Kuvakaappaus Vieki 18.03.2019 klo 20.30*

Aurusaika

Graafi

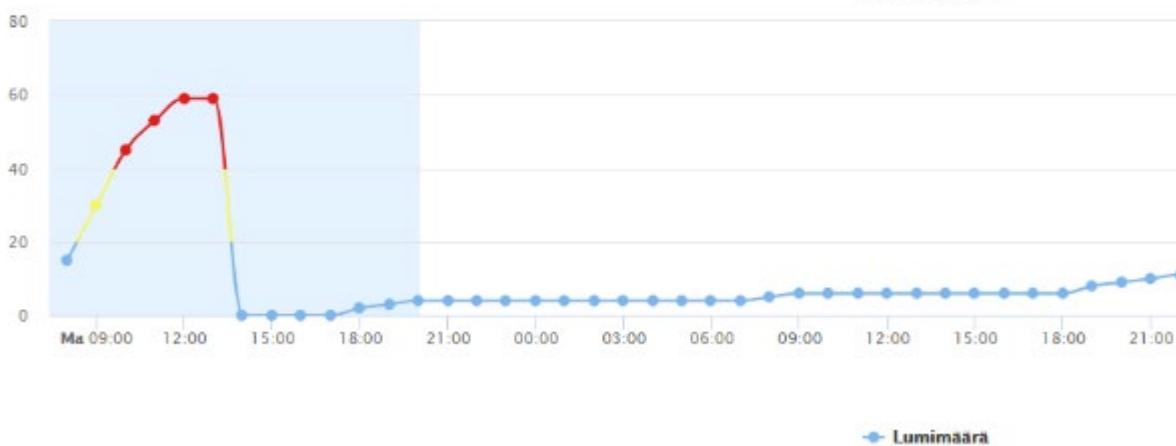


- *Kuva 65 Kuvakaappaus Pielavesi 18.03.2019 klo 10.00*

Aurusaika

Graafi

Nurmes R



- *Kuva 66 Kuvakaappaus Nurmes 18.03.2019 klo 20.30*

Mualla on satanut paljon enemmän lunta mallin mukaan kuin Ryhälänmäessä.