

Formiaattien käytön tutkiminen teiden kun- nossapidon talvihoidossa pohjavesialueella

LAB-ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

2025

Lauri Heija

Tiivistelmä

Tekijä(t) Lauri Heija	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 36	Valmistumisaika 2025
Työn nimi Formiaattien käytön tutkiminen teiden kunnossapidon talvihoidossa pohjavesialueella		
Tutkinto ja koulutusala Insinööri (AMK), Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka		
Toimeksiantajaorganisaatio (jos opinnäytetyöllä on toimeksiantaja) YIT Road Oy		
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia formiaattien käyttöä maanteiden talvihoidossa pohjavesialueilla ja kehittää rakeiselle natriumformiaatille toimivat annosmäärät liukkaudentorjuntaan. Formiaatteja käytetään perinteisten kloridien sijasta ympäristövaikutusten vähentämiseksi, mutta niiden tehokkuudesta on ollut rajallisesti tietoa.</p> <p>Tutkimus toteutettiin osana Väyläviraston ja Kaakkois-Suomen ELY-keskuksen formiaattikokeilua Taavetin pohjavesialueella talvikaudella 2024–2025. Aineistoa kerättiin käytännön kokeilujen, mittausten ja haastatteluiden avulla. Tulokset osoittivat, että rakeinen natriumformiaatti kuivuu nopeammin kuin tiesuola, mutta sen teho lumisaateissa on heikompi ja levitysmäärät suurempia.</p> <p>Vaikka formiaatit voivat olla ympäristöystävällisempi vaihtoehto, niiden taloudellinen kannattavuus on kyseenalainen korkean hinnan ja suurten levitysmäärien vuoksi. Opinnäytetyön tuloksena syntyi ohjeistus natriumformiaatin annosmääristä ja levityksistä eri keliolosuhteissa, mikä tarjoaa arvokasta tietoa formiaattien käytöstä teiden talvihoidossa.</p>		
Asiasanat kaliumformiaatti, natriumformiaatti, maanteiden hoitourakka, pohjavesialue		

Abstract

Author(s)	Type of Publication	Published
Lauri Heija	Thesis, UAS	2025
	Number of Pages	
	36	
Title of Publication		
Investigation of the use of formates in winter road maintenance in groundwater areas		
Degree, Field of Study		
Engineer (UAS), Civil and Construction Engineer		
Organisation of the client (if the thesis work is commissioned by another party)		
YIT Road Oy		
Abstract		
<p>The aim of this thesis was to study the use of formates in winter road maintenance on groundwater areas and to develop effective dosage quantities for granular sodium formate in deicing of roads. Formates are used instead of traditional chlorides to reduce environmental impact, but their effectiveness has been relatively unknown.</p> <p>The study was conducted as part of the Finnish Transport Infrastructure Agency and Southeast Finland ELY Centre's formate trial on the Taavetti groundwater area during the 2024–2025 winter season. Data was collected through practical trials, measurements, and interviews. The results showed that granular sodium formate dries faster than road salt, but its effectiveness in snowfall conditions is weaker, requiring higher spreading quantities.</p> <p>While formates may be a more environmentally friendly alternative, their economics is questionable due to their high cost and increased spreading quantities. As a result of this thesis, guidelines were developed for the dosage quantities and spreading widths of sodium formate in different weather conditions, providing valuable insights into the use of formates in winter road maintenance.</p>		
Keywords		
potassium formate, sodium formate, road maintenance contract, groundwater area		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Maanteiden hoitourakka.....	2
2.1	Yleistä maanteiden hoitourakoista.....	2
2.2	Lappeenrannan maanteiden hoitourakka.....	3
2.3	Maanteiden talvihoito.....	5
2.4	Liukkaudentorjunta talvihoidossa.....	5
3	Pohjavesialue	8
3.1	Yleistä pohjavesialueista	8
3.2	Luumäen pohjavesialueet.....	8
3.3	Pohjavesialueiden ohjeistukset.....	9
4	Formiaatit.....	11
4.1	Kaliumformiaatti.....	11
4.2	Natriumformiaatti	11
5	Formiaattikokeilu.....	13
5.1	Alue	13
5.2	Resurssit	13
5.3	Toimintaperiaate.....	15
6	Kemion Oy.....	18
6.1	Kemion Oy formiaattikokeilussa	18
6.2	Eco-Melter S	18
6.3	Muita formiaattikokeilussa käytettäviä formiaatteja	20
7	Haastattelut	22
8	Mittaukset	25
9	Yhteenveto ja pohdinta	32
	Lähteet	34

Liite 1. Haastattelujen kysymykset

Liite 2. Liikkeellelähdöt Excel-tiedosto

Liite 3. Rakeisen natriumformiaatin annosmäärien ohje

1 Johdanto

Formiaattien käyttöä on lisätty liukkaudentorjuntamateriaalina herkillä pohjavesialueilla perinteisten kloridien sijasta. Tietyillä pohjavesialueilla on ainoastaan rajoitettu kloridien käyttöä kloridipitoisuuksien vähentämiseksi, mutta formiaattien käyttöä on harkittava alueilla, joilla kloridien käyttörajoitus ei vähennä tarpeeksi kloridipitoisuuden nousua.

Rakeisen formiaatin käyttöä Suomessa maanteiden talvihoidon liukkaudentorjunnassa on tutkittu vain vähäisesti, joten tämän takia Väylävirasto ja Kaakkois-Suomen ELY-keskus päättivät suorittaa Taavetin pohjavesialueella talvikaudella 2024–2025 formiaattikokeilun, jossa alueella liukkaudentorjunnassa käytetään ainoastaan eri formiaatteja tavallisen tiesuolan sijasta (STT Info 2024). Taavetin pohjavesialueella on aiemmin havaittu pohjaveden laadussa muutoksia ja formiaattia on käytetty kyseisellä alueella aiemmin vain liuoksena. Tämän opinnäytetyön sekä formiaattikokeilun tarkoituksena on tutkia laajemmin rakeisen formiaatin käyttöä yhdessä formiaattiliuosten kanssa maanteiden liukkaudentorjunnassa.

Opinnäytetyö rajataan formiaattien tutkimiseen. Opinnäytetyössä on käytetty lähteinä julkaisuja, ohjeita, aiempia tutkimuksia sekä haastatteluja. Kokeilun ja opinnäytetyön tärkeimpänä tavoitteena on saada tietyille keliolosuhteille käytettävät levitysleveydet ja annosmäärät, joita voidaan hyödyntää muillakin pohjavesialueilla.

Opinnäytetyön tilaajana toimii YIT Road Oy. YIT Road Oy on suomalainen yritys, joka on osa suurempaa YIT-konsernia. Tämä konserni on tunnettu rakentamisen ja infrastruktuurin kehittäjä Suomessa ja muualla Euroopassa. YIT-konserni uudisti yhtiörakennettaan vuonna 2024 yhtiöittämillä YIT Suomi Oy:n liiketoimintoja. (YIT 2024b.) YIT Road Oy keskittyy tieverkon kunnossapitoon maanteiden hoitourakoissa ja vastaa toiseksi eniten maanteiden hoitourakoista Suomessa (YIT 2024a).

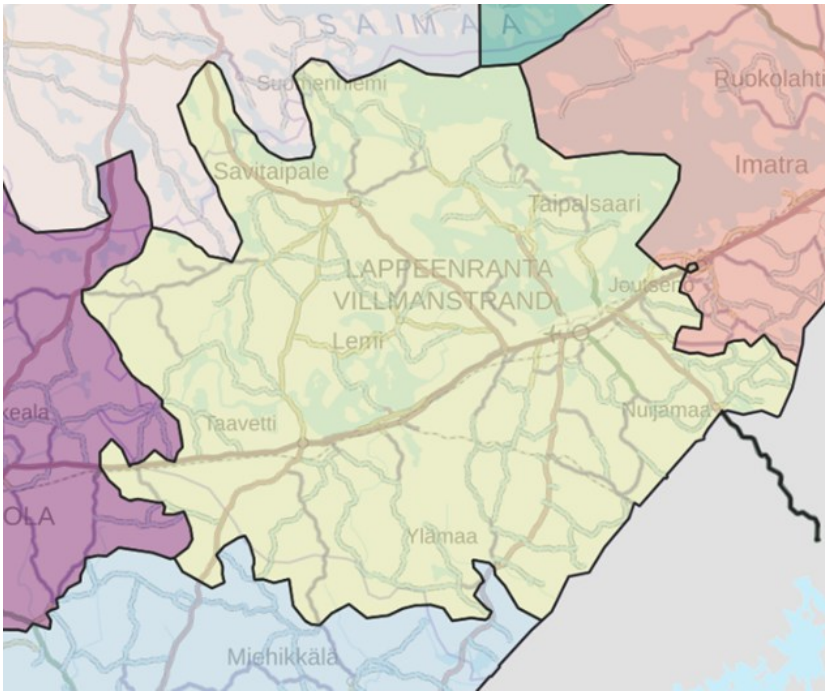
Maanteiden hoitourakoiden päätavoitteena on varmistaa tienkäyttäjien etu ja tarjota heille joustavaa palvelua. Urakoissa pyritään oikeudenmukaiseen riskien jakoon sekä vahvistamaan yhteistyötä tilaajan ja urakoitsijan välillä. Tavoitteena on myös luoda edellytyksiä hoitotyön jatkuvalle kehittämiselle ja parantaa urakoiden laatutietoa, mikä edistää alan tuottavuutta. (Väylävirasto 2024a.)

Urakoitsijalla tulee talvihoitokaudella olla valmius toimia laatuvaatimusten saavuttamiseen. Urakoitsijan täytyy varata varakalustoa poikkeavia keliolosuhteita varten ja varmistaa myös varakaluston saatavuus muita ongelmatilanteita varten. Urakoiden työnjohdolle kuuluu jatkuva päivystys. Päivystäjän tehtävänä on olla tavoitettavissa omana päivystys aikanaan jatkuvasti ja käynnistää tarvittavat toimenpiteet urakka-alueella sopimusasiakirjoissa tarkemmin kerrotulla tavalla. (ELY-keskus 2020b.)

Eniten urakoita 2024 kilpailutettujen tuloksien myötä on edelleen Destia Oy:llä 33 kpl, YIT Road Oy:llä on toiseksi eniten urakoita 24 kpl. Muita urakoitsijoita ovat Terranor Oy 13 kpl, Pimara Oy 7 kpl, Savon Kuljetus 1 kpl sekä Yli-Hyrylä 1 kpl. YIT Road, Terranor ja Pimara kasvattivat markkinaosuuksiaan, toisin kuin Destia ja Savon Kuljetus, jotka menettivät markkinaosuuksiaan. (Väylävirasto 2024b.)

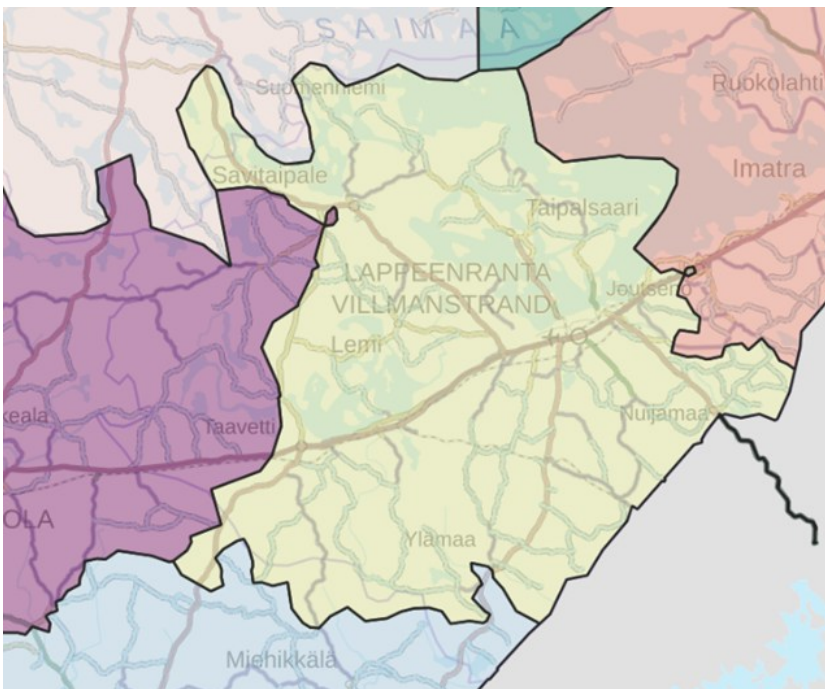
2.2 Lappeenrannan maanteiden hoitourakka

Nykyinen Lappeenrannan maanteiden hoitourakka alkoi vuonna 2021 ja kestää aina vuoteen 2026 asti, jolloin urakka kilpailutetaan uudestaan. Lappeenrannan maanteiden hoitourakkaan kuuluu yhteensä 1 291,8 tiekilometriä, joista päällystettyä tietä on 769,2 tiekilometriä, sorateitä on 455,1 tiekilometriä, sekä kevyenliikenteenväyliä on 67,5 tiekilometriä (ELY-keskus 2024a). Kuvasta 2 selviää Lappeenrannan maanteiden hoitourakan vanha urakka-alue.



Kuva 2. Lappeenrannan vanha urakka-alue (Väylävirasto 2024d)

Vuonna 2024 Lappeenrannan urakasta siirrettiin osa tiestöä vuonna 2024 alkaneeseen Kouvolan maanteiden hoitourakkaan, uusi urakkaraja selviää kuvasta 3. Siirto tapahtui 3. hoitovuoden päätyttyä 1.10.2024. Tiestöä siirrettiin yhteensä 200,8 tiekilometriä. Näistä päällystettyjä teitä on 112,8 tiekilometriä, sorateitä 86,2 tiekilometriä ja kevyen liikenteen väyliä 1,8 tiekilometriä.



Kuva 3. Lappeenrannan nykyinen urakka-alue (Väylävirasto 2024e)

Lappeenrannan urakka on vaativa urakka. Lappeenrannan urakan erikoisuutena on Venäjän vuokra-alueella sijaitseva noin 23 kilometriä pitkä Saimaan kanavan huoltotie, jonka hoito- ja ylläpitovastuu on valtiosopimuksella osoitettu Suomelle. (ELY-keskus 2020b.)

2.3 Maanteiden talvihoito

Maanteiden talvihoidon tavoitteena on luoda turvallinen ja toimiva mahdollisuus liikkumiseen ja kuljettamiseen. Tavoitteiden saavuttaminen vaatii hoidolta täsmällisyyttä, huolellisuutta, suunnitelmallisuutta, ammattitaitoista henkilöstöä, oikea-aikaisuutta sekä tehokkaita, toimivia ja luotettavia työmenetelmiä. (Väylävirasto 2023, 7.)

Talvihoidon tärkeimmät tehtävät ovat pinnantasaukset, lumen- ja sohjonpoisto sekä liukkaudentorjunta. Muita talvihoitoon kuuluvia töitä ovat aurausviitoitusten asennus, lumisten liikennemerkkien sekä opasteiden puhdistus, lumivallien madallukset, lumien poiskuljetukset, rumpujen aukaisut, äkillisten liikenne-esteiden poistamiset, liikenteenohjaukset sekä sulamisvesihaittojen torjunta. Urakoitsijalle kuuluvat muun muassa laadunvarmistus sekä kelinhallinta. (Väylävirasto 2023, 7;17.)

Talvihoidossa koko urakan tiestö on jaettu omiin aurareitteihin. Aurareittien täytyy olla sellaisia, että reitin yksiköt pystyvät hoitamaan osuutensa toimenpideajassa laatuvaatimukset täyttäen. Aurareiteistä tulee selvitä reitillä käytettävä kalusto sekä hoitoluokittain teiden pituudet. Myös liukkaudentorjunnalle on suunniteltu omat liukkaudentorjuntareitit. (Väylävirasto 2023, 10–13.)

2.4 Liukkaudentorjunta talvihoidossa

Väyläviraston (2023, 64–65) ohjeen mukaan talvihoidossa liukkautta torjutaan tienpinnan kitkan parantamiseksi tai liukkauden syntymisen estämiseksi kemiallisesti tai mekaanisesti. Liukkaudentorjunnan onnistumisen edellytyksiä turvallisuuden parantamiseksi ja liikkumisen sujuvoittamiseksi ovat ennakointi, kaluston toimivuus, alueen tunteminen sekä ammattitaitoinen, perehdytetty ja osaava henkilöstö.

Tiestö on luokiteltu talvihoitoluokkiin, joista I se hoitoluokka on korkein ja III on matalin. Korkeimmissa talvihoitoluokissa tiet pyritään pitämään lähtökohtaisesti paljaana vuoden ympäri. I se hoitoluokan teillä liukkaudentorjunta suoritetaan ennakoituna siten, ettei liukkautta pääse syntymään eikä toimenpideajat käynnisty. (Väylävirasto 2023, 93.)

Väyläviraston (2023, 64) ohjeessa todetaan, että I se, II se sekä I talvihoitoluokkien teillä käytetään liukkaudentorjuntamenetelmänä kostutettua suolausta natriumkloridilla tai liuossuolausta natriumkloridilla tai kalsiumkloridilla. II ja III talvihoitoluokkien teillä talvikauden alussa

pyritään tielle saamaan polanne ja liukkaudentorjuntamenetelmänä käytetään polanteen karhentamista sekä hiekoitusta. Hiekoitusta käytetään myös kävely- ja pyöräilyväylillä. Ib ja Ic luokkien teillä käytetään kaikkia mahdollisia liukkaudentorjuntamenetelmiä vallitsevan ke- liolosuhteen mukaan.

Kaikki materiaalit, joita liukkaudentorjunnassa käytetään, on hyväksyttävä tilaajalla. Käytettäviä materiaaleja ovat kiinteä natriumkloridi, natriumkloridiliuos, kalsiumkloridi, natriumformiaatti, kaliumformiaatti, suolahiekka, sepeli, murske sekä muut mahdolliset suolan korvaavat kemikaalit. (Väylävirasto 2023, 65–68.)

Liukkaudentorjunnassa suolaamalla käytössä tulee olla suolausautomaatit, joissa ovat kuivasäiliöt sekä liuostankit. Yleisesti tiet suolataan ajoradan keskelle maltillisella leveydellä, koska liikenne levittää lopulta suolan koko tien leveydelle, mutta vilkkaat 1-ajorataiset tiet suolataan kaista kerrallaan. Liuossuolauksen hyviä puolia ovat välitön vaikutus, kun taas rakeisen suolan levityksessä vaikutus alkaa myöhemmin. (Väylävirasto 2023, 69.)

Liukkaudentorjunnassa käytettävät keskimääräiset työnopeudet ovat seuraavanlaiset:

- hiekoitus traktorilla tai kuorma-autolla 30–35 km/h
- liuossuolaus 40–60 km/h
- kostutettu suolaus 40–45 km/h (Väylävirasto 2023, 13).

Tien pinnan kitka määräytyy kelikuvauksen (taulukko 1), ajotuntuman, silmämääräisen havainnon sekä itse kitkan mittauksen perusteella. (Liikennevirasto 2018.). Kitkamittauksilla saadaan selville tien pinnan kitka ja mittauksia suoritetaan ajoneuvon hidastuvuuteen perustuvalla tai muulla hyväksytyllä kitkamittarilla (Väylävirasto 2023, 20)

0,00 - 0,14	0,15 - 0,19	0,20 - 0,24	0,25 - 0,29	0,30 - 0,44	0,45 - 1,00
pääkallokeli, märkä jää, erittäin liukas	jäinen, liukas	sileä polanne, tydyttävä talvikeli	pitävä jää- ja lumipolanne, hyvä talvikeli	paljas ja märkä, pitävä keli	paljas ja kuiva, pitävä keli

Taulukko 1. Kitka-arvon ja kelin vastaavuus (Liikennevirasto 2018, 9).

Kitkamittarit kalibroidaan tilaajan järjestämässä kalibrointitilaisuudessa vähintään kerran talvikaudessa näyttämään karkealla lumipolanteella kitka-arvoa 0,29 (Liikennevirasto 2018, 9). Jokaiselle talvihoitoluokalle on asetettu omat toimenpideajat sekä laatuvaatimukset ajoradan kitkoille ja ne selviävät taulukosta 2.

Talvihoito-luokka	Kitkavaatimus	Kitkavaatimus kylmässä	Toimenpideaika (h)
Ise	0,30	< -6 °C, kitka 0,25	0 h
Is	0,30	< -6 °C, kitka 0,25	2 h
Ib	0,25	< -4 °C, kitka 0,22	3 h (suolaus) 4 h (linjahiekoitus)
Ic	0,25 (toimenpideraja) 0,25 pistehiekoitus 0,22 linjakäsittely		4 h (linjahiekoitus) (3 h suolaus)
II	karhennettu tai hiekoitettu pinta, ongelmakohteet pistehiekoitetaan (ks. luku 3.3.4)		5 h (linjahiekoitus)
III	karhennettu tai hiekoitettu pinta, ongelmakohteet pistehiekoitetaan (ks. luku 3.3.4)		7 h (linjahiekoitus)

Taulukko 2. Ajouradan kitkavaatimus (Liikennevirasto 2018, 14)

Liikenneviraston (2018, 14–15) ohjeen mukaan kitkavaatimusten tulee täytyä vähintään puolella ajokaistan leveydestä. Is luokassa suoritetaan suolaus ennakkoon liukkauden välttämiseksi tai ainakin vähentää liukkauden haittaa ja kestoa.

3 Pohjavesialue

3.1 Yleistä pohjavesialueista

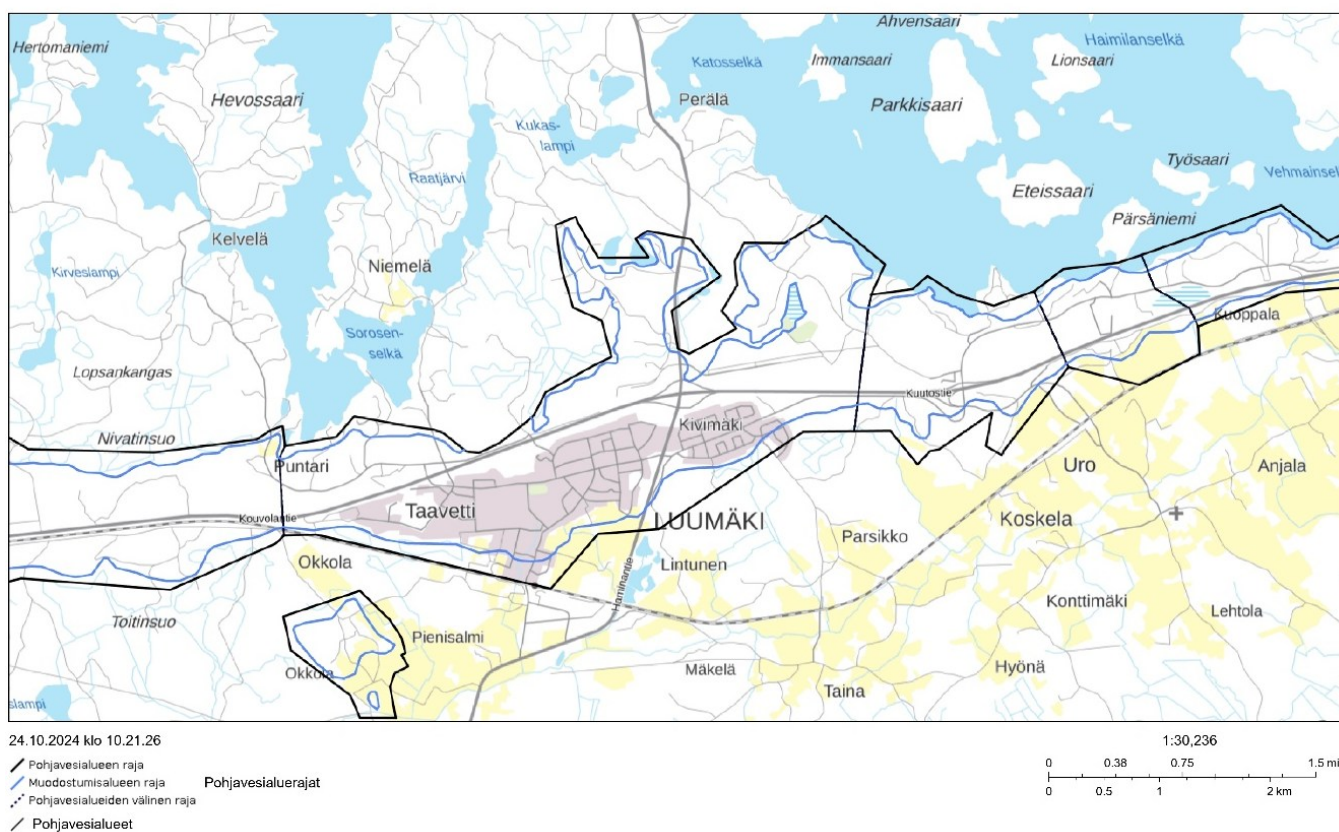
Pohjavesialue on rajattavissa oleva maaperän muodostuma tai kallioperän vyöhyke, joka mahdollistaa pohjaveden vedenoton tai virtauksen. Pohjavesialueille määritetään pohjaveden muodostumisalueen rajat, joilla on vaikutusta pohjaveden laatuun. Pohjavesialueet ovat tärkeitä, koska ne toimivat luonnollisina vesivarastoina, joista saadaan käyttövettä. (Vesi 2022.)

Pohjavesialueita luokitellaan ja seurataan niiden suojelun ja kestävän käytön takaamiseksi. Suomessa, kuten monissa muissakin maissa, pohjavesialueet jaetaan yleensä kolmeen luokkaan. 1-luokan pohjavesialueet ovat tärkeitä vedenhankinnan kannalta. Pohjavesialueilla sijaitsee merkittäviä vedenottamoita, jotka tuottavat talousvettä suurelle joukolle ihmisiä. 2-luokan pohjavesialueisiin kuuluvat muut pohjavesialueet, jotka soveltuvat vedenhankintakäyttöön. E-luokan pohjavesialueisiin kuuluvat sellaiset alueet, joiden maa- tai pintavesiekosysteemit ovat pohjavedestä suoraan riippuvaisia. (Laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä 1299/2004, 10 §.) Valtioneuvoston asetuksen vesienhoidon järjestämisestä (1040/2006) 8. c pykälän mukaan E-luokitusmerkintä voidaan lisätä, jos luokan 1 tai 2 pohjavesialueeseen liittyy suoraan riippuvainen maa- tai pintavesiekosysteemi.

3.2 Luumäen pohjavesialueet

Luumäen pohjavesialueita on useita ja kuvan 4 mukaisesti näkyvät Somerharjun, Taavetin, Rantsilanmäen sekä Uron pohjavesialueet. Taavetin sekä Rantsilanmäen pohjavesialueet ovat luokiteltu 1E eli ovat ekosysteemiriippuvaisia vedenhankintaalueita, mutta Uron pohjavesialue on luokkaa 2 (Vesi).

Pohjavesialueet Taavetti Formiaattikokeilu



Kuva 4. Pohjavesialueet Taavetti formiaattikokeilu (ArcGIS Online 2024)

Uron pohjavesialueella ei ole suolankäyttörajoitusta, mutta Taavetin sekä Rantsilanmäen pohjavesialueilla on suolankäyttörajoitukset. Suolan (NaCl) käyttöä on sallittu Taavetin pohjavesialueella Lappeenrannan urakkaohjelman mukaan maksimissaan 1,5 tonnia ajoratakilometrille hoitokaudella. (ELY-keskus 2020b.) Taavetin ja Rantsilanmäen pohjavesialueilla valtatiellä 6 on käytössä alennettu talvinopeusrajoitus.

3.3 Pohjavesialueiden ohjeistukset

Suolan käyttöä pohjavesialueilla pyritään rajoittamaan kloridikuormituksen vähentämiseksi, mikä saattaa edellyttää myös alennettuja kitkavaatimuksia ja nopeusrajoituksia. Näissä riskialttiissa kohteissa, joissa kloridipitoisuuden nousu on erityinen huolenaihe, voidaan liukaudentorjuntaan käyttää kaliumformiaattia tai natriumformiaattia. Molemmat aineet ovat muurahaishapon suoloja, joiden yhteinen formiaattiosa on biologisesti hajoava. Tämä tarkoittaa, että formiaatit hajoavat luonnossa, jolloin pohjaveteen päätyy vain kaliumia tai natriumia. (Väylävirasto 2023, 27)

Väyläviraston (2023, 27) ohjeessa todetaan, että alueilla, joilla on bentoniitista valmistettu pohjavesisuojaus ei suositella kaliumformiaatin käyttöä, koska bentoniitissa natriumionin vaihtuminen kaliumiksi voi vähentää bentoniitin paisumiskykyä pitkäaikaiskäytössä. Natriumformiaattia käytettäessä tätä riskiä ei ole, eikä se kaliumformiaattiakaan käytettäessä ole suuri.

Väyläviraston (2020) julkaisun mukaan suojatuilla pohjavesialueilla lumen auraaminen ei saa tapahtua niin suurella nopeudella, että suolainen lumi lentää suoraan suojaamattomaan tieluiskaan tai betonikaiteen yli. Puhdasta suolatonta lunta saa aurata normaalilla nopeudella.

4 Formiaatit

4.1 Kaliumformiaatti

Kaliumformiaatti on kemiallinen yhdiste, jonka kemiallinen kaava on HCOOK. Se on muurahaishapon kaliumsuola. Kaliumformiaatti on väritön ja puhdas vesiliukoinen kiinteä aine, ja sitä käytetään teiden, lentokenttien kiitoteiden ja jalkakäytävien liukkaudentorjuntaan. (Hellstén & Nystén 2001, 13; Kemion 2024a.) Sen kerrotaan olevan ympäristöystävällisempi vaihtoehto kuin natriumkloridi, sillä se on vähemmän korroosiota aiheuttava sekä haittavaikutukset ympäristölle ovat vähäisemmät (Kemion 2024a).

Kaliumformiaattia käytetään pääasiallisesti vain liuksena, koska rakeisena sitä ei hygroskooppisuutensa vuoksi pysty levittämään (Väylävirasto 2023, 67). Kaliumformiaattia valmistetaan muurahaishaposta ja kaliumhydroksista. Kaliumformiaatti hajoaa mikrobien toimesta ja kuluttaa samalla happea. (Hellstén & Nystén 2001, 13.)

Kaliumformiaatti toimii hyvin matalissa lämpötiloissa, sulattaen jäätä tehokkaasti. Se alentaa veden jäätympistettä ja auttaa estämään jään ja lumen muodostumista tien pinnalle. Se on biologisesti hajoava eikä se kerry maaperään. (Kemion 2024a.)

Kaliumformiaatti on kalliimpaa kuin natriumkloridi, mutta sen käyttö voi olla taloudellisesti kannattavaa pitkällä aikavälillä, koska sen korroosiota vähentävät ja ympäristöä säästävät ominaisuudet vähentävät mahdollisia ylläpitokustannuksia. Korroosiovaikutusten ansiosta aineen käyttö voi johtaa säästöihin myös ajoneuvojen ja infrastruktuurin kunnossapidossa. MIDAS-loppuraportin aikainen hinta on ollut noin 20-kertainen verrattuna natriumkloridiin. (Salminen ym. 2010, 37–38.)

4.2 Natriumformiaatti

Natriumformiaatti on natriumin suola, joka muodostuu muurahaishaposta ja natriumhydroksidista. Sen kemiallinen kaava on HCOONa. (Hellstén & Nystén 2001, 13.) Se on valkoinen kiteinen aine, joka on vesiliukoinen ja hygroskooppinen (Hellstén & Nystén 2001, 13; Kemion 2024d). Hygroskooppisuus tarkoittaa, että aine sitoo ja pidättää kosteutta ilmasta. Natriumformiaatin formiaattiosa on biologisesti hajoava, joten pohjaveteen päätyy vain natriumia. (Väylävirasto 2023, 27.)

Rakeisen natriumformiaatin käyttöä liukkaudentorjunnassa on kokeiltu Nissisen (2017, 8) mukaan vuosina 2015–2017 Asikkalassa sekä Lohjalla. Kokeilun aikana natriumformiaatin käyttö on todettu toimivaksi ja soveltuvaksi menetelmäksi liukkaudentorjunnassa (Nissinen 2017, 34).

Väyläviraston (2023, 67) menetelmätiedon mukaan natriumformiaatti vaatii suuremman levityslevyyden sekä annosmäärän kuin natriumkloridi. Natriumformiaatti ja kaliumformiaatti ovat hyvin samankaltaisia aineita, mutta niiden eroavaisuuksia ovat natriumformiaatin alhaisempi vesiliukoisuus ja hygroskooppisuus. Alhaisemman hygroskooppisuuden takia tien pinta voi kuivua nopeammin sekä aiheuttaa vähemmän korroosiota. (Nissinen 2017, 9–10.)

Nissisen (2017, 33) tutkimuksessa mainitaan, että natriumformiaatti vaikuttaa olevan kuivattavampaa kuin tavallinen tiesuola, ja sen levityksen jälkeen tie kuivuu nopeammin. Nopea kuivuminen vaikeuttaa formiaatin leviämistä liikenteen mukana, koska tiesuola leviää autojen renkaiden mukana pitkään aikaa levityksen jälkeen. Natriumformiaatti ei ole aivan yhtä tehokas kuin tiesuola. Sen vaikutus voi alkaa hitaammin, ja levittyminen päättyä nopeammin, kun tie kuivuu.

5 Formiaattikokeilu

5.1 Alue

Väylävirasto ja ELY-keskus halusivat tarkastella pelkkien formiaattien käytön vaikutuksia pohjavesialueella tarkemmin kokeilun muodossa, eikä yhtä laajaa kokeilua ole tiedettävästi suoritettu muualla maailmassa vastaavissa liikenneoloissa (STT Info 2024). Tämän formiaattikokeilun alueena toimii kuvan 5 mukaiset tiet Lappeenrannan maanteiden hoitourakan Länsiosasta. Alueen tiekilometri määrä on 9,008 km sekä lisäksi kaikki rajatulla alueella sijaitsevat rampit. Formiaattikokeilun alue sijaitsee kokonaisuudessaan Taavetin sekä Rantsilanmäen pohjavesialueilla sekä osittain Uron pohjavesialueella.



Kuva 5. Formiaattikokeilun alue (mukailtu Väylävirasto 2024f)

Formiaattikokeilussa olevat tiet sijoittuvat valtateille 6 sekä 26. Valtatiellä 6 tieosoteväli on 6/208/5200–210/2400, välin pituus on 7,462 km ja valtatiellä 26 tieosoteväli on 26/11/2700–11/4246, välin pituus on 1,546 km. Ramppeja kyseisellä alueella on 12 kpl ja ne ovat yhteensä noin 6 km pitkiä. (ELY-keskus 2020b.)

Kaikki tähän formiaattikokeiluun kuuluvat valtateiden tieosuudet ovat Ise talvihoitoluokkaa, lukuun ottamatta alueella sijaitsevia ramppeja, jotka ovat Is talvihoitoluokkaa. Ise talvihoitoluokassa liukkautta torjutaan ennakoiden ilman toimenpideaikaa. (ELY-keskus 2020a.)

5.2 Resurssit

Kalustona formiaattireitillä käytetään kuorma-autoa, joka vastaa EURO 4 luokitusta ja autosta täytyy löytyä etuaura, alaterä, sivuaura, sirotinautomaatti sekä vaadittu

seurantalaitteisto (Skyttä 2024). Formiaattikokeilussa käytettävä kuorma-auto on Scania P420 6X2 (kuva 6). Kuorma-autossa on käytössä Arctic Machinen 9054-sirotinautomaatti.



Kuva 6. Formiaattikokeilussa käytettävä kuorma-auto (Kuva: Lauri Heija)

Formiaattirakeen varastointi alueella on toteutettu katoksen kuivatilaan ja formiaatin lastausta varten tarvitaan pyöräkuormaaja, joka on varustettu säkkitavaran nostimella (Skyttä 2024). Formiaattiliuoksen varastointia varten varastoalueella oli jo aiemmin käytössä ollut 15 kuutioinen säiliökontti (kuva 7).



Kuva 7. Formiaattiliuoksen säiliökontti (Kuva: Lauri Heija)

Varastoalueelle säiliökontin läheisyyteen tuotiin kannellinen vaihtolava. Vaihtolavalle kerätään tyhjät formiaatin suursäkit. Varastoalueella säilytetään formiaattien lisäksi myös formiaattikokeilun kuorma-autoa.

5.3 Toimintaperiaate

Formiaattia levittävä yksikkö auraa pariaurauksena toisen yksikön kanssa 2+2 kaistasta valtatie 6:n tieosaa ja levittää formiaatin molemmille kaistoille ja tällöin toinen yksikkö ei saa levittää alueelle mitään. Pariaurauksen jälkeen formiaattia levittävä yksikkö auraa ja levittää formiaatin valtatiellä 26 sekä valtatie 6:n formiaattialueen rampit. Formiaattia levittävä yksikkö ei osallistu liukkaudentorjuntaan muun päätien osalta ja on sidottuna formiaattikokeilun alaiselle tiestölle. (Skyttä 2024.)

Formiaattia levittävä yksikkö lähtee aina liikenteeseen, kun kyseessä on liukkaudentorjuntaan liittyviä töitä. Formiaattikokeilualueella ei saa käyttää suolaa missään tapauksessa ei edes hiekoitushiekan seassa, jos alueella ei mikään muu auta niin hiekoitushiekan sekaan voidaan laittaa formiaattia. Tapauksissa, joissa polannetta pääsee syntymään tielle, on polanteenpoisto suoritettava mekaanisesti. (Skyttä 2024.)

Formiaattia levittävään kuorma-autoon asennetaan kuvan 8 mukainen Vaisala MD30-anturi kiinni auton edessä olevaan auraan, anturi mittaa aina liukkaudentorjunnan sekä aurauksen liikkeellelähdon arvot. Samanlainen MD30-anturi asennetaan myös tilaajan ajoneuvoon.

Anturi havaitsee ja välittää tietoja tienpinnan kunnosta, ilman ja tienpinnan lämpötiloista sekä kulkuneuvojen pidosta eli kitka-arvoista (Vaisala 2019).



Kuva 8. Vaisala MD30-anturi (Kuva: Lauri Heija)

MD30-anturi lähettää keräämänsä datan RoadAI-alustaan. RoadAI-alustalta nähdään valitun ajankohdan tienpinnan tila sekä kitka-arvo, suhteellinen kosteus ja lämpötilat tienpinnalle, ilmalle sekä kastepisteelle. Lisäksi alustalta nähdään jään, lumen sekä veden kerrospaksuudet. Jos MD30-anturiin kiinnitetty puhelin kuvaa tiestön kuntoa kameralla, kuvia sekä videoita voidaan tarkastella RoadAI-alustalla. (Vaisala 2025.)

MD30-anturin lisäksi aliurakoitsijallamme on käytössä Teconer RCM511-kelianturi (kuva 9). RCM511-kelianturi raportoi tienpinnan kelitilan, kitkakertoimen sekä vesi- ja jääkerrospaksuuden (Teconer 2024).



Kuva 9. Teconer RCM511-anturi asennettuna autoon (Kuva: Lauri Heija)

RCM511-anturi lähettää keräämänsä tiedot Road Weather Online-alustaan, josta kuka tahansa voi tarkastella antureiden lähettämiä tietoja. Alustalta nähdään valitun ajankohdan tienpinnan tila ja kitka-arvot. Riippuen anturin mallista, alustalta voidaan nähdä myös muita tietoja, kuten lämpötila sekä veden ja jään kerrospaksuudet. (Teconer 2025.)

Tässä kokeilussa käytettävät Teconerin ja Vaisalan anturit ovat molemmat jatkuvatoimisia kitkamittareita. Urakassa on käytössä myös muita kitkamittareita, joita käytetään harvemmin kyseisellä alueella ja niitä ovat jarrutuskitkamittarit μ TEC, Gripman sekä tilaajalla oleva Coralba μ .

6 Kemion Oy

6.1 Kemion Oy formiaattikokeilussa

Kemion Oy on vuonna 2013 perustettu suomalainen kemian alan yritys, jonka kotipaikka on Ylöjärvellä. Yrityksen toimialaan kuuluvat kemianteollisuuden tuotekehitys, erityisesti pölynsidonta, jäänsulatus, korroosiosuojaus ja lämmönsiirto. Kemion tarjoaa tuotteita ja ratkaisuja muun muassa teollisuuden, kiinteistöjen kunnossapidon, rautateiden, urheilualueiden ja jäähallien tarpeisiin. (Kemion 2024f.)

Yritys keskittyy ympäristöystävällisiin ratkaisuihin, kuten Eco-Melter jäänsulatus- ja liukkauttorjuntaan sekä Eco-Binder pölynsidontaan. Molemmat tuotteet ovat suunniteltu vähentämään ympäristövaikutuksia ja tarjoamaan tehokkaita ratkaisuja vaativiin olosuhteisiin. Kemion Oy toimii materiaalitoimittajana Lappeenrannan maanteiden hoitourakan alueella toimivassa formiaattikokeilussa. (Kemion 2024f.)

6.2 Eco-Melter S

Eco-Melter S on Kemion Oy:n valmistama ympäristöystävällinen kiinteä jäänsulatus- ja liukkauttorjunta-aine. Eco-Melter S on natriumformiaattipohjainen ja aine sopii erityisen hyvin kohteisiin, joissa vaaditaan hyvää jäänsulatuskykyä ja mahdollisimman alhaista korroosio- ja ympäristövaikutusta. Ainetta saa 500 tai 1000 kg suursäkeissä (kuva 10), 25 kg säkeissä tai 20 l sangoissa. (Kemion 2024e.)



Kuva 10. Eco-Melter S 1000 kg suursäkkien varastointi (Kuva: Lauri Heija)

Eco-Melter S-rakeet ovat erinomainen ratkaisu tehokkaaseen ja pitkävaikutteiseen liukkautentorjuntaan kaikenlaisiin kohteisiin. Tuotteella on epäsäännöllinen raemuoto ja näin ollen levittäessä rae tarttuu ja pysyy käsiteltävällä pinnalla erinomaisesti. Eco-Melter S-rakeet tunkeutuvat jopa paksunkin jään läpi, jolloin jään poistaminen mekaanisesti helpottuu. (Kemion 2024e.)

Kiinteänä tuotteena sitä voidaan käyttää myös kovissa sääolosuhteissa ja sen on todettu toimivan aina -15 asteeseen saakka. Hiekoitushiekkaan sekoitettuna Eco-Melter S parantaa merkittävästi hiekan toimivuutta. Eco-Melter S-rakeet soveltuvat käytettäväksi pohjavesialueilla. (Kemion 2024e.)

Tuotteen tiheys on 800–1000 kg/m³ ja partikkelikoko 2–5 mm sekä pH arvo (5 p-% liuos) 7,0–10,0. Jäänsulatukseen tehostamiseksi rakeita voi kostuttaa nestemäisellä Eco-Melter L-liuoksella. Tuote on valmis käytettäväksi sellaisenaan ja tuotetta suositellaan säilyttämään sen alkuperäisessä pakkauksessa ja kuivissa varasto-olosuhteissa. (Kemion 2024d.)

Kuvasta 11 selviää tavallisen tiesuolan natriumkloridin ja natriumformiaatin ulkomuodon erot. Kuvassa vasemmalla suuremmassa kasassa on natriumkloridia ja pienemässä kasassa on natriumformiaattia. Natriumformiaatti on lähes täysin valkeaa ja natriumkloridi tummempaa. Kuvassa natriumkloridi näyttää natriumformiaattia karkeammalta ja natriumformiaatti vaikuttaa kuvan perusteella olevan hienojakoisempaa ja jauhemaisempaa. Natriumformiaatin tiheys on huomattavasti kevyempi kuin natriumkloridilla, natriumkloridin tiheys on noin 2160 kg/m³.



Kuva 11. Natriumkloridi ja natriumformiaatti (Kuva: Lauri Heija)

Kemionin (2024d) mukaan tuotteella on todettu olevan jonkin verran vaikutusta sinkille, galvanoiduille materiaaleille erityisesti sähkösinkittyyn, pehmytjuotoksiin ja hopeaan. Kyseisiä materiaaleja tulisi välttää pitkäaikaisessa suorassa kosketuksessa tuotteeseen. Huokoisten materiaalien kanssa on huomioitava yleisen sulamis-jäätymissyklin aiheuttama mekaaninen rasitus.

6.3 Muita formiaattikokeilussa käytettäviä formiaatteja

Muita käytettäviä formiaatteja 2024–2025 talvihoitokaudella ovat Kemion Oy:n toimittamat liuokset Eco-Melter L, Eco-Melter LM sekä Eco-Melter LP. Aiemmin urakassa on käytetty Eco-Melter L-liuoksen lisäksi Eco-Melter LM-liuosta, mutta Eco-Melter LP-liuos ja Eco-Melter S-rae korvaavat sen, kun kyseinen LM-liuos käytetään loppuun. Liuosmuotoisia formiaatteja käytetään rakeisen formiaatin kanssa pääasiassa 30 % kostutuksella.

Eco-Melter L on 50 % liuosmuotoinen kaliumformiaatti, jonka tiheys on 1,33–1,35 kg/dm³ (Kemion 2023). Liuoksen pH-arvo on maksimissaan 11,5 (Kemion 2024a). Eco-Melter L-liuos reagoi nopeasti ja tehokkaasti lumen sekä jään kanssa. Tehokkuutensa ansiosta Eco-Melter L sopii erityisen hyvin kohteisiin, joissa vaaditaan erinomaista jäänsulatuskykyä ja mahdollisimman alhaisia korroosio- sekä ympäristövaikutuksia. Liuoksen pakkaskestävyys on -50 astetta, joten se on helposti käsiteltävissä ja varastoitavissa ympärivuotisesti. Eco-Melter L-liuos toimitetaan joko bulkkina, 1000 litran IBC-konteissa, 200 litran tynnyreissä tai 20 litran kanistereissa. (Kemion 2024e.)

Eco-Melter LP on korkean tehoainepitoisuuden kaliumformiaattipohjainen liuos pakkasliukauden torjuntaan. LP-liuosta toimitetaan vain 1000 litran IBC-konteissa (Kemion 2024c). LP-liuos on tehty kyseistä formiaattikokeilua varten (Nissinen 2024). Varastoalueelle tilattiin hyvissä ajoin kovia pakkaskelejä varten vahvempaa Eco-Melter LP-liuosta 5 IBC-konttia (kuva 12).



Kuva 12. Eco-Melter LP 1 000 litran IBC-konteissa (Kuva: Lauri Heija)

Nissinen (2024) toteaa, että Eco-Melter LP-liuos oli niin uusi Kemion Oy:n tarjoama liuos, ettei siitä ollut kuin vähän tietoa saatavilla. Tehoainepitoisuuden tiedettiin olevan noin 60–65 %. Korkean tehoainepitoisuuden vuoksi saadaan lisää tehoa erityisesti pakkasliukkauskaudessa, kun käytetään pieniä annostelumääriä.

Eco-Melter LM-liuos on kalium- sekä natriumformaatin sekoitus, jonka tiheys on 1,26–1,28 kg/dm³ ja vahvuus on 40 %. Kyseisen liuoksen jäätymispiste on noin -20 astetta ja sen pH-arvo on 8–11. Ulkomuodoltaan liuos on kirkasta tai kellertävää nestettä. (Kemion 2024b.)

7 Haastattelut

Haastatteluiden tavoitteena oli saada tietoa formiaattien käyttökokemuksista. Haastatteluiden tarkoituksena oli formiaatin käyttökokemuksien soveltamista formiaattikokeiluun. Haastatteluiden avulla formiaattikokeiluun saadaan tärkeää tietoa määristä, työtavoista ja itse formiaateista sekä eroavaisuuksista formiaattien käytöstä kaupunkiurakan ja maanteiden hoitourakan välillä.

Haastateltavat valikoitiin yhdessä työpäällikön kanssa sellaisista henkilöistä, joiden tiedettiin olevan tekemisissä formiaattien kanssa. Haastateltavina oli materiaalintoimittaja, tilaaja sekä kaupunkiurakan että maanteiden hoitourakan työmaapäälliköt ja heidän ilmoittamat kuljettajat. Kaupunkiurakan työmaapäällikkö valikoitui haastateltavaksi hänen pitkän formiaattien käytön kokemuksen takia. Haastateltavana oli yhteensä 6 henkilöä. Maanteiden hoitourakasta haastateltavaksi kuljettajaksi valikoitui formiaattikokeilussa toimiva kuljettaja.

Haastattelun kysymykset ovat esitetty liitteessä 1. Tilaajalle sekä työmaapäälliköille laadittiin samat kysymykset, mutta kuljettajille sekä materiaalintoimittajalle oli karsittu heille soveltumattomat kysymykset pois. Haastateltaville lähetettiin ennakoon sähköpostitse haastatteluiden kysymykset, joihin haastateltavat pystyivät varautumaan ennen haastatteluita. Haastattelut käytiin pääasiassa Microsoft Teams-sovelluksen välityksellä etänä. Maanteiden hoitourakan tilaajan sekä työmaapäällikön kanssa haastattelut käytiin paikan päällä. Haastatteluiden tulokset on esitetty anonyymisti.

Formiaattien käyttömäärät, tiestön pituus ja kokemus formiaatin käytöstä

Liuosformiaattia on käytetty maanteiden hoitourakassa 20 tonnia vuodessa ja kaupunkiurakassa noin 95 tonnia vuodessa. Formiaatilla hoidettavien teiden pituus kaupunkiurakassa on noin 50 kilometriä, kun taas maanteiden hoitourakassa tiestöä on noin 15 kilometriä. Tilaaja vastaa kahdesta maanteiden hoitourakasta, joiden pituus on yhteensä noin 19 kilometriä.

Rakeisen formiaatin aiempia käyttökokemuksia ei ollut yhdelläkään haastateltavalla, joten kaikki siihen liittyvät havainnot perustuvat formiaattikokeiluun. Tilaajalla oli kokemusta formiaateista kuuden talvikauden ajalta, kaupunkiurakan työmaapäälliköllä kymmenen vuoden ajalta ja maanteiden hoitourakan työmaapäälliköllä neljän talvikauden ajalta, mutta hän on tiennyt formiaateista jo aiemmin. Formiaattikokeilun kuljettajalla ei ollut aiempaa kokemusta formiaateista. Kaupunkiurakan kuljettajalla on kokemusta neljältä talvikaudelta, joista yksi on ollut maanteiden hoitourakassa.

Formiaatin toimivuus talvihoidossa

Formiaatit ovat pääasiassa toimineet hyvin, mutta formiaattiliuos ei ole ollut tehokas lumisateen alla eikä sateen aikana. Sen sijaan liuos on toiminut hyvin mustan jään ehkäisyssä ja mahdollisissa sulatuksissa. Kuljettajan havaintojen mukaan formiaattiliuos vaikuttaa nopeammin kuin karkea tiesuola, mutta hankalissa talviolosuhteissa on käytetty myös suolaa. Rakeinen formiaatti on toiminut paremmin kuin pelkkä liuos. Rakeinen formiaatti on osoittautunut toimivammaksi kuin pelkkä liuos, mutta sen teho ja vaikutuksen kesto ovat selvästi heikommat kuin tiesuolalla. Lisäksi rakeisen formiaatin levitysmäärät ovat suurempia kuin vastaavissa olosuhteissa käytettävän tiesuolan.

Formiaattien käytön haasteet

Suurimmat haasteet formiaattien käytössä ovat liittyneet koviin lumiolosuhteisiin, jolloin polanteen muodostuminen on ollut ongelmana. Kostutetulla rakeisella formiaatilla tätä ongelmaa ei ole esiintynyt. Vähäinen liikennemäärä on vaikuttanut liuksen leviämiseen ja sen tehoon. Varastoinnin osalta haasteena on ollut liuospumppujen jäätyminen kovilla pakkasilla. Rakeinen formiaatti ei ole toiminut ilman kostutusta, mutta jos tien pinta on riittävän kostea, se voisi toimia rakeisen formiaatin kostutuksena.

Formiaatin ohjeistus

Haastatteluiden perusteella formiaattien käytön ohjeistus on puutteellinen. Väyläviraston ohjeita hyödynnetään siltä osin kuin niitä on saatavilla, mutta kattavaa, pelkästään formiaatteihin keskittyvää ohjeistusta ei ole. Kuljettajat on perehdytetty formiaattien käyttöön, ja työnjohto ilmoittaa annosmäärät ennen levitystä.

Kaluston toimivuus ja sopivuus formiaattien levittämiseen

Suurimpana tulevaisuuden haasteena nähtiin suola-automaatit. Jos urakoiden vaatimukset muuttuisivat niin, että samalla yksiköllä tulisi levittää sekä rakeista formiaattia että tiesuolaa, nykyiset automaatit eivät siihen soveltuisi, koska niissä ei ole säiliöitä kahdelle eri kuivalle materiaalille. Tällä hetkellä käytössä oleva kalusto soveltuu formiaatin levittämiseen, mutta vain liuosmuodossa sekä yhden kuivan materiaalin levittämiseen. Formiaattikokeilussa käytetty kalusto, jossa levitetään pelkästään formiaatteja, on toiminut hyvin.

Formiaatilla hoidettavat alueet sijaitsevat hajallaan, minkä vuoksi urakoitsijat eivät ole voineet varata erillistä yksikköä pelkästään formiaattia varten. Suola-automaattien kalibroinnissa täytyy huomioida rakeisen formiaatin tiheys, jos laitteissa ei ole valmiina rakeisen formiaatin asetuksia.

Materiaalien saatavuus

Aiemmin formiaatin saatavuus on ollut ongelma Ukrainan sodan ja norjalaisen toimittajan sijainnin vuoksi, mikä vaikeutti tilausten ennakkointia. Nykyään ongelma on ratkennut, sillä materiaalitoimittaja sijaitsee Suomessa. Toimittajan mukaan myös raaka-aineita on hyvin saatavilla.

Käyttökokemukset formiaatin ja suolan välillä

Rakeista formiaattia täytyy levittää enemmän kuin suolaa, jotta saavutetaan sama vaikutus. Kaupunkiurakassa ei ole kokeiltu formiaatin sekoittamista hiekoitusmateriaalin sekaan, koska kustannukset nousisivat liian korkeiksi. Formiaattikokeilun kuljettajan mukaan formiaatti ei ole yhtä tehokas kuin suola ja saattaa olla kalustolle haitallisempi.

Levitysleveys formiaattiliuokselle on säädetty suola-automaatin minimiasetukseen kaupunkiurakassa ja annosmäärät on saatu kokemusten perusteella. Formiaattia levittäessä nopeuksien oltava samat kuin normaalin suolan kanssa. Kaupunkiurakassa formiaattiliuosta levittävä yksikkö pääsee levitysten jälkeen vain auton ulkopuolisella pesemisellä, kun taas suolaava yksikkö valuttaa suolaa suola-automaatin kuljettimen hihnan välistä auton päälle ja sitä joudutaan pesemään ulkopuolen lisäksi rungonkin välistä. Haastattelujen mukaan formiaattikokeilu hakee vastausta annosmääriin, levitysleveyksiin sekä vaikutuksiin.

Muuta tietoa formiaateista ja niiden käytöstä

Kaupunkiurakassa on kokeiltu formiaattiliuoksella linjasuolauksen sijasta pistesuolausta mäki- ja risteysalueilla. Heidän tilaajansa eivätkä loppukäyttäjät ole huomanneet eroja ja kustannuksia on saatu laskemaan merkittävästi. Erään haastateltavan mielestä formiaattien käyttö on pitkällä aikavälillä kallis vaihtoehto, sillä hyöty ja kustannukset eivät ole tasapainossa.

Formiaattikokeilun kuljettajan mukaan rakeinen formiaatti muuttuu kosteudessa liisterimäiseksi ja kuivuessaan kiinteäksi ja jämäkäksi. Se myös pölyää voimakkaasti ja tunkeutuu pienistäkin raoista. Formiaatti ärsyttää ihoa, kuivattaa sitä ja saattaa aiheuttaa halkeilua.

Korroosiovaikutuksista on eriäviä mielipiteitä. Pelkästään formiaattiliuosta levittänyt kuljettaja ei ole havainnut korroosiovaikutuksia verrattuna suolaan, mutta rakeista formiaattia levittävä kuljettaja kertoo, että kalusto ruostuu todella nopeasti.

8 Mittaukset

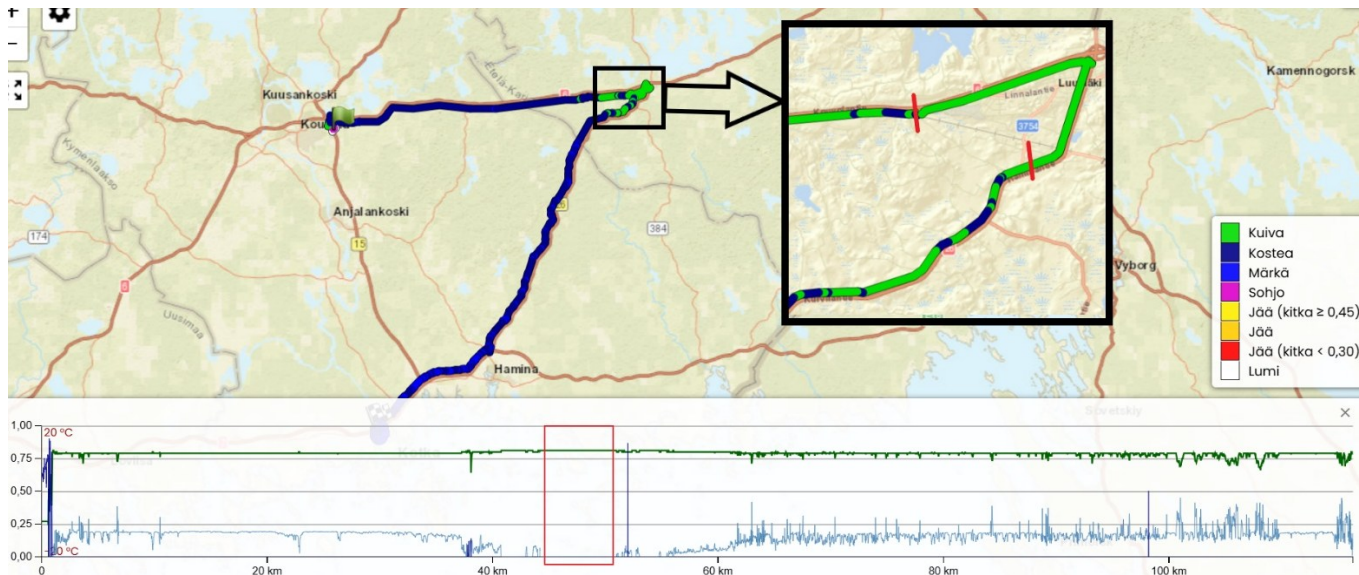
Kitkamittaukset suoritetaan pääasiassa Vaisala MD30-antureiden avulla sekä mahdollisuuksien mukaan käytetään Teconer RCM511-kelianturia. Formiaattikokeilun kitkanmittauksia ei päässyt vuonna 2024 vielä tekemään, koska formiaattia levittävään yksikköön Vaisala:n toimittama anturi saatiin vasta vuoden 2025 tammikuun alussa. Anturin kalibrointi suoritettiin kuivan vertailulevyn sekä kuivan tien avulla. Ensimmäisen kerran MD30-anturin dataa ja videokuvaa formiaattikokeilun alueelta saatiin 22.1.2025 ja silloin ainoastaan aurattiin tiet puhtaaksi eikä levitetty formiaatteja.

Vaisalan toimittama anturi formiaattia levittävään autoon muutaman liikkeellelähdön jälkeen alkoi antamaan virheellistä pintalämpötilasensorin dataa 5.2.2025. Vaisala tutki anturin tietoja ja anturissa on mahdollisesti muutakin vikaa ja anturi jouduttiin vaihtamaan uuteen. Uudesta anturista saatiin dataa 17.2.2025 alkaen.

Mittauksia varten tehtiin Excel-taulukko (liite 2), johon merkataan jokaisen formiaattikokeilun liukkaudentorjunnan liikkeellelähdön tiedot. Taulukosta käy ilmi kelitilanne, formiaattiliuoksen ja -rakeen levitysleveys, levitetty määrä, annos, formiaattiliuoksen tyyppi, päivämäärä ja kellonaika. Taulukkoa päivitetään, kun tieto liukkaudentorjunta kerran päättymisestä on ilmoitettu. Taulukon päivä ja kellonaika kohtaiset annosmäärien, leveyksien sekä materiaalien määrien tiedot saadaan Autori-sovelluksesta, jonka Fleetlogis-seurantajärjestelmä on vienyt sovellukseen. Taulukon sää- ja kelitiedot saatiin OmaKeli-järjestelmästä koskien tiesääasemaa valtatiellä 6 Luumäellä. Luumäen tiesääaseman kitka-antureiden tietoja ei voitu kokeilussa kuitenkaan hyödyntää, koska kyseinen tiesääasema on formiaatti-alueen ulkopuolella.

Ensimmäinen formiaattikokeilun liikkeellelähtö oli 1.11.2024 klo 4.32–5.55, jolloin koko alueella käytettiin 1343 kg rakeista Eco-Melter S-formiaattia sekä noin 70 litraa Eco-Melter LM-liuosta. Ensimmäisillä kerroilla formiaattia levittävän yksikön rakeisen formiaatin annostelumäärä oli normaalin tiesuolan kanssa sama ja sen todettiin olevan hieman liian pieni, joten sitä säädettiin suuremmaksi seuraaville kerroille. 20.11.2024 asti liuosta ei käytetty juuri yhtään liuospumpussa olleen vian vuoksi. Täysi säiliö Eco-Melter LM-liuosta kului 20.12.2024 mennessä ja sitä oli 24 eri liikkeellelähdön aikana kulutettu täyden liuossäiliön määrän verran eli 15 kuutiota. Eco-Melter LM-liuoksen tilalle säiliön tilattiin Eco-Melter L-liuosta. Vuoden 2024 viimeisimpien liikkeellelähtöjen määrät saatiin formiaattia levittävän auton kuljettajalta, koska auton automaatiikka oli hajonnut ja autossa jouduttiin käyttämään käsisyöttöä.

8.1.2025 Teconerin anturilla mitattiin kitka-arvoja formiaattialueelta. Alue oli kuvan 13 mukaan kuivempi kuin muut valtateiden 6 ja 26 osuudet, joilla anturilla mitattiin. Koko formiaattialue oli täysin kuiva ja sen kitka-arvo oli jatkuvasti 0,81. Vaisalan anturi ei ollut vielä saapunut, joten kyseiseltä päivältä ei ole muuta dataa.



Kuva 13. RCM511-anturin dataa 8.1.2025 (mukailtu Teconer 2025)

Havainto 28.1.2025 formiaattialueella käynniltä. Formiaattia oli edellisenä yönä klo 0:18-3:14 levitetty alueelle noin 4000 kiloa rakeista natriumformiaattia sekä noin 800 liuoskiloa kaliumformiaattia. Silloin käytettiin 25 g/m² annosta ja 20 % kostutusta. Tarkoituksena oli käydä silmämääräisesti katsomassa miltä alueella näyttää. Formiaattialue oli selkeästi lumisempi kuin valtatie 6:n suolatoiva osuus. Kuvan 14 mukaisesti formiaattialueella oli lunta ohituskaistalla sekä tien pientareella.



Kuva 14. Valtatie 6 formiaattialue 28.1.2025 (Kuva: Lauri Heija)

Tärkeimpänä havaintona silmämääräisesti oli selkeä ero formiaatin ja suolan käytön välillä. Alueiden raja näkyy kuvassa 15. Ohituskaistalla ollut lumi oli sulanut vasta formiaattialueen loputtua suolatulla osuudella.



Kuva 15. Valtatie 6 formiaattialueen ja suolauksen raja 28.1.2025 (Kuva: Lauri Heija)

Kuva 16 näyttää miltä natriumkloridilla suolatulla alueella näyttää. Kuvasta havaitaan selkeästi suolan leviäminen tiealueelle ja se onkin sulattanut molemmat kaistat sekä tien pien-tareen.



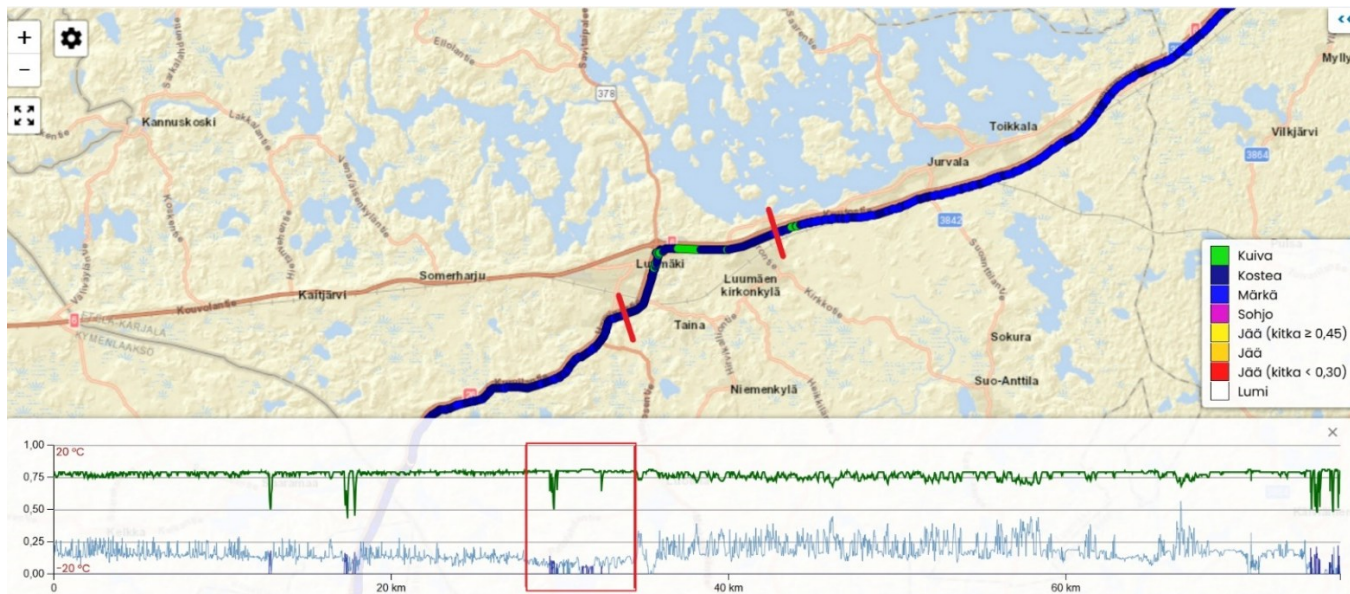
Kuva 16. Valtatie 6 suolattu osuus 28.1.2025 (Kuva: Lauri Heija)

Liikellelähtö päätettiin työnjohdon päivystäjän sekä aliurakoitsijan kuljettajapäivystyksen kanssa edellisenä iltana ja silloin sovittiin mitä alueella tehdään ja mihin aikaan. Liukkautontorjunnan tarkoitus oli ennakkoon lumisateen alle. Oli ennustettu, että tien sekä ilman

lämpötilat ovat menossa pakkaselle. Kuvista voi selkeästi päätellä, ettei formiaatti levinnyt tarpeeksi ja annosmäärä on varmasti ollut liian pieni kyseistä keliolosuhdetta varten. Formiaattia käytettiin viidennes enemmän kuin suolaa, jonka annosmäärä oli tuolloin 20 g/m². Formiaattialueen ohituskaista jouduttiin auraamaan ylimääräisellä kierroksella puhtaaksi sen lumisuuden vuoksi.

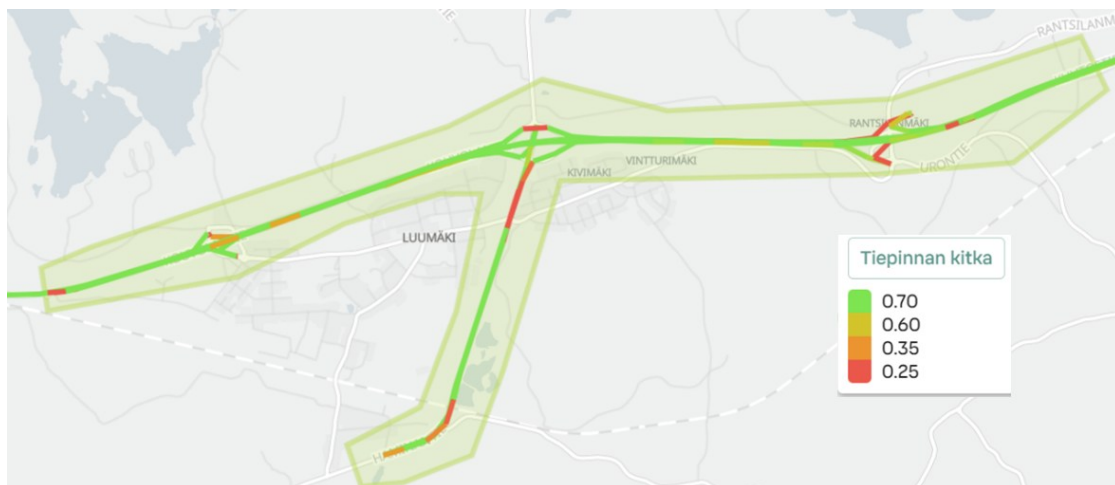
Samana päivänä alueelta saatiin molempien kitka-antureiden mittausdataa. Vaisalan MD30-anturilla dataa saatiin alueelta liikkeellelähdön yhteydessä. MD30-anturin antamat kitka-arvojen keskiarvo alueella ennen formiaatin levitystä oli 0,67 ja 2 tuntia levityksen jälkeen keskiarvo oli 0,71. Teconerin kitka-anturi lähetti alueelta dataa klo 8.27–8.31 ja kitka-arvot olivat väliltä 0,60–0,81, mutta keskiarvo oli 0,78. Lähes samaan aikaan MD30-anturin kitka-arvojen keskiarvo oli 0,62, mutta lumisella ohituskaistalla keskiarvo oli vain 0,45.

Formiaatilla hoidetun alueen oikean kaistan urat olivat kuivemmat kuin suolalla hoidetulla alueella, jossa koko tien leveydellä oli vielä selkeästi märkää. Tämän urien kuivumisen seurauksena kitka-arvot olivat hieman korkeammat verrattuna suolatulle alueelle. Teconerin Road Weather alustalta nähdään selkeästi, että formiaattialueella on kuivempaa, koska siellä veden kerrospaksuus oli välillä 0,00–0,11 mm, kun taas suolatulla alueella kerrospaksuus oli välillä 0,10–0,66 mm. Kuvasta 17 selviää alueiden kitka-arvot sekä veden kerrospaksuudet. Kuvassa kartalla punaisten viivojen sekä kuviossa punaisen suorakulmion sisällä on formiaattialueen data. Kuvasta näkee selvästi alueiden kuivuuden eron.



Kuva 17. RCM511-anturin dataa 28.1.2025 (mukailtu Teconer 2025)

Kuvasta 18 selviää Vaisalan MD30-anturin data RoadAI-alustalla. Kuvan data on formiaatin levityksen ajalta 0:18-3:14. Kuvasta voidaan päätellä alueen ramppien olevan kitka-arvojen perusteella hieman liukkaampia.



Kuva 18. MD30-anturin dataa 28.1.2025 (mukailtu Vaisala 2025)

12.2.2025 klo 12–14 suoritettiin formiaattien levitystä alueelle ennustetun tielämpötilan nousumisen takia. Tilaaja kävi ennen levitystä mittaamassa alueen kitka-arvoja sekä levityksen aikana, että noin tunti sen jälkeen. Kuvassa 19 RoadAI-alustalta nähtynä ylempänä kitka-arvot ovat ennen formiaatin levitystä ja alemmassa formiaatin levityksen jälkeen.



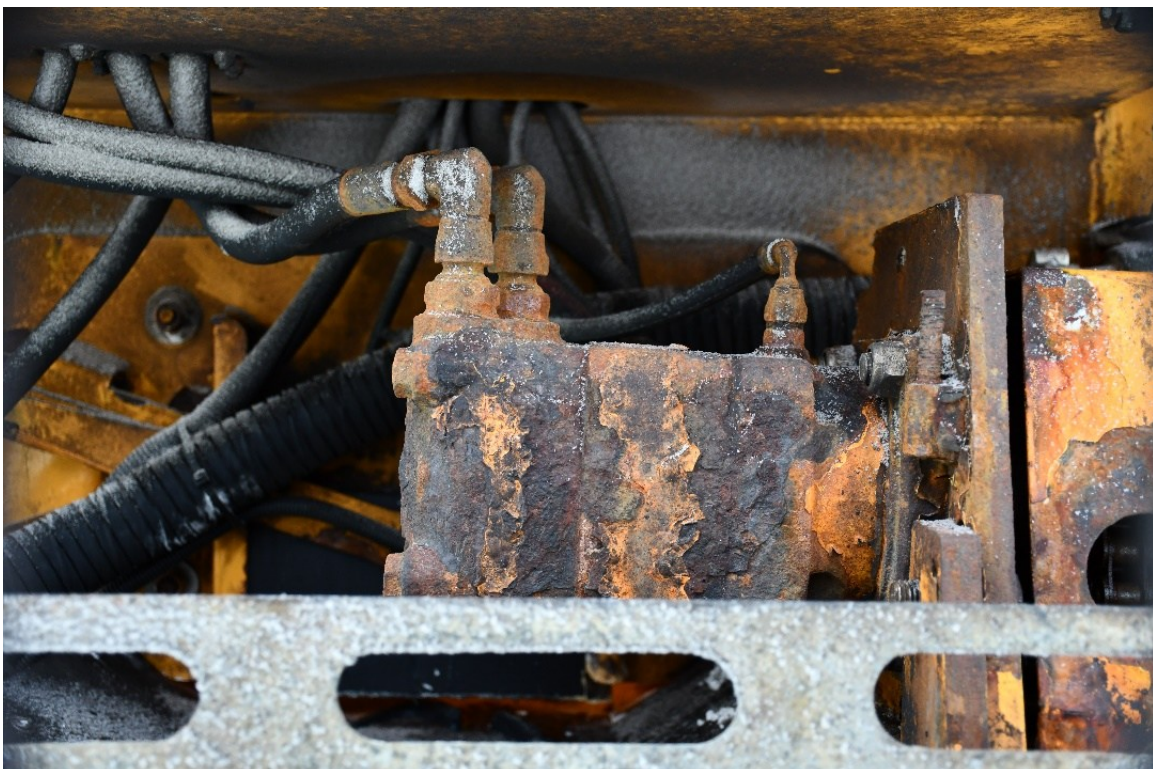
Kuva 19. MD30-antureiden kitka-arvoja 12.2.2025 (mukailtu Vaisala 2025)

13.2.2025 noin klo 13.45 tilaaja käynyt formiaattialueella mittaamassa kitka-arvoja jatkuva-toimisella kitkamittarilla sekä hidastuvuuteen perustuvalla kitkamittarilla. Hidastuvuuteen perustuva mittari antoi silmämääräisesti kuivalle asfaltille kitka-arvon 0,43 ja optinen kitkamittari antoi kitka-arvon 0,82. Tilaajan mukaan alue oli hyvässä kunnossa liukkaudentorjunnan jälkeen.

Hidastuvuuteen perustuvan kitkamittarin ja optisen kitkamittarin kitka-arvon suuri ero johtuu niiden erilaisista mittaustavoista. Jarrutuskitkamittari antaa varmasti realistisemmän arvion tienpinnan kitkasta kuin optinen mittari, koska optinen mittari vain arvioi tien pinnan rakenteita ja olosuhteita ilman fyysistä kontaktia. Kitka-arvo 0,43 vastaa Väyläviraston kitka-arvon ja kelin vastaavuuden mukaan märkää ja paljasta, mutta pitävää keliä.

Toinen lumisateen aiheuttama ylimääräinen auraus tapahtui 5.3.2025, jossa formiaattialueen ohituskaistat olivat lumessa. Suolan annosmäärä oli 16 g/m² ja formiaatin 22 g/m² eli 37,5 % enemmän, eikä sekään ollut riittävä määrä leviämään eikä toimimaan tavallisen suolan tavalla.

Formiaattia levittävä auto kärsi formiaatin levityksestä. Kuvasta 20 näkee hydraulikkamootorin ruostuneen voimakkaasti.



Kuva 20. Sirottimen kuljettimen hydraulikkamoottori (Kuva: Lauri Heija)

Silmämääräisesti vaikuttaa, että formiaatti aiheuttaisi enemmän korroosiota kuin tavallinen tiesuola. Kuvassa 21 on kuvattuna kuukauden vanha sirottimesta oleva kaasujousi selkeästi ruostuneena ja kuluneena.



Kuva 21. Sirottimen hännän nostoa keventävä kaasujousi (Kuva: Lauri Heija)

Talvikauden aikana, 23.3.2025 mennessä, rakeista formiaattia levitettiin yhteensä 198 tonnia ja formiaattiliuoksia 37 kuutiota, joista 15 kuutiota oli LM-liuosta ja 22 kuutiota L-liuosta. Liikkeellelähtöjä oli yhteensä 78. LP-liuosta ei pystytty levittämään, koska sopivia pakkaskelejä ei ollut niinä hetkinä, kun anturit olivat saapuneet. Rakeisen formiaatin aiemmin mainittu levitysmäärä oli 17,3 % pienempi kuin suola-automaatin ilmoittamat määrät.

Ohjeistus annosmäärille ja levitysleveyksille laadittiin urakoitsijan näkökulmasta. Ohjeistus on laadittu silmämääräisten havaintojen, tiedossa olevien tietojen, formiaattikokeilusta saatujen kitka-arvojen ja kokeiltujen annosmäärien sekä levitysleveyksien perusteella.

9 Yhteenveto ja pohdinta

Työn tavoitteena oli saada ohjeistus rakeisen natriumformiaatin käytettävistä annosmääristä ja levitysleveyksistä aina tietyille keliolosuhteille, jota voidaan hyödyntää jatkossa muillakin pohjavesialueilla.

Opinnäytetyötä varten laadittu natriumformiaatin annosmäärien ohje tietyille keliolosuhteille löytyy liitteestä 3. Ohjeessa on kaksi erilaista taulukkoa, joista ylempi taulukko on tarkoitettu maanteiden hoitourakan työnjohdolle, ja alempi taulukko vastaa Väyläviraston annosmäärätaulukkoa tiesuolalle tietyissä keliolosuhteissa.

Toimivaksi levitysleveudeksi todettiin 3 metriä, kun levitys kohdistettiin vain yhdelle kaistalle. Sen sijaan, kun levitys tehtiin samanaikaisesti kahdelle kaistalle tai ramppialueilla, sopivaksi levitysleveudeksi havaittiin 7–8 metriä.

Rakeinen natriumformiaatti aiheutti aluksi formiaatin kanssa työskenteleville ihon kuivumista, ärtymistä, kutiavuutta sekä halkeilua. Rakeinen formiaatti oli päässyt henkilöiden suojauksien läpi. Henkilöiden mukaan ärtyminen hävisi noin vuorokaudessa. Näiden tapahtumien jälkeen suojautumista parannettiin, mutta iho ongelmat jatkuivat myös kokeilun loppupuolella. Rakeisen formiaatin vaikutusta ihoon kosketuksessa olisi hyvä tutkia tarkemmin.

Rakeisen formiaatin korroosivaikutuksia tulisi myös tutkia, koska formiaattikokeilussa ollut ajoneuvo kärsi sen vaikutuksesta, mahdollisesti juuri aineen pölyävyyden takia. Pelkän formiaattiliuoksen kanssa ei ole kokemusten perusteella ollut juurikaan eroavaisuuksia tiesuolaan verrattuna korroosivaikutuksissa.

Formiaattikokeilun datan ja silmämääräisten havaintojen perusteella rakeinen natriumformiaatti toimi lähes halutulla tavalla. Keleillä, jolloin satoi lunta, rakeinen formiaatti ei toiminut halutulla tavalla varsinkaan ohituskaistoilla. Natriumformiaatti kuivuu huomattavasti nopeammin ja tämä opinnäytetyö sekä formiaattikokeilu tukevat aiempia havaintoja aineen kuivattavuudesta. Kostutusprosentin nostamisella eikä laskemisella ollut juurikaan vaikutusta aineen kuivattavuuteen. Luultavasti juuri kuivattavuuden vuoksi alueen kitka-arvot olivat korkeammat kuin suolatulla alueella.

Formiaattikokeilun aikana alueelta ei juurikaan tullut negatiivisia palautteita. Muutamia tienkäyttäjien lähettämiä ilmoituksia liukkaudentorjuntatarpeista sekä tien sohjoisuudesta tuli. Positiivisia palautteitakaan ei saatu hirveästi, mutta muutamia saatiin. Niissä kerrottiin alueen olevan jopa ylilaadussa, ja erään kuljettajan mukaan alue vastasi lähes kesäkelissä olevaa tietä verrattuna suolattuun alueeseen.

Rakeisen formiaatin käyttö muualla tuottaa varmasti ongelmia, koska ei ole suola-automaatteja, joissa voisi pitää erillään kahta eri materiaalia samanaikaisesti. Formiaattikokeilussa olevan auton liukkaudentorjuntareitti on selkeästi lyhyempi kuin normaali reitti olisi. Tämä mahdollistaa alueella suoritettavien töiden nopean läpikäynnin sekä suola-automaatissa käytettävän vain yhtä kuivaa materiaalia kerrallaan.

Taavetin pohjavesialueella sijaitsevien pohjavesimittareiden kloridipitoisuuksia ei ole tässä opinnäytetyössä tutkittu. Tämän formiaattikokeilun aikana tapahtuneet muutokset tulevat tuloksissa näkyviin vasta myöhemmin ja niitä tulisikin tutkia ja seurata tulevaisuudessa.

Rakeinen natriumformiaatti on noin kymmenkertaisesti kalliimpaa, kuin tavallinen tiesuola. Natriumformiaattia joudutaan myös levittämään vallitsevan keliolosuhteen mukaan 10–30 % enemmän, mutta lumisateilla voi kulua vieläkin enemmän. Näistä syistä voisi miettiä mahdollisia muita vaihtoehtoja pohjavedensuojakseen. Yksi vaihtoehto voisi olla pohjavesialueelle rakennettava pohjavedensuojaus.

Formiaattien levitys onnistui, mutta mittausten ja datan kerääminen epäonnistui aluksi jatkuvien ongelmien vuoksi. Formiaattia levittävän kuorma-auton automatiikassa oli kokeilun aikana ongelmia. Suola-automaatin johtosarja jouduttiin uusimaan ja automatiikka on voinut mahdollisesti vaurioitua rakeisen natriumformiaatin levityksen takia. Eco-Melter S-rakeiden tuotekortissa mainittiin, ettei rakeen tulisi olla kosketuksissa pehmytjuotoksiin, joita automatiikassa varmasti on. Natriumformiaatin levityksen vuoksi suola-automaatin johtojen kosketuksiin pääsyssä ilmenevät ongelmat edellyttävät jatkotutkimuksia.

Lähteet

ArcGIS Online. 2024. Pohjavesialuekartta. Viitattu 24.10.2024. Saatavissa

<https://www.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=442321b03800417eaf966e1a7875bda0>

ELY-keskus. 2020a. Tiestön talvihoitoluokitus. Lappeenrannan maanteiden hoitourakka 2021–2026. Viitattu 8.1.2025. PDF-tiedosto. Sisäinen materiaali.

ELY-keskus 2020b. Urakkaohjelma. Lappeenrannan maanteiden hoitourakka 2021–2026. Viitattu 24.10.2024. PDF-tiedosto. Sisäinen materiaali.

ELY-keskus. 2024a. Talvihoito. Viitattu 15.8.2024. Saatavissa <https://www.ely-keskus.fi/talvihoito>

ELY-keskus. 2024b. Teiden hoito. Viitattu 1.8.2024. Saatavissa <https://www.ely-keskus.fi/kaakkois-suomi/teiden-hoito>

Hellstén, P. & Nystén, T. 2001. Vaihtoehtoisten liukkaudentorjunta-aineiden kemialliset reaktiot pohjaveteen kulkeutumisessa. Suomen ympäristökeskus. Viitattu 27.1.2025.

Saatavissa <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/290cfb4d-5266-429a-a56b-a3d40c99107f/content>

Kemion. 2023. Formiaattiliuosten pitoisuudet. Viitattu 24.10.2024. Excel-tiedosto. Sisäinen materiaali.

Kemion. 2024a. Eco-Melter L Tuote-esite. Viitattu 6.1.2025. PDF-tiedosto. Sisäinen materiaali.

Kemion. 2024b. Eco-Melter LM Tuote-esite. Viitattu 6.1.2025. PDF-tiedosto. Sisäinen materiaali.

Kemion. 2024c. Eco-Melter LP Tarjous. Viitattu 28.10.2024. PDF-tiedosto. Sisäinen materiaali.

Kemion. 2024d. Eco-Melter S Tuote-esite. Viitattu 20.10.2024. PDF-tiedosto. Sisäinen materiaali.

Kemion. 2024e. Liukkaudentorjunta- ja jäänsulatusaineet. Viitattu 16.9.2024. Saatavissa <https://kemion.fi/jaansulatusaine/>

Kemion. 2024f. Ympäristölle turvallisia ratkaisuja. Viitattu 8.1.2025. Saatavissa <https://kemion.fi/yritys/>

Laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä 1299/2004. Viitattu 15.8.2024.

Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2004/20041299#L2a>

Liikennevirasto. 2018. Maanteiden talvihoito Laatuvaatimukset. Viitattu 12.2.2025.

Saatavissa https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo_2018-33_maanteiden_talvihoito_web.pdf

Nissinen, T. 2024. VS: Eco-Melter tuotekortit. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Heija, L. Lähetetty 19.11.2024.

Salminen J., Nystén T. & Tuominen S. 2010. Vaihtoehtoiset liukkaudentorjunta-aineet ja pohjavesien suojelelu – MIDAS2-hankkeen loppuraportti. Suomen ympäristö. Viitattu 27.1.2025. Saatavissa <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/7b4c4940-57cf-4ffe-9d95-216d6bb93f55/content>

Skyttä, H. 2024. Työmaapäällikkö. YIT Road Oy. Haastattelu 2.10.2024

STT Info. 2024. Ainutlaatuisessa kokeilussa Kuutostiellä Taavetissa testataan formiaatteja tiesuolauksen sijasta. Viitattu 13.1.2025. Saatavissa

<https://www.sttinfo.fi/tiedote/70690862/ainutlaatuisessa-kokeiluissa-kuutostiella-taavetissa-testataan-formiaatteja-tiesuolauksen-sijasta?publisherId=69817877&lang=fi>

Teconer. 2024. Keli- ja kitkanmittaus. Viitattu 7.1.2025. Saatavissa

<https://www.teconer.fi/keli-ja-kitkanmittaus>

Teconer. 2025. Road Weather Online. Viitattu 22.3.2025 Saatavissa

<https://roadweather.online/>

Vaisala. 2019. Vaisalan RoadAI ja MD30 nostavat ympärivuotisen teiden kunnossapidon tehokkuuden uudelle tasolle. Viitattu 24.10.2024. Saatavissa

<https://www.vaisala.com/fi/lehdistotiedotteet/2019-06/vaisalan-roadai-ja-md30-nostavat-ymparivuotisen-teiden-kunnossapidon-tehokkuuden-uudelle-tasolle>

Vaisala. 2025. RoadAI Map. Viitattu 22.3.2025. Saatavissa rajoitetusti

<https://map.vionice.io/data>

Valtioneuvoston asetus vesienhoidon järjestämisestä 1040/2006. Viitattu 8.1.2025.

Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20061040#L2aP8c>

Vesi. Karttapalvelu. Viitattu 26.1.2025. Saatavissa

<https://www.vesi.fi/karttapalvelu/?shortlink=8373&theme=pohjavesialueet>

Vesi. 2022. Pohjavesialueet. Viitattu 15.8.2024. Saatavissa

<https://www.vesi.fi/vesitieto/pohjavesialueet>

Väylävirasto. 2020. Pohjaveden suojele maanteillä. Viitattu 22.3.2025. Saatavissa https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2020-19_pohjaveden_suojelu_web.pdf

Väylävirasto. 2023. Maanteiden talvihoito Menetelmätieto. Viitattu 16.9.2024. Saatavissa https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2023-35_maanteiden_talvihoito_web.pdf

Väylävirasto. 2024a. Maanteiden hoidon kilpailutus. Viitattu 7.8.2024. Saatavissa <https://vayla.fi/palveluntuottajat/hankinnat/tieurakat>

Väylävirasto. 2024b. Maanteiden hoidon kilpailutustulokset 2024. Viitattu 7.8.2024. Saatavissa <https://vayla.fi/documents/25230764/35410809/Maanteiden%20hoidon%20kilpailutustulokset%202024.pdf>

Väylävirasto. 2024c. Maanteiden hoidon urakoitsijat kartalla 1.10.2024 – 1.10.2025. Viitattu 20.8.2024. Saatavissa <https://vayla.fi/documents/25230764/35411132/Maanteiden%20hoidon%20urakoitsijat%20kartalla%201.10.2024%20%E2%80%93%201.10.2025.pdf>

Väylävirasto. 2024d. Suomenväylät-karttapalvelu. Viitattu 21.8.2024. Saatavissa https://suomenvaylat.vayla.fi/link/4/542180/6769488/3059+91+tiestotiedot:maanteiden_hoitourakka-alueet++2520+56+tiestotiedot:talvihoitoluokka_velho++793+100+default/?lang=fi

Väylävirasto. 2024e. Suomenväylät-karttapalvelu. Viitattu 21.8.2024. Saatavissa https://suomenvaylat.vayla.fi/link/4/543333/6766633/3060+100+tiestotiedot:maanteiden_hoitourakka-alueet++2520+55+tiestotiedot:talvihoitoluokka_velho++793+100+default/?lang=fi

Väylävirasto. 2024f. Suomenväylät-karttapalvelu. Viitattu 24.10.2024. Saatavissa https://suomenvaylat.vayla.fi/link/8/531779/6754838/3190+100+tiestotiedot:SV_tienumerot_yleiskartta++793+100+default/?lang=fi

YIT. 2024a. Teiden kunnossapito, huolto ja auraus. Viitattu 14.8.2024. Saatavissa <https://www.yit.fi/infra/kunnossapito>

YIT. 2024b. Yhtiöittäminen. Viitattu 14.8.2024. Saatavissa <https://www.yitgroup.com/fi/yhtioittaminen>

Liite 1. Haastattelujen kysymykset

Kysymykset työmaapäälliköille ja tilaajalle:

- 1) Paljonko formiaattia käytetään urakassanne, tiestön pituus? Kuinka pitkä kokemus formiaatin käytöstä?
- 2) Onko formiaatti toiminut halutulla tavalla talvihoidossa? Kelitilanne? Ennakkosuolaus?
- 3) Mitä haasteita formiaatin käytössä on ollut?
- 4) Mitä mieltä olet formiaatin käytön ohjeistuksesta? Onko selkeä?
- 5) Onko kalusto ollut sopiva/toimiva?
- 6) Onko materiaalin saatavuudessa ollut haasteita?
- 7) Mitkä ovat käyttökokemukset formiaatin ja suolan välillä? Määrä, levitysleveys, vaikutus aika ja nopeus?
- 8) Onko jotain muuta mitä olisi hyvä tietää?

Kysymykset kuljettajille:

- 1) Kuinka pitkä kokemus formiaatin käytöstä?
- 2) Onko formiaatti toiminut halutulla tavalla talvihoidossa? Kelitilanne? Ennakkosuolaus?
- 3) Mitä haasteita formiaatin käytössä on ollut?
- 4) Mitä mieltä olet formiaatin käytön ohjeistuksesta? Onko selkeä?
- 5) Onko kalusto ollut sopiva/toimiva?
- 6) Mitkä ovat käyttökokemukset formiaatin ja suolan välillä?
- 7) Onko jotain muuta mitä olisi hyvä tietää?

Kysymykset materiaalitoimittajalle:

- 1) Onko formiaatti toiminut halutulla tavalla talvihoidossa? Kelitilanne? Ennakkosuolaus?
- 2) Mitä haasteita formiaatin käytössä on ollut?
- 3) Mitä mieltä olet formiaatin käytön ohjeistuksesta? Onko selkeä?
- 4) Onko kalusto ollut sopiva/toimiva?
- 5) Onko materiaalin saatavuudessa ollut haasteita?
- 6) Onko jotain muuta mitä olisi hyvä tietää?



Formiaattikokeilu, formiaatti lähdöt

Päivämäärä: 23.3.2025 10:30 Yhtiö: Lauri Heija
 alkuperä: lämpötilat alku/loppu
 The 6 Luumäki, kirkko sääasema E007
 Lähde: Keltiedot:Omakeli, Määrät:Fleetlogis ja käsikirjapito

	LM	L
Liuos markkilo	19093,0	27902,9
Liuoskuurto	15,0	22,0
Kuivakilo	7697,2	14743,8
Kuivatomi	7,6	14,7

Päivämäärä	Kellonalku	Häiriö	Ilma	Te	Sademäärä vesi (mm)	Sademäärä tuml (cm)	Kuiva, määrä (kg)	Rae: Eco-Meter S	Liuos	Liuos, määrä (kg)	Liuos, leveys (m)	Liuos (m ³ /m ²)	Mikä liuos?	Lähtö
							198 000	ti	198,00	46 996		kg		
1.11.2024	4:32-5:55	Häiriö	0,3/0,3	0,2/0,2			1 145	2...3	12	88,16		4	Eco-Melter LM	1
2.11.2024	16:26-17:34		0,3/0,3	0,2/0,2	Ei sadetta		995	3	12	-		-	-	2
3.11.2024	17:06-21:26		0,1/0,3	0,1-1,3			2 257	2	20	20		-	-	3
4.11.2024	0:35-2:09		0,3/-0,5	-0,8/-0,7			1 187	3	20	19,22		2	Eco-Melter LM	4
4.11.2024	17:47-19:57		0,1/-0,5	-0,6/-1,7	Ei sadetta		2 068	3...4	24			-	-	5
10.11.2024	2:25-3:35		0,8/0,4	0,7/0,4	Ei sadetta		1 343	2...4	10...40			-	-	6
11.11.2024	15:39-17:12		0,1/0,3	0,7/0,4	Ei sadetta		1 594	3	18...20			-	-	7
14.11.2024	18:46-19:52		1,8/1,2	0,3-1,1	Ei sadetta		1 312	3	16			-	-	8
6-17.11.2024	22:31-0:29		3,3/0,6	-0,3/-2,1	Ei sadetta		1 284	3	20			-	-	9
18.11.2024	0:21-1:31		0,9/1,2	-0,4/0,4	0,2		1 514	3	18			-	-	10
18.11.2024	20:33-21:39		0,4/0,4	-0,2/-0,1	Ei sadetta		1 569	3...5	18...26			-	-	11
20.11.2024	0:12-1:25		-4,4/-3,1	-3,0/-2,6	Ei sadetta		1 159	3	14,4...16	220,26		3	Eco-Melter LM	12
20.11.2024	20:24-22:18		0,0/0,0	-0,5/-0,7			4 541	2...4	16...20,8	425,94		2...4	Eco-Melter LM	13
21.11.2024	17:54-20:03		0,9/0,6	-0,2/-0,5	0,20		1 805	3...4	14,4...17,6	183,88		3...4	Eco-Melter LM	14
22.11.2024	8:33-9:59		-0,9/-2,1	-2,7/-2,0	Ei sadetta		4 039	2...5	12,8...20,8	312,68		2...5	Eco-Melter LM	15
22.11.2024	20:39-21:22		-2,8/-3,6	-2,5/-3,1			1 50	-	-	345,40		3...4	Eco-Melter LM	16
23.11.2024	3:01-4:26		-4,2/-5,5	-3,7/-5,8	Ei sadetta		665	3	11,2...17,6	94,14		3	Eco-Melter LM	19
25.11.2024	2:28-3:47		0,8/-0,1	-1,0/-1,5			1 572	3	16	525,56		3	Eco-Melter LM	18
25.11.2024	8:22-9:05		1,4/1,9	-0,6/0,1	0,90		2 624	3...8	32...40	97,71		3...8	Eco-Melter LM	20
30.11.2024	5:49-6:02		-	-	Ei sadetta		1 803	3	19,2	170,34		3	Eco-Melter LM	21
3.12.2024	8:33-9:49		4,6/0,3	4,2/1,9	1,40		2 361	3	16...19,2	379,40		3	Eco-Melter LM	22
3.12.2024	14:52-18:22		-1,6/-1,6	-0,3/-0,5	-		2 600	2...4	17,6...19,2	197,79		2...4	Eco-Melter LM	23
6.12.2024	6:41-8:28		-1,7/-1,7	-2,3/-2,1	0,10		2 405	2...4	19,2...28,8	305,82		2...4	Eco-Melter LM	24
7.12.2024	21:06-22:19		-3,5/-3,3	-3,2/-3,1	Ei sadetta		2 466	3...4	16...17,6	212,48		3...4	Eco-Melter LM	25
18-28.20-50	2:02-3:03		-0,1/0,5	-2,2/-1,4	Ei sadetta		1 868	3	11,2...12	592,65		3...4	Eco-Melter LM	26
11.12.2024	10:09-11:41		-3,7/-3,9	-4,4/-4,4			2 103	2...3	12,8	272,95		2...3	Eco-Melter LM	27
14.12.2024	14:28-17:25		-5,1/-4,8	-4,5/-4,7			2 531	3	16	2624,73		3	Eco-Melter LM	28
14.12.2024	19:12-22:02		-4,7/-4,5	-4,7/-4,4			2 876	3	16	244,08		3	Eco-Melter LM	29
15.12.2024	2:52-4:53		-3,5/-2,8	-4,1/-3,5			1 813	3	16	427,13		3	Eco-Melter LM	30
16.12.2024	10:20-15:44		-5,3/-1,1	-5,0/-2,6			2 857	0...8	0...24	3872,15		2...8	Eco-Melter LM	31
19.12.2024	12:10-16:56		-5,1/1,0	-4,6/-1,4	0,10		3 664	0...3	0...22,4	180,11		3	Eco-Melter LM	32
20.12.2024	13.03-15:43		1,5/1,2	0,0/0,4	0,20		2 554	3...8	16...32	65,33		3...8	Eco-Melter LM	33
22.12.2024	3:22-7:21		-6,9/-2,4	-5,8/-3,8	0,10		5 325	3...8	26	-		-	-	34
2-23.12.2024	21:42-6:07		0,2/1,3	-0,5/-0,9	0,40		5 114	Käsivörrö, fleetlogis laite hajonnut	26	-		-	-	35
20.12.2024	24.12-6:07		1,3/-0,1	0,6/-0,7	0,60		7 671	Käsivörrö, fleetlogis laite hajonnut	26	-		-	-	36
26.12.2024	20:27-23:48		3,1/2,1	2,2/-0,2	0,40		4 262	Käsivörrö, fleetlogis laite hajonnut	26	-		-	-	37
27.12.2024	14:44-15:39		0,6/-0,3	-1,3/-1,9	Ei sadetta		3 409	Käsivörrö, fleetlogis laite hajonnut	26	-		-	-	38
28.12.2024	14:32-17:36		-1,2/-1,4	-1,6/-1,8	Ei sadetta		2 557	Käsivörrö, fleetlogis laite hajonnut	26	-		-	-	39
30.12.2024	5:47-7:59		3,1/0,8	1,9/0,5	1,50		3 571	Käsivörrö, fleetlogis laite hajonnut	26	-		-	-	40
7.1.2025	11:43-18:14		-5,7/-4,9	-5,7/-5,3			2 192	2	20,8...26	714,21		2	Eco-Melter L	41
8.1.2025	8:56-17:06		-2,6/-4,8	-3,1/-4,1			2 051	2	12,8...40	438,50		2	Eco-Melter L	42
9.1.2025	17:47-20:31		Häiriö keli- ja säätiedoissa		Häiriö keli- ja säätiedoissa		2 051	2	16...32	410,14		2	Eco-Melter L	43
10.1.2025	4:44-5:40		-2,0/-1,4	-3,2/-2,9	Ei sadetta		5 114	Käsivörrö, fleetlogis laite hajonnut	32	1022,84		2	Eco-Melter L	44

11.1.2025	14:30-23:00	-3,5/4,1	-2,6/4,0	-	1,10	4 262	Käsiyöttö, fleetlogis laite hajonnut	852,37	Liuosmäärä perustuu arvioon, fle	Eco-Meter L	45	
14.1.2025	20:00-22:10	2,1/2,1	0,9/0,6	Ei sadetta	Ei sadetta	2 557	Käsiyöttö, fleetlogis laite hajonnut	511,42	Liuosmäärä perustuu arvioon, fle	Eco-Meter L	46	
15-16.1.2025	22:00-0:18	-0,2/0,9	-1,7/-0,8	Ei sadetta	Ei sadetta	2 131	Käsiyöttö, fleetlogis laite hajonnut	426,19	Liuosmäärä perustuu arvioon, fle	Eco-Meter L	47	
17.1.2025	0:00-1:29	3,2/3,1	-2,1/-1,9	Ei sadetta	Ei sadetta	2 557	Käsiyöttö, fleetlogis laite hajonnut	511,42	Liuosmäärä perustuu arvioon, fle	Eco-Meter L	48	
18.1.2025	0:00-1:50	2,6/2,8	0,9/-0,6	Ei sadetta	Ei sadetta	1 705	Käsiyöttö, fleetlogis laite hajonnut	340,95	Liuosmäärä perustuu arvioon, fle	Eco-Meter L	49	
19.1.2025	22:00-23:52	0,3/0,7	-3,1/-4,0	Ei sadetta	Ei sadetta	1 705	Käsiyöttö, fleetlogis laite hajonnut	340,95	Liuosmäärä perustuu arvioon, fle	Eco-Meter L	50	
22.1.2025	18:00-20:17	-2,4/0,1	-3,1/-2,3	Ei sadetta	Ei sadetta	4 262	Käsiyöttö, fleetlogis laite hajonnut	852,37	Liuosmäärä perustuu arvioon, fle	Eco-Meter L	51	
23.1.2025	20:22-23:03	0,5/0,0	-0,1/-0,6	Ei sadetta	-	2 557	Käsiyöttö, fleetlogis laite hajonnut	511,42	Liuosmäärä perustuu arvioon, fle	Eco-Meter L	52	
24.1.2025	18:54-20:58	1,4/1,7	0,4/0,6	Ei sadetta	0,30	2 557	Käsiyöttö, fleetlogis laite hajonnut	511,42	Liuosmäärä perustuu arvioon, fle	Eco-Meter L	53	
27.1.2025	0:18-1:14	1,0/0,8	0,3/0,0	Ei sadetta	Ei sadetta	2 557	Käsiyöttö, fleetlogis laite hajonnut	511,42	Liuosmäärä perustuu arvioon, fle	Eco-Meter L	54	
28.1.2025	1:00-3:24	0,0/0,1	-0,5/-0,4	Ei sadetta	Ei sadetta	3 409	Käsiyöttö, fleetlogis laite hajonnut	681,90	Liuosmäärä perustuu arvioon, fle	Eco-Meter L	55	
30.1.2025	22:00-23:59	0,3/-0,2	-0,5/-0,6	-	0,10	2 557	Käsiyöttö, fleetlogis laite hajonnut	511,42	Liuosmäärä perustuu arvioon, fle	Eco-Meter L	56	
5.2.2025	16:53-18:04	-2,8/-1,9	-3,7/-3,3	-	0,40	3 300	Käsiyöttö, fleetlogis laite hajonnut	1084,00	Liuosmäärä perustuu arvioon, fle	Eco-Meter L	57	
6.2.2025	2:27-8:37	-0,3/0,1	-1,9/-1,3	0,20	-	4 039	2...3	9,6...40	2...8	2,4...5,2	Eco-Meter L	58
6.2.2025	18:18-19:15	0,3/0,2	-0,1/-0,4	Ei sadetta	Ei sadetta	775	3...4	9,6...32	3	12...20	Eco-Meter L	59
12.2.2025	11:28-13:35	-2,8/-2,0	-1,2/0,0	0,10	0,10	1 219	3	18	3...6	3,6...18	Eco-Meter L	60
21.2.2025	1:05-3:38	-1,9/-1,7	-3,5/-3,2	Ei sadetta	Ei sadetta	2 921	3...8	16...20	3...8	4	Eco-Meter L	61
21-22.2.2025	23:19-2:23	-2,6/-2,0	-2,9/-2,7	-	0,50	2 698	3...8	14,4...24	4	3,6...4,8	Eco-Meter L	62
23.2.2025	21:59-23:59	-0,8/-0,8	-1,8/-2,0	Ei sadetta	Ei sadetta	1 786	3...8	11,2...32	3...8	3,6...18	Eco-Meter L	63
24-25.2.2025	22:54-0:30	-1,1/-2,2	-2,1/-4,2	Ei sadetta	Ei sadetta	2 079	3...5	11,2...16	5	4	Eco-Meter L	64
25.2.2025	21:23-22:50	-2,5/-2,6	-4,1/-4,0	Ei sadetta	Ei sadetta	2 091	3...8	14,4	3...8	3,6...18	Eco-Meter L	65
27-28.2.2025	23:45-4:33	0,0/-0,4	-0,2/-0,5	0,10	-	1 898	2...8	12	2...8	2,8...8	Eco-Meter L	66
2.3.2025	1:44-3:13	-0,7/-0,8	-1,2/-1,3	-	0,20	2 375	3...4	19,2	3...4	4,8	Eco-Meter L	67
2-3.3.2025	20:45-2:47	-0,2/-0,4	-0,5/-1,5	0,10	-	2 764	3...6	26	3...6	5,2	Eco-Meter L	68
3-4.3.2025	22:43-1:16	1,7/1,6	-0,6/-0,9	Ei sadetta	Ei sadetta	1 550	3...7	11,2...16	3...7	2,8...4	Eco-Meter L	69
4.3.2025	15:52-16:49	1,1/1,4	3,5/1,8	0,10	-	2 407	3...8	16...20	3...6	4	Eco-Meter L	70
5.3.2025	5:44-12:59	-1,1/2,9	-2,5/4,1	0,10	1,50	4 626	3...8	14,4...32	3...8	4,4	Eco-Meter L	71
5.3.2025	17:23-18:25	3,9/3,0	1,8/0,5	Ei sadetta	Ei sadetta	1 470	3...8	14,4...24	3...8	3,6...6	Eco-Meter L	72
6-7.3.2025	22:53-2:00	4,5/3,9	0,7/-0,9	Ei sadetta	Ei sadetta	1 468	3...8	12...16	3...8	3,6	Eco-Meter L	73
9-10.3.2025	23:36-2:45	-0,4/-0,4	0,2/0,0	Ei sadetta	Ei sadetta	1 966	3...8	16...32	3...8	4	Eco-Meter L	74
10.3.2025	21:37-22:31	1,6/1,3	1,0/1,2	Ei sadetta	Ei sadetta	858	3...8	9,6	3...8	2,4	Eco-Meter L	75
13.3.2025	3:47-10:36	-4,6/-2,8	-3,0/0,0	-	1,20	5 192	3...8	19,2	3...8	4,8	Eco-Meter L	76
16.3.2025	2:39-7:28	0,4/-3,0	-0,8/-1,4	0,55	1,15	6 678	3...8	17,6...24	3...8	4,8	Eco-Meter L	77
17-18.3.2025	23:44-3:38	-1,7/-2,5	-1,7/-2,1	-	0,40	2 628	3...8	19,2	3...8	4,8	Eco-Meter L	78

Liite 3. Rakeisen natriumformiaatin annosmäärien ohje

Taulukko urakan työnjohdolle kostutetun natriumformiaatin annosmääristä.

TIENPINTA	Kuiva		Märkä		Märkä		Märkä	
	KEVYT KUURA		VOIMAKAS KUURA		LUMISATEEN ALLE / LUMISATEEN AIKANA		JÄÄTÄVÄ SADE jäätä 1-3 mm	
g/m ² Lämpötila	Ennakko	Sulatus	Ennakko	Sulatus	Ennakko	Sulatus	Ennakko	Sulatus
OPTIMOITU 0-(-5)	10-12	15	12-15	20	20-35	Toimivuus vähäistä	15-25	20-30
OPTIMOITU (-5)-(-10)	12-15	20	15-20	25	20-35	Toimivuus vähäistä	15-25	20-30

Taulukko natriumformiaatin annosmääristä vastaamaan Väyläviraston taulukkoa Liukkaudentorjunnan annokset g/m² (NaCl) eri menetelmillä.

Tienpinta Tienpinnan lämpötila	Rakeinen natriumformiaatti kostutettuna g/m ²				
	0°	-2	-4	-6	-8
Vähän kostea Havaittavasti tumma päällyste, laikukas	10	12	12	12	12
Kostea Selvästi tumma päällyste Jäätynäänä tumma, vähän kuuraa, valot eivät heijastu	15	15	15	15	15
Märkä Sumuilmio alkaa kuorma-autojen perässä Jäätynäänäkin näyttää märältä, valot heijastuvat	15	20	20	20	25

Lumisateen aikana kostutettua formiaattia auratulle pinnalle 20-35 g/m².
 Suolan käyttömäärään verrattuna todettu formiaatin käyttömäärän olevan vähintään + 5g/m² ja määrä arvioitava tapauskohtaisesti vallitsevan keliolosuhteen mukaan.
 Formiaatin levitys pitää tehdä vilkkaaseen liikenteeseen.
 Kostutusprosentti ollut 20-30 %.