

Niina Uusitupa

# **Biopolymeerien levitystekniikoiden vertailututkimus**

Sorateiden pölynsidonnassa

Opinnäytetyö

Kevät 2017

SeAMK Tekniikka

Rakennustekniikka

**SeAMK** 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Tuotantotekniikka

Tekijä: Niina Uusitupa

Työn nimi: Biopolymeerien levitystekniikoiden vertailututkimus sorateiden pölynsidonnassa.

Ohjaaja: Jorma Tuomisto

Vuosi: 2017

Sivumäärä: 31

Liitteiden lukumäärä: 0

---

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on vertailla eri levitysmenetelmien työ- ja kustannustehokkuutta sorateiden pölynsidonnassa. Työn tilaajana toimii Destia Oy. Vertailukohteina käytetään uutta pölynsidontakeinoa eli biopolymeeriä sekä perinteistä kalsiumkloridia.

Tavoitteena on löytää työ- ja kustannustehokkuudeltaan järkevin vaihtoehto biopolymeerin levitykseen. Vertailua tehdään kesän 2016 Lapualla tehdyn biopolymeerin kenttätestin pohjalta.

Tämän lopputyön havaintojen sekä aiempien testien ja käyttökokemuksien perusteella työ- ja kustannustehokasta on käyttää liuosmenetelmää, jossa levitys tapahtuu esimerkiksi huntulevittimellä varustetulla liuossäiliöllä.

Avainsanat: pölynsidonta, biopolymeeri, levitystekniikka, soratie

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Building Construction

Author: Niina Uusitupa

Title of thesis: Comparative study of biopolymer spreading techniques in gravel road dust suppression

Supervisor: Jorma Tuomisto

Year: 2017

Number of pages: 31

Number of appendices: 0

---

The purpose of the thesis was to compare the labor and cost effectiveness of different spreading techniques in dust suppression of gravel roads. The work was commissioned by Destia Oy. Biopolymer, a new dust suppression method, and traditional calcium chloride were used as points of comparison.

The goal was to find the most labor- and cost-effective option for biopolymer spreading. A biopolymer field test from the summer of 2016 in Lapua was the basis for the comparison.

Based on the findings in the thesis and previous tests and experiences, it is labor and cost efficient to use a solution process in which the solution is stored in a tank equipped with a solution spreader.

Keywords: dust suppression, biopolymer, solution process, gravel road

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	6
1 JOHDANTO.....	7
2 SORATEIDEN LAATUVAATIMUKSET.....	8
2.1 Sorateiden rakenne.....	8
2.2 Kulutuskerrosmateriaalin vaikutus pölyämiseen.....	9
2.3 Soratieluokat ja kuntovaatimukset.....	10
3 SORATEIDEN KESÄNAIKAINEN PÖLYNSIDONTA.....	14
3.1 Pölynsidonnan odotukset.....	14
3.2 Pölynsidonnassa käytettävät materiaalit.....	14
4 PÖLYNSIDONNASSA KÄYTETTÄVÄ KALUSTO.....	16
4.1 Sirotteluautomaatti.....	16
4.2 Huntulevitin.....	17
4.3 Telasirotin.....	18
5 BIOPOLYMEERITESTI LAPUAN ALUEURAKASSA.....	20
5.1 Lapuan alueurakan biopolymeeritestaus 29.4.–26.8.2016.....	20
5.2 Havainnot ja saavutettu laatutaso.....	24
6 LEVITYSMENETELMIEN VERTAILUA.....	25
6.1 Biopolymeerien levitys kesällä 2016.....	25
6.2 Vertailu.....	26
7 KUSTANNUSTEHOKKUUS.....	28
8 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	29
LÄHTEET.....	30

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Serco -liuoslevitin pienellä suuttimella .....	18
Kuva 2. Serco -liuoslevitin suuremmalla suuttimella .....	18
Kuva 3. Telasirotin (Artic machine 2009,1) .....	19
Kuva 4. Biopolymeerien levitystä Jokitielle 24.5.2016.....	21
Kuva 5. Vasemmalla tieosuus 1, ja oikealla tieosuus 2, 3.6.2016.....	23
Kuva 6. Vasemmalla tieosuus 3, ja oikealla tieosuus 4, 3.6.2016.....	23
Kuva 7. Vasemmalla kuivan materiaalin ja oikealla liuksen levitys Jokitiellä.....	27
Kuvio 1. Rakennetun soratien rakenne (Suhonen 2005,8) .....	9
Kuvio 2. Rakentamaton soratie (Liikenneviraston ohjeita 1/2014,12) .....	9
Kuvio 3. Nidos Stratos -suolausautomaatti (Stratos 2005,12).....	16
Kuvio 4. Syöttökouru/Levityslautanen (Stratos 2005,14) .....	17
Kuvio 5. Jokitie Lapua (Google) .....	20
Taulukko 1. Soratieluokat ja luokitusperusteet.....	11
Taulukko 2. Sorateiden pintakunnon laatuvaatimukset.....	12
Taulukko 3. Sorateiden kuntovaatimukset pölyävyydelle.....	13

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Biopolymeeri</b>	Biopolymeerit ovat eloperäisiä eli orgaanisia polymeereja, kuten tärkkelys, selluloosa, proteiinit, peptidit, DNA ja RNA.
<b>Kelirikko</b>	Kelirikolla tarkoitetaan tien pinnan tai tierakenteen pehmenemisen aiheuttamaa kulkukelpoisuuden merkittävää vaikeutumista tai estymistä. Sorateilla voi siten esiintyä erityyppistä kelirikkoa: pintakelirikkoa ja runkokelirikkoa.
<b>Homogeeninen</b>	Homogeeninen on koostumukseltaan yhtenäinen, aineksiltaan tasakoosteinen.
<b>Routa</b>	Routa on jäätynyttä maavettä.
<b>KVL</b>	Keskivuorokausiliikenne. Yksikkö, joka kertoo tietä käyttävien ajoneuvojen lukumäärän vuorokaudessa
<b>KKVL</b>	Keskivuorokausiliikenne kesällä
<b>tn</b>	Tonnia, 1000kg
<b>CaCl<sub>2</sub></b>	Kalsiumkloridi
<b>MgCl<sub>2</sub></b>	Magnesiumkloridi

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää ja vertailla eri levitysmenetelmien työ- ja kustannustehokkuutta sorateiden pölynsidonnassa. Vertailukohteina käytetään uutta pölynsidontakeinoa eli biopolymeerejä sekä perinteistä kalsiumkloridia.

Suomessa valtion omistamia ja ylläpitämiä maanteitä on yhteensä noin 78 000 kilometriä. Niistä sorateita on noin 27 000 kilometriä, eli 35 % teistä on päällystämättömiä tienpintoja. Tämän lisäksi Suomessa on noin 350 000 kilometriä yksityis- ja metsäautoteitä, joista suurin osa on sorapintaisia. (Liikenneviraston ohjeita 1/2014,7.)

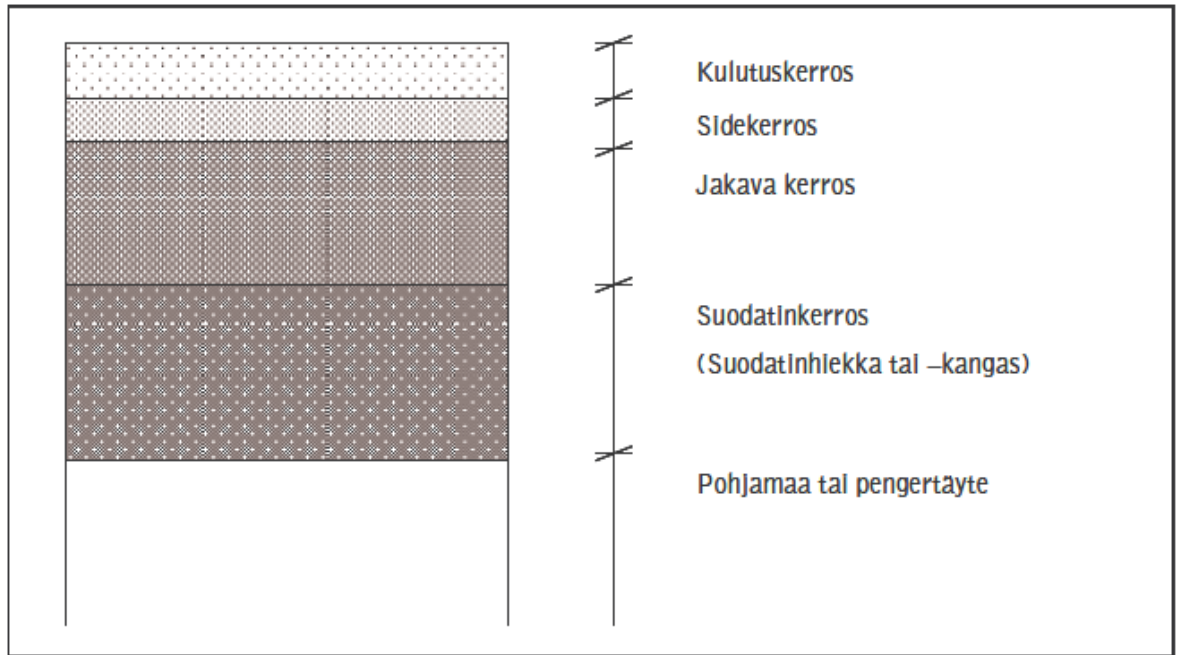
Sorateiden kunnossapito on yksi tärkeimmistä tienpitoon liittyvistä tehtävistä. Sorateiden palvelutason säilyttämiseksi täytyy kesäisin kohdistaa hoitotoimia pölynsidontaan, jotta tiet saataisiin pysymään liikennöitävässä kunnossa. (Destia Oy.) Hoitotoimenpiteillä turvataan tieverkon tehokas ja pitkäjänteinen toiminta. Haasteita tienhoitoon tuo määrärahojen vähyys ja niiden tiukka kohdentaminen, mikä vaikuttaa esimerkiksi pölynsidontakertoihin kesän aikana. Kemion Oy:n ja JP konsultoinnin kehittämät biopolymeeriliuoksien ja -rakeiden tarkoitus on tarjota vaihtoehtoinen ja ympäristöystävällisempi pölynsidontakeino, jossa hyödynnetään muiden prosessien ylijäämätuotteita.

## **2 SORATEIDEN LAATUVAATIMUKSET**

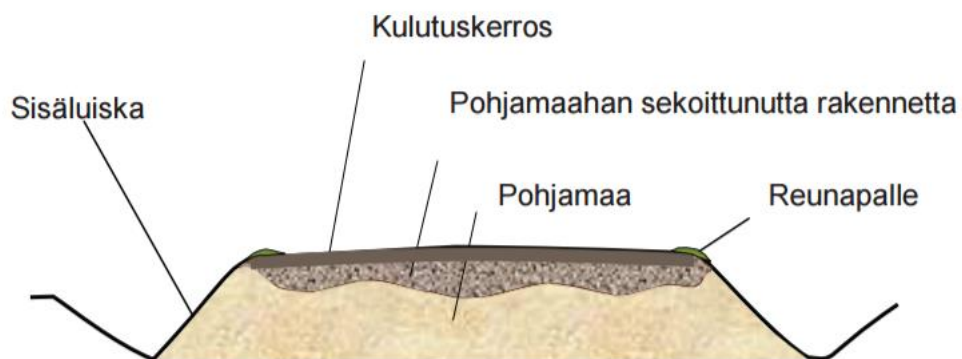
### **2.1 Sorateiden rakenne**

Rakennettujen sorateiden rakenteina ovat yleensä kulutuskerros, jakava kerros, kantava kerros ja suodatinkerros (suodatinhiekkä tai -kangas). Valtaosa sorateista on kuitenkin rakentamattomia vanhoja teitä, joissa ei ole erikseen rakennettuja routimattomia rakennekerroksia. Näillä teillä kulutuskerrosta kunnossapidetään lisämurskeella. Tyypillisesti nämä tiet ovat kostearunkoisia, vaikka kantavuutta on jossakin vaiheessa vahvistettu kantavalla materiaalilla. Ajan myötä rakenteet sekoittuvat keskenään ja muuttuvat vähitellen routivaksi. Tämä vaikuttaa tien pölynsidonta-aineen määriin ja tien kantavuuteen. (Liikenneviraston ohjeita 1/2014, 11.)





Kuvio 1. Rakennetun soratien rakenne (Suhonen 2005,8)



Kuvio 2. Rakentamaton soratie (Liikenneviraston ohjeita 1/2014,12)

## 2.2 Kulutuskerrosmateriaalin vaikutus pölyämiseen

Kulutuskerrosmateriaalin hävikillä on suuri taloudellinen merkitys. Sorateiden kulutuskerroksen uusimiseen käytetään keskimäärin 150–250 tonnia kulutuskerrosmursketta kilometrille kertalisäyksenä 3–5 vuoden lisäyskierrolla. Hävikkiin vaikuttavat ilmasto, kiviaineksen mineraalikoostumus ja kunnossapito. Kun kulutuskerroksen materiaaliominaisuudet ovat oikeat, tien pinta pysyy kiinteänä ja hävikki on pieni. (Liikenneviraston ohjeita 1/2014, 17.)

Kulutuskerrosmateriaalin valinta vaikuttaa tien pölyäväisyyteen. Murskeen oikein valittu maksimiraekoko ja rakeisuuskäyrä voivat vaikuttaa merkittävästi tielle kohdennettaviin hoitotoimenpiteisiin. Pölyä nousee tiestä ilmaan ajoneuvojen renkaiden iskuista ja liikenteen ilmavirtauksien johdosta. Pölyäminen vaikuttaa heikentävästi tiellä näkyvyyteen ja liikenneturvallisuuteen sekä vähentää tien varrella asuminen viihtyvyyttä ja terveellisyttä. Kulutuskerrostutkimuksissa on todettu, että säään ja liikenteen ilmaan nostattamasta pölystä noin 70 % on rakeisuudeltaan karkeampaa kuin 0,053 mm. Tämä näkyy muun muassa siinä, että hienoainespitoisuus kulutuskerroksessa lisääntyy ensimmäisten 1–2 vuoden aikana, minkä jälkeen hienoaineksen suhteellinen osuus kulutuskerroksesta yleensä laskee. (Tielaitos 1995, 22.)

Kulutuskerroksen hienoaineksen vähentyessä alkaa tiestä irrota myös karkeaa materiaalia ja tien pinnasta tulee irtonainen. Tämä aiheuttaa tielle kuoppia ja urautumista sekä materiaalin lentämistä pientareille ja sivuojiin. Tämä ongelma tulee esille erityisesti soratieksi takaisin muutetuilla teillä ja runkokelirikon korjauskohdeissa. Niissä karkeat rakennekerrokset estävät kapillaariveden nousun, jolloin tien pinta voi kuivua liikaa. Varhaisella kevätmuokkauksella, suolauksella ja hyvällä 5–20 cm:n paksulla kulutuskerroksella voidaan vähentää pölyämistä ja materiaalihävikkiä sekä tasaustyön ja lisäpölynsidonnan tarvetta. (Liikenneviraston ohjeita 1/2014, 17.)

### **2.3 Soratieluokat ja kuntovaatimukset**

Soratiet jaetaan Suomessa kolmeen eri luokkaan liikennemäärien (KVL) ja ympäristötekijöiden perusteella. Tien hoitotaso ja laatukriteerit määräytyvät sen luokituksen perusteella, jolla asetetaan rajoituksia tien kunnolle kuten pölyämiselle. Taulukossa 1 on esitetty soratieluokkien luokitusperusteet. (Tiehallinto 2008a, 23.)

Taulukko 1. Soratieluokat ja luokitusperusteet.  
(Tiehallinto 2008a, 23)

Soratie- luokka	Sora- tiestö	Perus- luokitus	Muut perusteet	
			Luokan nosto	Luokan lasku
I Vilkaat	n. 10 %	KVL > 200		• lyhyt osuus yhdistetään luokan 2 tiehen
II Perus- soratiet	n. 70 %	KVL 50-200	<ul style="list-style-type: none"> <li>• huomioidaan asiakatarpeet</li> <li>• merkittävä verkollinen asema</li> <li>• merkittävää maankäyttöä tien välittömässä läheisyydessä</li> <li>• on osa pitkää yhteysväliä</li> <li>• KKVL &gt; 250</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pistotie, jolla ei tarvitse ajaa pitkiä matkoja</li> <li>• ei maankäyttöä tien välittömässä läheisyydessä</li> </ul>
III Vähä- liikenteiset	n. 20 %	KVL < 50	<ul style="list-style-type: none"> <li>• huomioidaan asiakatarpeet</li> <li>• merkittävä verkollinen asema</li> <li>• maankäyttöä tien välittömässä läheisyydessä</li> </ul>	

Soratieluokka I on vilkas soratie, jossa on yli 200 ajoneuvoa vuorokaudessa. Liikenteen määrä (KKVL) kasvaa I luokan sorateilla merkittävästi kesän aikana. Näiden teiden läheisyydessä on merkittävää maankäyttöä tai ne ovat muuten alueellisesti tärkeitä. Soratieluokka II on perussoratie, jossa KVL on 50–200 ajoneuvoa vuorokaudessa. Tähän luokkaan kuuluu noin 70 % sorateista. Soratieluokka III on vähäliikenteinen soratie, jossa on alle 50 ajoneuvoa vuorokaudessa. Sorateista noin 20 % on vähäliikenteisiä. (Tiehallinto 2008a, 24.)

Laatuvaatimuksia soratielle asettavat myös liikenneturvallisuus, kuormituskestävyys ja ajomukavuus. Soratien pintakuntoa määritetään silmämääräisesti sen pölyävyyden, tasaisuuden ja irtonaisuuden mukaan asteikolla 1-5. (Liikenneviraston ohjeita 1/2014, 25.) Palveluindeksilaskulla saadaan tielle laskettua kuntoarvioluokkaa, jossa yhdistetään tasaisuuden, kiinteyden ja pölyävyyden arvot yhdeksi kuntoarvioluvuksi.

$$(Palveluindeksi = 0,65 \times \text{tasaisuus} + 0,25 \times \text{kiinteyden} + 0,1 \times \text{pölyävyys})$$

Sorateiden pintakuntoa määrittäessä heikoin kuntoarvio on 1, eikä sitä saa esiintyä missään kolmesta soratieluokasta. Kuntoarvio 2 on minimiarvio joka hyväksytään soratieluokassa III. Kuntoarvio 5 on taulukon paras tulos, johon tienpitäjän tulee pyrkiä. Sitä ei kuitenkaan vaadita edes korkeimmassa soratieluokassa I. (Liikenneviraston ohjeita 1/2014, liite 1/1.)

Taulukko 2. Sorateiden pintakunnon laatuvaatimukset  
(Liikenneviraston ohjeita 1/2014, liite 1/1)

Soratielten pintakuntovaatimukset (kuntoarvo, TIEH 2200055-v-08)			
Soratieluokka	Tasaisuus	Kiinteys	Pölyävyys
I	Vähintään 3	Vähintään 3	Vähintään 3 100 m lähempänä asutusta ja erityiskohteita 4
II	Pääosin vähintään 3 soratiella tai sen 1 km osuudella kuntoarvoa 2 enintään 10 %	Pääosin vähintään 3 soratiella tai sen 1 km osuudella kuntoarvoa 2 enintään 10 %	Vähintään 3 100 m lähempänä asutusta ja erityiskohteita 4
III	Pääosin vähintään 3 soratiella tai sen 1 km osuudella kuntoarvoa 2 enintään 20 %	Pääosin vähintään 3 soratiella tai sen 1 km osuudella kuntoarvoa 2 enintään 20 %	Vähintään 2 100 m lähempänä asutusta ja erityiskohteita 3
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kuntoarvoa 1 ei saa esiintyä missään soratieluokassa.</li> <li>▪ Tasaisuuden kuntoarvoa 2 ei saa olla yhtenäisenä jaksona yli 20 m luokissa II ja III.</li> <li>▪ Soratien pinnalla olevan kuopan syvyys ei saa olla yli 7 cm.</li> <li>▪ Soratien pinnalla ei saa olla ajoneuvon rikkovia teräviä heittoja tai maakiviä.</li> <li>▪ Soratien ja päällystetyn tien rajakohta on pidettävä tasaisena.</li> <li>▪ Soratien pinnalla ei saa olla yli 3 cm irtokiviä.</li> <li>▪ Sivukaltevuuden on oltava 4 % ± 1 % ja kaarteissa yksipuolisen max. 7 %.</li> <li>▪ Yli 3 cm korkeat ja muut liikennettä haittaavat maakivet on poistettava tasaustyön yhteydessä tai viimeistään 1 vk kuluessa.</li> <li>▪ Kiinteiden vaatimukset on täytettävä I luokassa 1 vk, II luokassa 2 vk ja III luokassa 3 vk kuluttua sorakulutuskerroksen tasaus- ja muokkaustoimenpiteistä.</li> <li>▪ Pölyävyyden erityiskohteita ovat vihannes- ja marjaviljelmat, koulut ja laitokset.</li> </ul>			

Taulukko 3. Sorateiden kuntovaatimukset pölyävyydelle  
(Tiehallinto 2008a, 27)

Soratie- luokka	Perusvaatimus koko tiestölle (kuntoarvo)	Maankäytön erilliskohteet
I	3	4
II	3	4
III	2	3
<p><b>Maankäytön erilliskohteet (100 m lähempänä tietä):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• asutus tien varressa</li> <li>• avomaan vihannes- ja marjanviljely</li> <li>• koulut, laitokset, yms.</li> <li>• muut erityiskohteet</li> </ul>		

Kuntoarvon 1 tie pölyää runsaasti ja pöly leviää erittäin paljon tien ympäristöön ja haittaa merkittävästi näkyvyyttä. Pöly aiheuttaa huomattavaa haittaa tien varren asutukselle ja viljelyksille. Kuntoarvon 2 tie pölyää kohtalaisesti, pöly leviää melko paljon tien ympäristöön ja haittaa lievästi näkyvyyttä. Pöly haittaa tien varren asutusta ja viljelyksiä. Kuntoarvon 3 tie pölyää jonkin verran, mutta pöly ei leviä pienetareita kauemmas. Kuntoarvon 4 tiellä on havaittavissa pientä pölyämistä renkaiden takana. Kuntoarvon 5 tiellä pölyämistä ei esiinny lainkaan. (Tiehallinto. 2008b, 17.)

### 3 SORATEIDEN KESÄNAIKAINEN PÖLYNSIDONTA

Kevätpölynsidonta tehdään heti pintakelirikon loputtua sekoitussuolauksena muokkauksen yhteydessä. Tällöin suola saadaan sekoittumaan paremmin koko kulutuskerrokseen, koska tie on kostea ja kuohkea. Kevätpölynsidonta runkokelirikkoisilla teillä tehdään vasta kelirikkovaiheen päätyttyä. Sekoitussuolauksella kulutuskerroksesta saadaan homogeenisempi ja kosteutta pidättävämpi kerros kuin pintasuolauksessa. (Liikenneviraston ohjeita 1/2014, 41.)

#### 3.1 Pölynsidonnan odotukset

Pölynsidonnan tavoitteena on saada soratien pinta kiinteäksi ja pölyämättömäksi. Onnistunut pölynsidonta edesauttaa liikenneolosuhteita (ajomukavuus ja liikenneturvallisuus) sekä tien kesäkunnossapitoa muun muassa vähentämällä tasaustarvetta.

#### 3.2 Pölynsidonnassa käytettävät materiaalit

Pölynsidonnassa käytettäviä aineita ovat magnesiumkloridi ja kalsiumkloridi. Pölynsidonnassa on kokeiltu myös monia muita aineita, kuten natrium- ja kalsiumlignosulfonaatteja, tärkkelystä, rypsiöljyä, ja bitumipohjaisia pölynsidonta-aineita. (Liikenneviraston ohjeita 1/2014, 43.)

Kalsium- ja magnesiumkloridi ovat molemmat hygroskooppisia suoloja, jotka ottavat ilmasta kosteutta niin paljon, että ne muuttuvat liuosmuotoon. Näiden suolojen toimintaperiaate on sama, eroavaisuuksia löytyy niiden kuiva-aineen ja veden suhteista. Kaliumkloridin liukoisuus veteen on 745 g/l ja magnesiumkloridin 543 g/l +20 asteen lämpötilassa. Hiutaleisessa kalsiumkloridissa on kuiva-ainesta 77 % ja vettä 23 %. Se alkaa ottaa ilmasta kosteutta, kun ilman suhteellinen kosteus ylittää 30 %. Magnesiumkloridi sisältää 47 % kuiva-ainesta ja 53 % vettä ja ottaa ilmasta kosteutta samalla tavalla kuin kalsiumkloridi. Kalsium- ja magnesiumkloridit pitävät kapillaarivoimien avulla kulutuskerroksen hienoaineshiukkaset paikoillaan ja estävät niiden irtoamisen rakenteesta. (Liikenneviraston ohjeita 1/2014, 42-43.)

Biopolymeerit ovat tärkkelys- ja selluloosajohdannaisiin perustuvia ympäristöystävällisiä pölynsidonta-aineita. Niitä voidaan käyttää yksin tai yhdistämällä perinteisten hygroskooppisuuteen perustuvien aineiden kanssa. Biopolymeerien avulla on tarkoitus luoda tienpintaan hitaasti biohajoava ja vähän vettä läpäisevä polymeeri – kerros. Kerros suojaa tien kulutuskerrosta ja estää tienpinnan pölyämisen. (Liikennevirasto 2016, 9.)

## 4 PÖLYNSIDONNASSA KÄYTETTÄVÄ KALUSTO

### 4.1 Sirotteluautomaatti

Sirotteluautomaatilla, jossa pyörivä lautanen levittää materiaalin, päästään tarkkaan ja tasaiseen lopputulokseen.

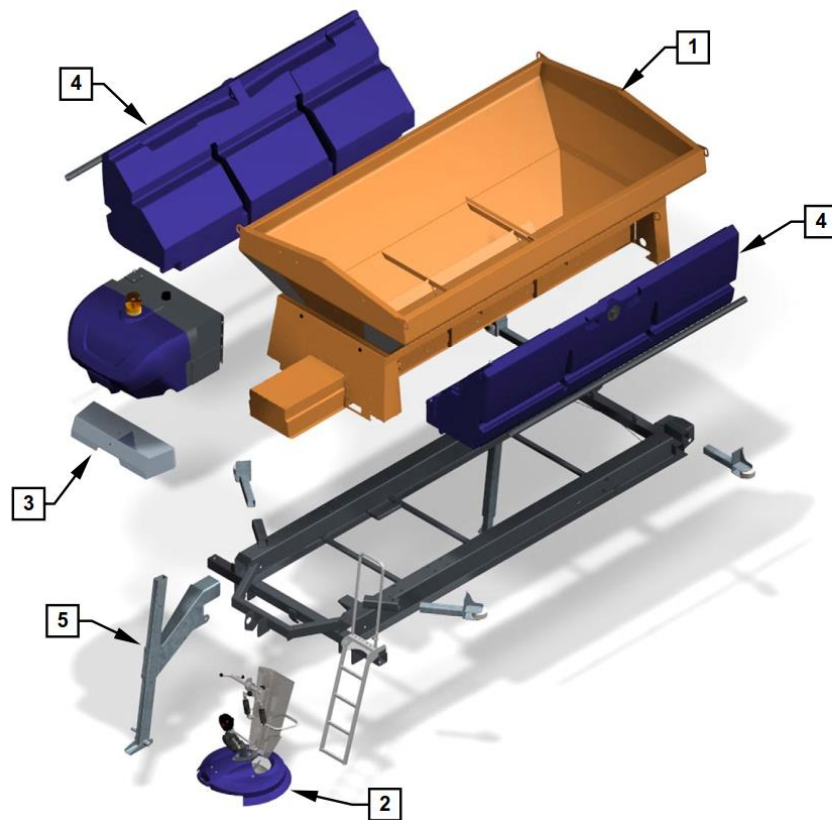


Fig. 5

Kuvio 3. Nidos Stratos -suolausautomaatti (Stratos 2005,12)

Stratosin (2005, 14) käyttöohjekirja kuvaa laitteen osia ja toimintaa seuraavasti:  
Levittäjä on koottu seuraavista pääosista:

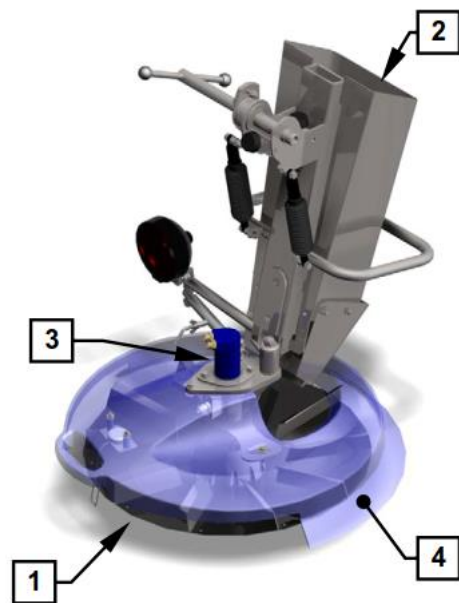
- Materiaalisäiliö (1);
- Kuljetinjärjestelmä;
- Syöttökouru/Levityslautanen (2);
- Käyttömekanismi;
- Ohjausjärjestelmä (3);
- Liuostusjärjestelmä (4);
- Tukijalat (5);
- Hallintapaneeli



## Syöttökouru/levityslautanen

Levityslautanen (1) levittää materiaalia tasaisesti säädetylle levityslleveydelle. Levitettävä materiaali siirretään säiliöstä syöttökourun (2) kautta levityslautaselle.

Hydraulimoottori (3) käyttää levityslautasta. Suojakansi (4) on levityslautasen päällä ja tällä estetään tahaton kosketus pyörivään lautaseen. Levityslautasen korkeutta tienpinnan suhteen voidaan säätää syöttökourun pituutta muuttamalla auton lavakorkeuden mukaan. Syöttökouru voidaan kääntää ylös. (Stratos 2005, 14)



Kuvio 4. Syöttökouru/Levityslautanen  
(Stratos 2005,14)

## 4.2 Huntulevitin

Huntulevitintä käytetään pääasiallisesti pölynsidontaan, kasteluun sekä liukkaudentorjuntaan. Sen etuna on liuosmateriaalin tasainen leviäminen. Levitys tapahtuu joko pumpulla tai vapaalla pudotuksella. Kertalevitysmäärä vaihtelee levitettävästä aineesta riippuen noin  $20 \text{ g/m}^2$  jopa  $310 \text{ g/m}^2$ . (Serco. [viitattu 21.1.2017].)



Kuva 1. Serco -liuoslevitin pienellä suuttimella  
(Serco [viitattu 21.1.2017])



Kuva 2. Serco -liuoslevitin suuremmalla suuttimella  
(Serco [viitattu 21.1.2017])

Huntulevittimen suutinkuppi aiheuttaa liukselle pyörivän liikkeen ja näin muodostuu huntumainen levitysjälki. Kupin koolla pystytään vaikuttamaan hunnun leveyteen ja levitysmäärään.

### 4.3 Telasirotin

Telasirotin on kuorma-autoon kiinnitettävä hiekoituslaite, jota voidaan käyttää kuivamateriaalin levitykseen. Sirotin täytetään lavaa nostamalla, jolloin levitettävä materiaali valuu sirotimeen. Annostus- ja levitystasaisuus on kuitenkin epätarkka. Tämä johtuu pääosin rajallisista säätömahdollisuuksista. Hiekoitin on ensisijaisesti suunniteltu levittämään karkeampia materiaaleja. (Artic machine 2009, 6.)



Kuva 3. Telasirotin (Artic machine 2009,1)

## 5 BIOPOLYMEERITESTI LAPUAN ALUEURAKASSA

### 5.1 Lapuan alueurakan biopolymeeritestaus 29.4.–26.8.2016

Lapuan hoitourakka (Destia, Lapua)



Kuvio 5. Jokitie Lapua (Google)

**Lapuan testin aloitus 29.4.2016.** Lapualla sijaitseva jokitie 17685 on II-hoitoluokkaan kuuluva soratie. Tien kulutuskerros kuivuu hyvin nopeasti, koska tie kulkee peltojen keskellä, eikä varjoisia kohtia juuri ole. Lapuan keskusta sijaitsee lähellä, joten tiellä on suuria liikennemääriä, jotka kuluttavat tienpintaa. Lisäksi tiellä kulkee paljon maatalouskoneita, jotka jauhavat tienpintaa kulkiessaan ympäröiville pelloille. Kokemusten mukaan tie on haastava pölynsidontakohde ja se joudutaan suolaamaan useita kertoja kevään ja kesän aikana. Tyypillinen peruskäsittely on 1,32 tn  $\text{CaCl}_2$  (32 p-% kalsiumkloridi) liuosta/km. Hoitotoimia ei tehty tielle ko-keilujakson aikana.

Biopolymeerien levitys aloitettiin aurinkoisella säällä Jokitiellä. Testikohde muokattiin tiehöylällä ennen materiaalien levitystä. Testikohteet merkittiin, ja otettiin maanäytteet Destialta saatujen ohjeiden mukaisesti: poikki tien ja 2–5 cm syvyydeltä. Ensin levitettiin liukset. Yhden osuuden, eli 500 metrin matkan levittämiseen meni

aikaa noin kaksi tuntia ja säiliön täyttämiseen noin yksi tunti. Tämän jälkeen levitettiin kiinteät aineet.



Kuva 4. Biopolymeerien levitystä Jokitielle 24.5.2016

Sää levitysten päätyttyä klo 16.00:

- ilman lämpötila: 12,1 °C
- tienpinta: 19,7 °C
- kastepiste: 1,0 °C
- pouta

Testiosuudet (500 metriä/osuus)

1. osuus

- Alkaa metsäisen osuuden jälkeen ja avautuu pitkäksi suoraksi avoimella peltoaukealla
- Lähtöpiste 17685/1/5295 (metsäosuuden jälkeinen peltoalue alkaa)
- Päätepiste 17685/1/5795
- Materiaali A 3000 litraa liuosta (CMC-selluloosa)

2. osuus

- Avointa peltomaastoa
- Lähtöpiste 17685/1/5795, päätepiste 17685/1/6295
- Materiaali B 2000 litraa liuosta (CMC-selluloosa)

### 3. osuus

- Avointa peltomaastoa
- Lähtöpiste 17685/1/6295, päätepiste 17685/1/6795
- Materiaali C 415 kg (CMC, kiinteä)

### 4. osuus

- Avointa peltomaastoa
- Lähtöpiste 17685/1/6795, päätepiste 17685/1/6825
- Materiaali D 370 kg (CMC-tärkkelys kiinteä)



Kuva 5. Vasemmalla tieosuus 1, ja oikealla tieosuus 2, 3.6.2016



Kuva 6. Vasemmalla tieosuus 3, ja oikealla tieosuus 4, 3.6.2016

## 5.2 Havainnot ja saavutettu laatutaso

Sirotteluautomaatilla levitetty kuiva-aines jättää tienpinnan melko kuivaksi, mikäli tiessä ei ole tarpeeksi kosteutta. Kuiva-aineen prosessi lähtee käyntiin hitaasti. Hyvän lopputuloksen takaamiseksi vaaditaan erillistä kastelua tai työn aikaista kostutusta.

Tarkastelujakson aikana saavutettu laatutaso oli kuntoarvioluokituksessa Lapualla 2–3 välillä. 1. osuus oli jatkuvasti hieman parempi muihin osuuksiin nähden. Kuu-kauden päästä levityksestä (26.5.2016) tieurat olivat kiinteytyneet, mutta muilta osin tien pinta oli irtonainen. Näin ollen tie myös pölysi jonkin verran. Seuranta päätettiin 26.8.2016, jolloin soratien kuntoluokitus oli 3. Tasaisuus ja kiinteys olivat luokkaa 3. Pölyisyyttä ei pystynyt havainnoimaan pitkän sadejakson vuoksi. Viikon jälkeen levityksestä päädyttiin kastelemaan kiinteän aineen testikohdat aineen reagoinnin nopeuttamiseksi. Vettä kului 2000 litraa/tieosuus, eli yhteensä 4000 litraa.

Kalsiumkloridi-kohteisiin verrattuna tie oli irtonaisempaa, mutta tasaisempaa. Pitkien sadejaksojen jälkeen tiehen ei ilmestynyt kuoppia, kuten kalsiumkloridin osuuksiin. Tietarkastuksia kohteelle tehtiin viikon välein Destian toimesta. Tarkastukset suoritti Niina Uusitupa. Lisäksi seurantaa suorittivat tuotekehittelyyn osallistuneet henkilöt. Tiestä otettiin kuvia ja tehtiin kuntoluokitusarvio.



## 6 LEVITYSMENETELMIEN VERTAILUA

### 6.1 Biopolymeerien levitys kesällä 2016

Pölynsidontakokeilussa käytetyt materiaalit toimitettiin varastoalueelle. Kuivamateriaali oli varastoituna noin 400 kg säkeissä ja liuos oli käyttövalmiina 1000 litran konteissa. Lastaus levitysyksikköön tehtiin pyöräkuormaajaa apuna käyttäen. Materiaalien levitys tehtiin sirotteluautomaatilla sellaisenaan.

**Materiaali A, CMC-selluloosa, liuos.** Lastaus tehtiin juoksuttamalla liuos suoraan kontista sirotteluautomaatin liuossäiliöön. Lastaus oli melko hidasta johtuen liuoksen viskositeetin alhaisuudesta.

Levitys tehtiin sirotteluautomaatin liuosjärjestelmän ja levityslautasen kautta. Maksimiannostuksesta huolimatta kertalevitysannos jäi alhaiseksi. Tästä johtuen levityskertoja kertyi useita ja tehokkuus oli huono.

Vaihtoehtoisena levitysmenetelmänä on hyvä harkita huntulevittimellä varustetun liuoslevittimen käyttöä. Tätä menetelmää on testattu aiemmin biopolymeerien levityksessä ja se on osoittautunut tehokkaaksi.

**Materiaali B, CMC-selluloosa, liuos.** Lastaus tehtiin aineen A tavoin ja myös tämä materiaali oli viskositeetiltään huono. Levitysmenetelmä oli täysin sama aineen A kanssa. Myös aineelle B kertyi useita levityskertoja.

**Materiaali C, CMC, kiinteä.** Materiaalin lastaus tehtiin suoraan säkistä kaatamalla sirotteluautomaatin kuiva-ainesäiliöön. Lastaus onnistui nopeasti, koska materiaali oli hienojakoista ja juoksevaa.

Levitys tehtiin sirotteluautomaatin lautasen kautta ilman erillistä kostutusta. Levitystyö oli suhteellisen nopeata ja annostelussa saavutettiin haluttu grammamäärä neliölle. Levityksen yhteydessä havaittiin hieman aineen pölyämistä.

**Materiaali D, CMC-tärkkelys, kiinteä.** Materiaali D:n lastaus ja levitys tapahtuivat aineen C kaltaisesti. Aine D oli koostumukseltaan karkeampaa.

## 6.2 Vertailu

Materiaalit A ja B käyttäytyivät samalla tavalla. Sirotteluautomaatilla levitettäessä työ on hidasta ja tehotonta. Vaihtoehtoisena levitysmenetelmänä on hyvä harkita huntulevittimellä varustetun liuoslevittimen käyttöä. Tätä menetelmää on testattu aiemmin biopolymeerien levityksessä ja se on osoittautunut tehokkaaksi. Menetelmällä on saavutettu tasainen lopputulos.

Kyseessä olevan biopolymeeritestin materiaalmäärät olivat suhteellisen pieniä johtuen testialueen kohdentamisesta.

Käytettäessä välivarastointia materiaalien A ja B osalta kertatoimitusannoksen tulisi olla mahdollisimman suuri. Varastokapasiteettia tulisi olla siis runsaasti. Ideaaltilanne olisi toimittaa liuos suoraan valmistusasemalta levityskohteelle.

Materiaalit C ja D käyttäytyivät levityksessä samalla tavalla. Sirotteluautomaattia käytettäessä saavutetaan hyvä työtehokkuus ja laadultaan tasainen lopputulos. Työtä tehtäessä on kuitenkin otettava huomioon tuulen vaikutus leviämiseen materiaalin hienojakoisuudesta johtuen. C- ja D- materiaalien tieosuudet sovittiin kastelaviksi noin viikko levityksen jälkeen. Seurannan mukaan kastelulla oli selvä vaikutus pölynsidontaprosessin käyntiin saattamisessa.

Levitystyön yhteydessä tulisi harkita materiaalin kostuttamista siihen soveltuvalla liuoksella sen pysyvyyden parantamiseksi, pölynsidontaprosessin käyntiinlähdon nopeuttamiseksi ja mahdollisten tuulihaittojen vähentämiseksi. Kostuttamiseen soveltuvat muun muassa vesi ja liuossuola.

Vertailtaessa liuoksien (A ja B) ja kuivamateriaalien (C ja D) levitysmenetelmiä havaintona oli, että käytettäessä liuosta saavutetaan nopeampi pölynsidonnan käyntiinlähdo. Kuivamateriaalit vaativat hyvin usein erillisen kastelun. Kastelu heikentää työtehoa ja lisää kustannuksia.

Sirotteluautomaatin käyttö ei ollut tehokasta liuoksen levityksessä. Aiemmat testit ja havainnot huomioiden käytettäessä vaihtoehtoista levitysmenetelmää (liuossäiliö + huntulevitin) päästään liuoksella nopeammin ja tehokkaammin parempaan lopputulokseen pölynsidonnan suhteen.



Kuva 7. Vasemmalla kuivan materiaalin ja oikealla liuoksen levitys Jokitiellä

## 7 KUSTANNUSTEHOKKUUS

Kustannuksissa tarkastellaan työmenetelmien kustannuksia, pois lukien materiaalit.

Jotta päästäisiin mahdollisimman hyvään kustannustehokkuuteen, pölynsidonta-materiaali pitäisi toimittaa valmistuspaikasta suoraan tien päälle ilman välivarastointia. Mahdollinen välivarastointi ja aineen valmistaminen välivarastoinnin yhteydessä nostavat kustannuksia ja lisäävät työvaiheita.

Tämän testin yhteydessä materiaalit toimitettiin liuoskonteissa ja kuivamateriaaliläsäkeissä Destian varastoalueelle. Materiaalit olivat käyttövalmiina, joten ne voitiin lastata pyöräkuormaajalla suoraan levitysyksikköön. Liuoksen siirtäminen kontista oli hidasta, koska liuosmateriaali oli koostumukseltaan paksuhkoa ja hitaasti juoksevaa.

Kustannuksien pienentämiseksi ja työtehon lisäämiseksi aine tulisi toimittaa säiliö-autolle tai erilliseen varastosäiliöön mahdollisimman suuressa irtoerässä.

Tämän levitysmenetelmien vertailun perusteella ideaalisinta olisi toimittaa materiaali suoraan tehtaalta tien päälle. Kuitenkin koko työketju huomioiden tämä ei ole kaikkein kustannustehokkainta ja vaatii erittäin tarkan työsuunnitelman. Yhden välivarastoinnin avulla saavutetaan työteholtaan hyvä ja kustannustehokas lopputulos.

## 8 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Käytettävän pölynsidontamateriaalin ja levitysmenetelmän valinnalla on suuri vaikutus saavutettavaan työtehoon sekä kustannustehokkuuteen.

Vertailtaessa kuivan materiaalin ja liuoksen levittämistä sirotteluautomaatilla käy selvästi ilmi, että liuoksen levittäminen oli hidasta ja kannattamatonta. Sen sijaan kuivamateriaalin levittäminen sirotteluautomaatilla näyttäisi olevan soveltuvin keino.

Tämän lopputyön havaintojen sekä aiempien testien ja käyttökokemusten perusteella työ- ja kustannustehokasta on käyttää liuosmenetelmää, jossa levitys tapahtuu esimerkiksi huntulevittimellä varustetulla liuossäiliöllä. Edellä mainitulla menetelmällä saavutetaan nopea levitys sekä hyvä ja tasainen työn jälki.

## LÄHTEET

Tiehallinto. 2008a. Sorateiden hoidon ja ylläpidon toimintalinjat. Helsinki: Edita Primera Oy.

Tiehallinto. 2008b. Sorateiden pintakunnon määrittäminen. Edita Primera Oy.

Tielaitos. 1995. Sorateiden hoito ja kunnostus. Helsinki: Tuotannon palvelukeskus.

Destia Oy. [Viitattu 7.3.2017] Saatavissa:  
<http://www.destia.fi/palvelut/kunnossapito.html>

Liikenneviraston ohjeita 1/4014. Sorateiden kunnossapito. Helsinki: Liikennevirasto.

Liikennevirasto 2016. Biopolymeerit ja pölynsidonta. Helsinki: Liikennevirasto.

Suhonen, K. 2005. Soratien kulutuskerrosmateriaalin vaikutus pintakelirikkoon.

Serco. Ei päiväystä. Always one step Ahead. Serco Liuoslevittimet. [Verkkoesite]. JPT Jaskari Oy. [Viitattu 24.1.2017]. Saatavissa:  
[http://serco.fi/media\\_11870/esitteet/SERCO-Liuoslevittimet.pdf](http://serco.fi/media_11870/esitteet/SERCO-Liuoslevittimet.pdf)

Stratos. 2005. Käyttöohjekirja. [pdf-dokumentti]. Nido Universal Machines BV. [Viitattu 30.1.2017]. Saatavissa: rajoitettu saatavuus, vain asiakkaille yrityksen kautta

Google Maps. 2017. [24.1.2017] Saatavissa:  
<https://www.google.fi/maps/place/Jokitie,+62100+Lapua/@63.0202728,22.9179861,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x4687b1c78c3b48b3:0xf5f302c27ba8d78e!8m2!3d63.0202704!4d22.9201748>

Artic machine. 2009. AM 1200 telasirotin. Käyttöohjekirja. [pdf-tokumentti]. livesi: Artic Machine Oy. [Viitattu 30.1.2017]. Saatavissa: rajoitettu saatavuus, vain asiakkaille yrityksen kautta.

