

# TAPOFIX-BIOPOLYMEERIN KÄYTTÖ SORATIEN PINTA- KELIRIKON EHKÄISEMISESSÄ

Vaarala Joonas

Opinnäytetyö

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Insinööri (AMK)

2024

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Joonas Vaarala	<b>Vuosi</b>	2024
<b>Ohjaaja(t)</b>	Ari Romakkaniemi		
<b>Toimeksiantaja</b>	Destia Oy		
<b>Työn nimi</b>	TapoFix-biopolymeerin käyttö soratien pintakelirikon ehkäisemisessä		
<b>Sivumäärä</b>	33		

---

Opinnäytetyössäni tutkin TapoFix-biopolymeerin vaikutusta soratien pintakelirikoon. Työssä kävin läpi vuonna 2022 toteutetun Niesintien kelirikkokorjauskokeilun vaiheet, kerron mitä kehittämiskohteita kokeilussa tuli ilmi ja havainnoin TapoFixin vaikutusta tien kuntoon.

Työn toteuttamisen avuksi sain Destialta kuva-aineistoa Niesintien kokeilusta. Lisäksi haastattelin kokeiluun osallistuneita asiantuntijoita kuvamateriaalin ja omien havaintojeni tueksi. Olen päässyt seuraamaan Niesintien kuntoa kolmen kesän ajan, toimiessani harjoittelijana Sodankylän maanteiden hoitourakassa.

Työni lopputuloksena syntyi Niesintien tiekokeen yhteenveto työvaiheineen, tuloksineen ja parannusehdotuksineen. Kokeilun perusteella on vaikea arvioida TapoFixin toimivuutta, sillä muuttujia kokeilun suorituksen aikana ja sen jälkeen oli paljon. Niesintien testiosuuden seuranta jatketaan, jotta saadaan lisää tietoa TapoFixin käyttäytymisestä pidemmällä aikavälillä. Työn perusteella TapoFixin testaamista tulisi jatkaa tie- ja laboratoriokokein, jotta pystytään määrittämään minkälaisiin olosuhteisiin TapoFix soveltuu parhaiten.

Avainsanat

Soratiet, maanteiden kunnossapito, pintakelirikko, pölynsidonta

Study programme in Civil  
Engineering  
Bachelor of Engineering

---

<b>Author</b>	Joonas Vaarala	<b>Year</b>	2024
<b>Supervisor(s)</b>	Ari Romakkaniemi		
<b>Commissioned by</b>	Destia Ltd		
<b>Title</b>	TapoFix- Biopolymer in Preventing Surface Weakening on Gravel Roads		
<b>Number of pages</b>	33		

---

The aim of this thesis study was to study TapoFix- biopolymer's effect on the surface weakening of a gravel road.

The study examined Niesintie's experiment that was conducted in 2022. The focus of the study was to go through the stages of the experiment, bring up things to be improved and monitor the effect TapoFix has on the road. Image material of the Niesintie experiment was provided by Destia. In addition, various professionals who participated in the experiment were interviewed to back up the material and the author's own observations. The condition of Niesintie was monitored for three summers, while working as an intern at the road maintenance contract in Sodankylä.

As a result of the study, this thesis provides a summary of Niesintie experiment's stages of work, results and suggestions for improvement. It is difficult to evaluate the effectiveness of TapoFix based on the experiment, because there were multiple variables during and after the experiment. Niesintie's monitoring will be continued in order to get more information about TapoFix's long-term effects. Based on this thesis TapoFix-testing should be continued on site, as well as in laboratory to find out the ideal conditions for the use of TapoFix.

Keywords

Gravel roads, road maintenance, surface weakening, dust binding

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	6
2 SORATIET JA NIIDEN HOITO .....	8
2.1 Soratiet Suomessa .....	8
2.2 Sorateiden laatuvaatimukset .....	9
2.3 Sorateiden kunnossapito .....	11
3 SORATEIDEN KELIRIKKO .....	13
3.1 Pinta- ja runkokelirikko.....	13
3.2 Kelirikon torjuminen .....	13
4 TAPOFIX-BIOPOLYMEERI .....	16
5 NIESINTIEN TAPOFIX-KOKEILU.....	18
5.1 Kohteen kuvailu .....	19
5.2 Valmistelevat toimenpiteet.....	19
5.3 Työn toteutus.....	21
5.4 Havainnot kokeilusta.....	25
6 POHDINTA.....	30
LÄHTEET.....	32

## ALKUSANAT

Kiitos Destia Oy:lle opinnäytetyön aiheen tarjoamisesta ja tuesta työn eri vaiheissa. Kiitos myös kaikille haastatteluihini vastanneille ja heille, jotka ovat kannustaneet saattamaan työn loppuun.

## 1 JOHDANTO

Sorateiden suurimpia ongelmia ovat pölyävyys, kuoppaisuus ja kelirikko. Sorateiden hoitoon käytetään vuosittain huomattava määrä resursseja ja tämän määrän voidaan olettaa kasvavan ilmaston lämmetessä ja teiden korjausvelan kasvaessa. Teiden korjausvelan kasvamisen myötä vähäliikenteisiä ja heikkokuntoisia päällystettyjä teitä joudutaan muuttamaan sorateiksi, koska niiden päällystämistä ei katsota kannattavaksi. Kun sorateiden määrä lisääntyy ja ilmasto muuttuu arvaamattommaksi, sorateiden hoitoon tulee alkaa kehittää ympäristöystävällisempiä ja kustannustehokkaampia menetelmiä.

Tällä hetkellä sorateiden liikennöintiä joudutaan rajoittamaan kelirikkoaikana painorajoitusten avulla. Kelirikko voi kestää jopa useita viikkoja, jolloin esimerkiksi maa- ja metsätalouden kuljetuksille voi aiheutua merkittävää haittaa painorajoituksista. TapoFix on sellutehtaiden sivutuotteesta valmistettua kuitulietettä. TapoFixin tarkoitus on ehkäistä kelirikkoa sitomalla tien pinnan hienoaines ja karkeampi kiviaines yhteen, mikä tekee pinnasta tiiviimmän. Tiiviimmän ja kiinteämmän pinnan pitäisi myös vähentää tien reikiintymistä ja pölyämistä. TapoFixin soveltuvuutta kelirikon torjuntaan selvitettiin Sodankylän maanteiden hoitourakkaan kuuluvalla Niesintiellä. Kokeilun toteuttajana toimi Destia Oy. Tuotteen toimitti Tapojärvi Oy ja sen on kehittänyt Mfibrils Oy.

Yksi syy pintakelirikolle on tien suuri hienoainespitoisuus. Riittävä hienoainespitoisuus on myös lähtökohta TapoFixin toimivuudelle (Huuskonen 2024.) Pintakelirikoon vaikuttavia tekijöitä on paljon ja TapoFixin toimivuus on vaihdellut aikaisemmissa kokeiluissa. TapoFix-kokeilujen tarkoituksena on tuotteen toimivuuden vaikuttavien seikkojen selvittäminen, prosessin kehittäminen ja TapoFixin tehokkuuden arviointi ennen kuin tuotetta pystytään ottamaan laajempaan käyttöön.

TapoFixin käytön tavoitteena on vähentää pintakelirikkoa, joka haittaa teiden liikennöitävyyttä. Tuotteen käytöllä pystytään hyödyntämään paikalta saatavaa kiviainesta ja vähentämään sorastustarvetta, samalla vähentäen kiviaineksen kuljetuksesta koituvia päästöjä. TapoFixin käytöllä edistetään myös kiertotaloutta,

kun voidaan käyttää hyväksi teollisuuden sivutuotteita (Huuskonen & Mäentausta 2021, 8.)

## 2 SORATIET JA NIIDEN HOITO

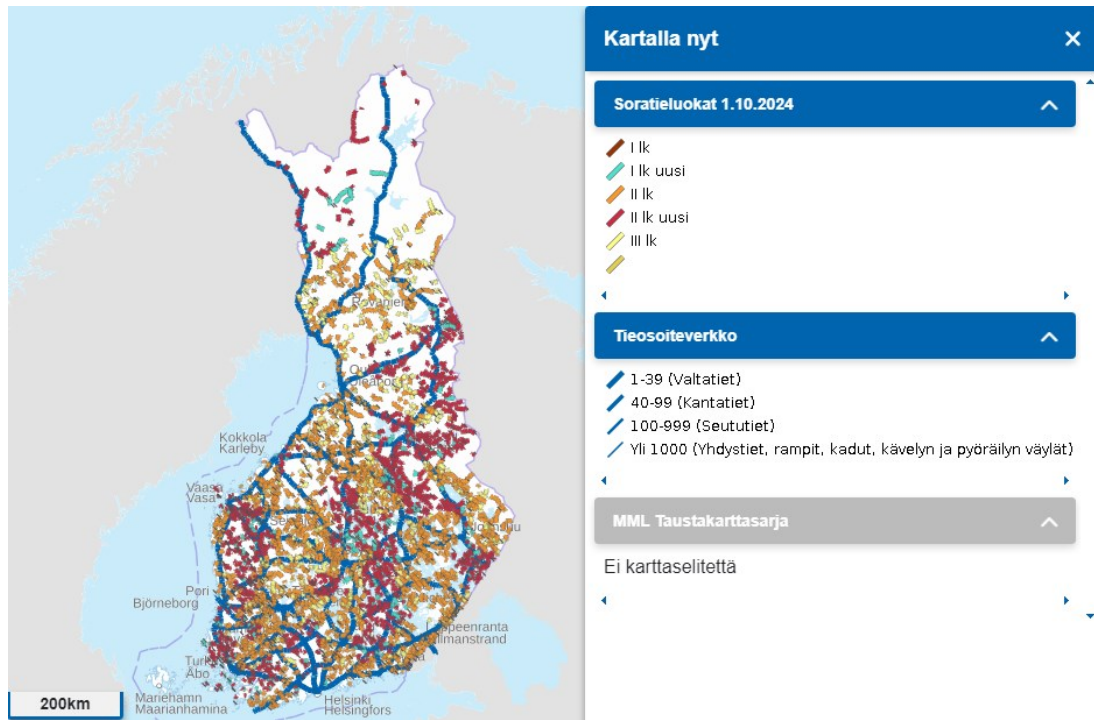
### 2.1 Soratiet Suomessa

Soratiet muodostavat Suomen maantieverkosta jopa 35 %, eli 27 000 kilometriä. Kuitenkin sorateiden osuus maanteiden kokonaisliikennesuoritteesta on vain kaksi prosenttia (Väylävirasto 2021a, 11.) Sorateilla on merkittävä rooli esimerkiksi kahden vilkkaammin liikennöidyn tien yhdistäjänä ja reittinä maa- ja metsätalouden kuljetuksille. Lisäksi soratiet palvelevat lukuisia taajaman ulkopuolella asuvia ja mökkeileviä ihmisiä. Sorateiden kesäajan kunnossapitoon vuosittain käytettävä summa on noin 35–40 miljoonaa euroa, mikä on noin 6–7 % tieverkolle kohdistuvista kunnossapitokustannuksista (Väylävirasto 2021a, 11).

Suomen maanteiden kunnossapidossa on käytössä MHU-malli. MHU-mallilla tarkoitetaan maanteiden hoitourakkamallia, joka kannustaa urakoitsijan ja tilaajan väliseen yhteistyöhön ja joustavuuteen (Väylävirasto 2019, 3). Hoitourakat kestävät 5 vuotta, joista viimeisen aikana urakka kilpailutetaan uudestaan. Urakan tarjouskilpailussa tarjoukset pisteytetään urakoitsijan tarjoaman hinnan, laatulupauksien ja työnjohdon testi- ja tenttipisteiden perusteella. Laatulupaukset ovat urakoitsijan tekemiä lupauksia tilaajan määrittämiin urakan osa-alueisiin liittyen. Laatulupaukset voivat liittyä esimerkiksi töiden suunnittelun tehokkuuteen, viestintään tai toimenpiteiden ennakoimiseen. Niiden painoarvo kilpailutuksessa on 15 % (Martin 2024.)

Urakoiden tilaajana toimivat paikalliset ELY-keskukset. ELY-keskukset eli Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset määrittelevät urakalle projektipäällikön, joka tekee tiivistä yhteistyötä urakoitsijan työnjohdon kanssa laadun varmistamiseksi. Projektipäällikön tehtäviin kuuluvat muun muassa laadunvalvonta tiestöllä ja urakoitsijoiden kanssa käytävät kokoukset. Maanteiden hoidon suurimmiksi urakoitsijoiksi ovat Suomessa vakiintuneet Destia Oy, YIT Suomi Oy ja Terranor Oy (kuvio 1).





Kuvio 2. Soratieluokat (Väylävirasto 2024a)

Sorateiden pintakuntoa arvioitaessa huomiota kiinnitetään tien tasaisuuteen, kiinteeseen ja pölyävyyteen. Näitä ominaisuuksia arvioidaan silmämääräisesti ja ajotuntuman perusteella. Arvioinnin apuna käytetään Väyläviraston julkaisemaa *Sorateiden pintakunnon määrittäminen* -ohjetta. Ohje korvasi lokakuussa 2022 aiemman Tiehallinnon vuonna 2008 julkaiseman ohjeen. Uudessa ohjeessa arviointikriteerit ovat pääosin samat, mutta arviointiasteikko on viisiportaisen sijaan kolmiportainen (taulukko 1). Kunnossapidon tuotekortteja ja laatuvaatimuksia ei ole vielä kaikilta osin päivitetty uuden ohjeen mukaiseksi, joten niissä saattaa edelleen esiintyä vaatimuksena kuntoarvoa 4 tai 5.

Taulukko 1. Sorateiden pintakunnon arviointitaulukko (Väylävirasto 2021b)

Kuntoarvo	Tasaisuus	Kiinteys	Pölyävyys
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pinnassa epätasaisuutta, jota ei pysty väistämään.</li> <li>Pintaa on tarkkailtava, ja ajonopeutta on hiljennettävä.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Auto on irti tiestä, ajotuntuma on turvaton.</li> <li>Irtoainesta on kauttaaltaan koko tien leveydeltä.</li> <li>Irtoainesta on paksulti.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pölyä leviää paljon tien ympäristöön.</li> <li>Pöly haittaa näkyvyyttä.</li> <li>Pöly aiheuttaa haittaa tien varren asutukselle ja viljelyksille.</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pinnalla on haittaavasti kuoppia, pyykkilautaa, painumia, kohoumia tai uria.</li> <li>Nopeutta on hiljennettävä ja epätasaisia kohtia varottava.</li> <li>Epätasaisuudet vaikuttavat ajolinjan valintaan, mutta väistäminen voidaan tehdä turvallisesti.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Auto on kiinni tiessä, ajotuntuma on hyvä.</li> <li>Ajourat ovat kiinteät.</li> <li>Ajourien välissä ja reunoilla voi olla irtoainesta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pöly ei leviä tiealueen ulkopuolelle.</li> <li>Pöly haittaa lievästi näkyvyyttä.</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pieniä kuoppia ja muuta epätasaisuutta voi olla paikoitellen.</li> <li>Henkilöautolla ei tarvitse hidastaa ajonopeutta, eikä ajolinjaa tarvitse muuttaa pintakunnon takia.</li> <li>Tien pinta on tasainen tai hyvin tasainen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tie on yleisilmeeltään kiinteä.</li> <li>Tien reunassa voi olla vähän irtoainesta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pöly ei leviä pientareita kauemmaksi.</li> <li>Pientä pölyämistä renkaiden takana.</li> </ul>

Hoitourakoiden tuotekorteissa on määritetty sorateiden hoidolle laatuvaatimukset sen mukaan, mihin soratieluokkaan tie kuuluu. Soratieluokka I:n kuuluvilla teillä vaatimukset ovat tiukimmat. Laatuvaatimuksissa käytetään hyväksi taulukon 1 pintakunnon arviointikriteerejä. Laatuvaatimukset määrittelevät soratieluokka-kohtaisesti vaatimustason, jota ei saa alittaa. Kunnossapidon tehtävänä on huolehtia, että tarvittavat toimenpiteet tulee kullakin tiellä tehtyä, ennen kuin vaadittu taso pääsee joltain osin alittumaan (Väylävirasto 2021b, 22.)

### 2.3 Sorateiden kunnossapito

Hoitourakoitsijan tehtävä on pitää maantiet tilaajan määrittämien laatuvaatimusten mukaisessa kunnossa. Sorateiden kunnossapitomenetelmät ja laatuvaatimukset vaihtelevat vuodenajan mukaan. Talvisin tiestöllä on käytössä erilliset talvihoidon laatuvaatimukset, joissa on määritelty vaatimukset muun muassa tien tasaisuuden, kitkan ja lumisuuden osalta (Väylävirasto 2018). Sorateiden hoito talvikaudella koostuu pääosin lumen auraamisesta, polanteen poistamisesta ja polanteen karhentamisesta. Myös kelirikkoajalle on erilliset laatuvaatimukset ja niiden päätehtävä on pitää tiet liikennöitävässä kunnossa (Väylävirasto 2021b, 25).

Sorateille on tehtävä syys- ja kevätmuokkaukset, joissa soratien pinta höylätään oikeaan muotoon ennen talvea ja talven jäljiltä. Muokkauksien tarkoitus on tasoittaa soratien pinta ja saada sille oikea muoto, jotta vesi pääsee valumaan pois tien pinnasta. Lisäksi muokkauksella pyritään saamaan soratien hienoaines ja karkeampi murske sekoittumaan tasaisesti keskenään. Muokkaukset tehdään pääosin tiehöylällä tai lanalla. Kevyemmän pinnan tasauksen pystyy toteuttamaan myös kuorma-auton alusterällä (Väylävirasto 2014, 37–41.)

Tie tulisi suolata muokkauksen yhteydessä. Suolaa käytetään sorateiden pölynsidonnassa sitomaan tien kulutuskerroksen hienomman aineksen karkeampaan. Tämä estää hienoaineksen pölyämisen pois tieltä, mikä pitää tien pinnan kiinteänä ja vähentää reikien muodostumista. Pölyämisestä aiheutuu lisäksi haittaa tienkäyttäjille ja tien varressa asuville. Muokkauksien yhteydessä tehtävä suolaus ei usein riitä vaan sorateita on suolattava myös kesällä. Suolauksen voi toteuttaa

joko liuos- tai hiutalesuolauksena. Hiutalesuoloaus vaatii, että tien pinta on riittävän kostea, jotta suola pääsee sitoutumaan tiehen, eikä se lennä liikenteen vaikutuksesta luiskiin.

Suolan käytöstä huolimatta soratien kulutuskerrosmateriaali pääsee muun muassa liikenteen ja sateiden vaikutuksesta vähenemään tien pinnasta. Kulutuskerrosmateriaalin lisäystä eli sorastusta tehdään tiestölle tarpeen mukaan, yleensä muutaman vuoden kierrolla. Mursketta ajetaan noin 150–250 tonnia kilometrille kiertoa kohden (Väylävirasto 2014, 52.) Sorastus on työvaihe, jonka määrää pyritään vähentämään sen korkeiden kustannuksien ja ympäristövaikutusten vuoksi. Sorastustarpeen vähentämiseen pyritään esimerkiksi vaihtoehtoisten työmenetelmien kehittämisellä.

Yksi tärkeä soratien kuntoon vaikuttava tekijä on kuivatus. Sorateiden kuivatusta parannetaan perkaamalla sivu- ja laskuojia ja uusimalla huonokuntoisia rumpuja. Ojien perkaaminen eli ojitus tarkoittaa ylimääräisen maa-aineksen ja kasvillisuuden poistamista ojaluiskista ja luiskien muotoilua oikeaan muotoon ja kaatoon. Ojituksen yhteydessä myös poistetaan reunapalle ja puhdistetaan rummut, jotta vesi pääsee esteettä kulkeutumaan laskuojiin.

### 3 SORATEIDEN KELIRIKKO

#### 3.1 Pinta- ja runkokelirikko

Kelirikolla tarkoitetaan keväistä ilmiötä, jossa talven aikana jäänyt tie alkaa sulaa, mutta vesi ei pääse virtaamaan tai haihtumaan pois tien rungosta tai pinnasta tarpeeksi nopeasti (Väylävirasto 2024b). Tien rakenteeseen jäänyt vesi tekee tien pinnasta vetelän ja heikentää sen kantavuutta. Kelirikkoaikana raskas liikenne voi tehdä tiestä käyttökelvottoman. Kelirikko voidaan luokitella edelleen pintakelirikkoon ja vakavampaan runkokelirikkoon.

Suomessa pintakelirikoksi katsotaan enintään 10 cm syvyydellä tien pinnasta tapahtuvaa kelirikkoa. Pintakelirikko on Suomen teillä yleistä ja sitä voi esiintyä kevään lisäksi myös lauhoina talvina ja harvinaisen sateisina syksyinä. (Huuskonen & Mäentausta 2021, 9.) Runkokelirikko voi ulottua 10–20 cm syvyydelle soratien pinnasta ja se vaikeuttaa tiellä liikennöintiä huomattavasti (Väylävirasto 2014, 15).

Kelirikon laatuun vaikuttavat useat tekijät, kuten tien kuivatusjärjestelmän kunto, sääolosuhteet ja kunnossapidon toimenpiteet. Kuivatusjärjestelmän eli sorateilla pääosin sivuojien, laskuojien ja rumpujen kunto vaikuttaa siihen, kuinka nopeasti vesi saadaan johdettua pois tieltä. Tukkeutuneet rummut ja ojat tulppaavat veden kulun, jolloin vesi jää seisomaan ojiin, pitää tien kosteana ja pahimmassa tapauksessa alkaa syövyttää itselleen reittiä tien läpi. Keväällä yöpakkaset, kovat tuulet ja auringonpaiste kuivattavat tietä ja ehkäisevät kelirikon etenemistä. Kovat sateet puolestaan pahentavat kelirikkotilannetta. Kunnossapidon oikea-aikaisilla toimenpiteillä on suuri vaikutus siihen, miten paljon tiestön kunto kärsii kelirikkoaikana.

#### 3.2 Kelirikon ehkäiseminen

Hoitourakoitsijoiden tehtävä kelirikkoaikana on seurata tiestön tilaa, jotta tarvittavat liikenteen rajoittamisen toimenpiteet, kuten painorajoitusten asettaminen, voidaan suorittaa riittävän ajoissa. Lisäksi hoitourakoitsijan tulee varmistaa, etteivät routaheitot ja teiden pehmeneminen aiheuta liikenteelle kohtuutonta haittaa tai

vaaraa. Pahojen routaheittojen sekä kelirikko- ja painorajoituskohteiden oikea-aikainen merkitseminen liikennemerkkein kuuluu myös hoitourakoitsijan tehtäviin (Väylävirasto 2021b, 25.)

Kevään lähestyessä ja säiden lämmitessä urakoitsijan tulee huolehtia, että teiden polannepinta pidetään ohuena. Paksusta polanteesta vapautuu sen sulassa suuri määrä vettä, mikä heikentää tien pintakuntoa. Aurasvallien kaatamisella ja sohjo-ojien teolla on suuri merkitys keväiseen vesienhallintaan. Oikea-aikainen vallien madaltaminen estää aurasvallien lumen sulamisen tielle ja sohjo-ojien teko mahdollistaa sulamisvesien pääsyn pois tien pinnasta. Sohjo-ojia ei kuitenkaan tulisi tehdä liian aikaisessa vaiheessa, jotta tulevat lumisateet eivät pääse tukkimaan niitä.

Suunniteltujen toimenpiteiden toteuttamisen lisäksi tiestön tilaa joudutaan seuraamaan tarkasti keväällä, jotta poikkeamat, kuten jäätyneet rummut saadaan kartoitettua. Jäätyneiden rumpujen nopea sulatus on tärkeää, jotta tie saadaan kuivumaan ja ettei vesi pääse huuhtomaan tien kulutuskerrosmursketta pois. Joissakin tapauksissa kelirikko voi pehmentää tietä niin pahasti, että tien kantavuutta joudutaan parantamaan murskeen avulla.

Yksi merkittävistä tavoista, joilla hoitourakoitsija voi vaikuttaa tien kuntoon kelirikkoaikana on painorajoitusten asettaminen. Tilaaja tekee omien ja urakoitsijan havaintojen perusteella päätöksen painorajoitettavista teistä ja rajoitusten voimaantulon ajankohdasta. Painorajoitukset estävät raskaan liikenteen, kuten puutavaliikenteen kulkemisen tiestöllä sillä aikavälillä, kun painorajoitukset ovat voimassa. Raskaan liikenteen aiheuttama kuormitus tielle on kelirikkoaikana valtava, joten painorajoituksilla on suuri rooli teiden kunnon säilyttämisessä. Painorajoitukset voivat olla voimassa kelirikon laajuudesta riippuen useita viikkoja, mikä voi viivästyttää kuljetuksia alueella huomattavasti.

Kelirikkoaikana raskas liikenne ei pysty käyttämään painorajoitettuja teitä, paitsi ELY-keskuksilta haettavalla erikoisluvalla, joita myönnetään rajallisesti olosuhteiden mukaan. Kelirikon pitkäkestoisuuden vuoksi kuljetusten myöhästyminen aiheuttaa vuosittain haittaa usealle taholle. TapoFixin ja sen kaltaisten tuotteiden tarkoitus on ehkäistä kelirikkoa, jotta tiet pysyisivät liikennöitävissä raskaallekin

liikenteelle ympäri vuoden, myös kelirikkoaikana. TapoFix ehkäisee kelirikkoa sitomalla tien hienoaineksen karkeampaan ainekseen muodostaen kiinteän pinnan. Tämä vaikeuttaa veden sekoittumista pinnan hienoainekseen, mikä aiheuttaa teiden pehmenemistä kelirikkoaikana.

#### 4 TAPOFIX-BIOPOLYMEERI

TapoFix sai nykyisen tuotenimensä vuonna 2022, jota ennen se tunnettiin nimellä DustBinder. Nimi viittaa tuotteen kehittämisessä vahvasti mukana olleeseen ja tuotteen omistavaan Tapojärvi Oy:hyn. Nimenmuutos tehtiin, koska DustBinder-nimen kaupallista rekisteröintiä ei nähty mahdolliseksi (Koskinen 2024).

TapoFix on Mfibrils Oy:n kehittämä bioteknisesti modifioitu kuitulieteliuos. Kuitulietettä valmistetaan metsäteollisuuden sivutuotteena syntyvästä nollakuidusta entsyymaattisen käsittelyn avulla. TapoFixin käytön tavoitteena on saada muodostettua soratien hienoaineksesta suurempia partikkeleita. Tämä parantaa alkupe räisen kiviaineksen lujuusominaisuuksia ja vähentää sen kosteustilaherkkyttä (Huuskonen & Mäentausta 2021, 10.)

TapoFix sitoutuu tien kiviainekseen eikä se liukene sadeveden mukana. Sellukuitujakeet ovat biohajoavia ja ne hajoavat luonnollisiksi sokereiksi. Hajoamisessa vapautuva sokerimäärä on luonnon omaan toimintaan verrattuna pieni, joten tuotetta voidaan pitää ympäristöystävällisenä (Huuskonen & Mäentausta 2021, 10.) TapoFixiä on kokeiltu aikaisemmin Niesintien kokeilun kaltaisilla tiekokeilla eri puolilla Suomea. TapoFixiä on testattu myös kaivosalueen pölynsidonnassa. Kokeiluiden päätoteuttajina ovat toimineet Destia Oy, Tapojärvi Oy ja Mfibrils Oy.

TapoFix-kokeiluista on saatu pääosin hyviä tuloksia, mutta joissakin kohteissa tulokset ovat olleet pettymyksiä. Epäonnistumisille ei ole löydetty juurisyytä, mutta siihen voivat vaikuttaa esimerkiksi tekijät, kuten väärä annostelu, liian kuivat olosuhteet, väärä mineralogia ja väärä hienoainemäärä. TapoFix on vielä kokeiluvaiheessa ja epäonnistumisien syyt olisi hyvä saada tietoon ennen tuotteen laajempaa käyttöönottoa (Koskinen 2024.) Tiekoikeissa saatavat havainnot auttavat löytämään syytä sille, miksi tuote toimii joissakin kohteissa paremmin kuin toisissa.

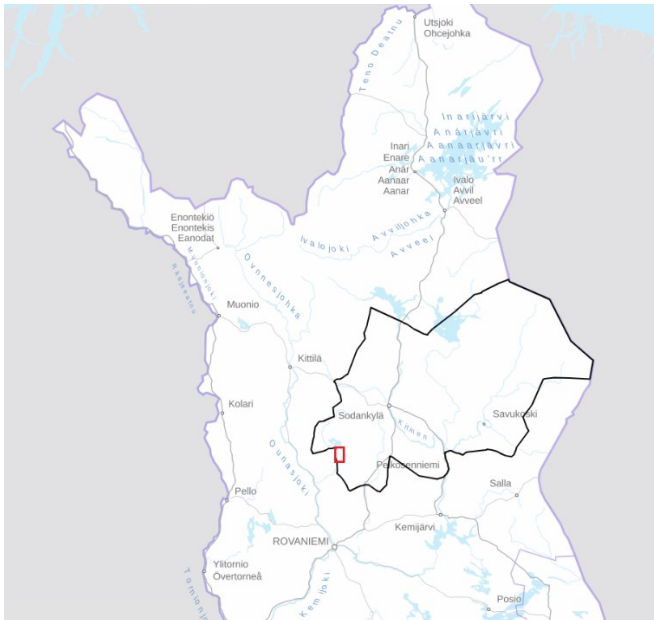
TapoFix-liuosta kuluu tiekilometrille noin 40 m<sup>3</sup>, kohteesta riippuen. Tällä hetkellä konsentraatin valmistus ja toimitus toteutetaan pelkästään kokeiluja varten, joten prosessia ei ole vielä optimoitu suurempia toimituksia ajatellen. Kysynnän kasvaessa tuotanto kehittyy, jolloin myös tuotteen hinta saadaan kilpailukykyisem-

mäksi. Ongelmallisen kulutuskerrosmurskeen poistaminen ja korvaaminen uudella materiaalilla on hankalaa ja erittäin kallista, joten olemassa olevan kulutuskerroksen parantaminen on kustannustehokkaampaa (Huuskonen 2024). TapoFixin tuotanto on toistaiseksi vaatimatonta ja sitä kasvatetaan kysynnän mukaan. Kysynnän kasvaessa tuotteen kuljetuksessa siirrytään IBC- konteista esimerkiksi säiliöautokuljetuksiin (Koskinen 2024.)

## 5 NIESINTIEN TAPOFIX-KOKEILU

### 5.1 Kohteen kuvailu

TapoFix-biopolymeeriä kokeiltiin Sodankylän maanteiden hoitourakkaan kuuluvalla Niesintiellä syksyllä 2022. Sodankylän hoitourakan urakoitsijana toimii vuosina 2020–2025 Destia Oy. Niesintie eli tie 19748 sijaitsee urakka-alueen lounaisosassa ja sen pituus on noin 36,2 kilometriä. Tiestä 21,6 kilometrin osuus on päällystetty ja loput 14,6 kilometriä on soratietä. Soratieosuudella on havaittu toistuvaa pintakelirikkoa, jonka vuoksi TapoFix-kokeilu päätettiin toteuttaa Niesintiellä.



Kuvio 3. Sodankylän MHU-alue ja testiosuus kartalla

Niesintien vuoden keskimääräinen vuorokausiliikenne on 43 ajoneuvoa. Kesän keskimääräinen vuorokausiliikenne eli KKV on 51 ajoneuvoa. Raskaan liikenteen osalta KVL on 3 ajoneuvoa. Niesintien runko on moreenia, jonka pinnassa on noin 10 cm paksuinen murskekerros. Niesintien muokkauksen yhteydessä rungosta irtosi useita suuria, yli 20 cm halkaisijaltaan olevia kiviä. Pienemmät kivet onnistuttiin murskaamaan osaksi kulutuskerrosta kivijyrsimen avulla. Niesintien hienoainepitoisuus on suuri, mikä voi olla yksi syy tien pintakelirikkoalttiudelle.

Niesintien testiosuus sijoittuu suurimmaksi osaksi metsäiselle ja mäkiselle kangasmaalle. Tien ensimmäisen ja toisen työstöosuuden varrella on asutusta ja peltoja. Tien alussa Unarin kylän kohdalla nopeusrajoitus on 60 kilometriä tunnissa ja suurin liikennemäärä sijoittuu tien alkupäähän. Lisäksi ensimmäisellä kahdella työstöosuudella liikkuu maatalouskoneita, mikä vaikuttaa tien kuntoon näillä osuuksilla. Tien mäkisyyden vuoksi tien kunto voi vaihdella paljon lyhyelläkin matkalla. Rinteet, joihin aurinko pääsee paistamaan eniten alkavat nopeasti pölyämään, kun tien varjoisemmat kohdat pysyvät kosteana.

## 5.2 Valmistelevat toimenpiteet

Ennen kokeilun aloittamista rajattiin työalue. Työalueeksi valikoitui neljän kilometrin mittainen osuus, joka jaettiin edelleen neljään osaan työn etenemisen ja tulosten seurannan helpottamiseksi. Työalue valittiin kelirikon vakavuuden ja toistuvuuden mukaan. Lisäksi osuudella esiintyy eniten kuoppaisuutta. Vaikka kokeilun tarkoituksena oli pääasiassa pintakelirikon ehkäiseminen, TapoFixin vaikutusta tien kuoppaisuuteen ja pölyävyyteen seurattiin myös kokeilun edetessä.

Testiosuuden jako työstöosuuksiin tehtiin tierekisteriosoitteiden mukaan seuraavasti (plv:llä tarkoitetaan paaluväliä eli tierekisteriosoitteiden väliä):

1. osuus 0–0,5 km = plv. 19748/6/6932–6432
2. osuus 0,5–1,5 km = plv. 19748/6/6432–5432
3. osuus 1,5–3 km = plv. 19748/6/5432–3932
4. osuus 3–4 km = plv. 19748/6/3932–2950



Kuvio 4. Tiekokeen työstöosuudet

Testiosuudelta otettiin ennen kokeilun alkua kantavuusnäytteet, jotta tien kantavuuden kehittymistä pystytään seuraamaan. Lisäksi tien pinnasta otettiin näytteet tien hienoainespitoisuuden selvittämiseksi. Näytteet lähetettiin laboratorioon ja niiden avulla määritettiin kokeilupätkälle sopiva konsentraatin laimennussuhde. Kokeilussa TapoFixin levittämiseen käytettiin 10 m<sup>3</sup> lietevaunua, johon täytettiin kerrallaan 3 m<sup>3</sup> konsentraattia ja 7 m<sup>3</sup> vettä.

Kantavuusmittausten ja hienoainenäytteiden lisäksi tien kuntoa on seurattu Sodankylän MHU:n työnjohdon tekemien tiestötarkastusten avulla. Tiestötarkastuksissa valvotaan tien kuntoa silmämääräisesti ja usein tie myös kuvataan tarkastuksen yhteydessä. Sodankylän urakassa tiestön kuvaamiseen käytössä on Jalon RoadData sovellus. Niesintien erikoisseurannassa saadut havainnot ja kuvamateriaali mahdollistavat tien kunnon vertailun eri vuosien ja vuodenaikojen välillä. Niesintien seuranta jatketaan ainakin nykyisen urakan loppuun, eli vuoteen 2025 asti, jotta nähdään TapoFixin vaikutus tiehen pitkällä aikavälillä.

### 5.3 Työn toteutus

Valmisteluvaiheen jälkeen aloitettiin kokeilun toteuttaminen. Ensimmäiseksi soratien pinta rikottiin tiehöylällä, samalla kasaten sitä reunapalteeeksi tien reunaan. Tämä tehtiin, jotta TapoFix saadaan tarttumaan tien pintaan paremmin, eikä se pääse valumaan ojiin. Seuraavaksi TapoFix-konsentraatti ja vesi imettiin pumpun avulla lietevaunuun levitystä varten. TapoFix tuotiin työmaalle 1 m<sup>3</sup> kokoisissa IBC- konteissa. Kontteja säilytettiin tiekoealueen läheisellä veneenlaskupaikalla, josta saatiin samalla imettyä kyytiin vaadittava määrä vettä (Kuvio 5).



Kuvio 5. Veden lisäys lietevaunuun (Annala 2022)

Liete vaunun täytön jälkeen aloitettiin TapoFixin levitys tielle (kuvio 6). Samaan aikaan, kun traktori levitti liuosta tielle, höylä käänsi sen perässä reunapalletta takaisin tien päälle.



Kuvio 6. Liuoksen levitys (Annala 2022)

Liuoksen levityksen jälkeen tie jysyttiin traktorin perään kiinnitettävän kivijyrsimen avulla (kuvio 7). Kivijyrsin kääntää tien pintaa noin 10 cm syvyydeltä ja murskaa tien pintakunnon hoitoa haittaavat kivet (Huuskonen & Mäentausta 2021, 13). Jyrsinän merkitys on suuri, sillä se saa sekoitettua TapoFixin tasaisesti tien kulutuskerroksen kanssa, samalla murskaten kiviä, jotka saattaisivat myöhemmin alkaa aiheuttamaan tien pinnassa reikiintymistä.



Kuvio 7. Sekoitus kivijyrsimen avulla (Annala 2022)

Sekoitusjyrsinnän jälkeen tie pyritään höyläämään heti lopulliseen muotoonsa (kuvio 8).



Kuvio 8. Tien muotoilu höylällä (Annala 2022)

Höyläyksen jälkeen tie tiivistetään. Tiivistysvaihe voidaan suorittaa yksinkertaisimmillaan ajamalla testiosuudella hitaasti tasaista vauhtia esimerkiksi traktorilla tai kuorma-autolla. Niesintien kokeilussa käytettiin myös täryjyää työstöosuuksilla 2–4 (kuvio 9). Jyrällä tiivistettäessä kokeiltiin pelkkää valssausta ja kevyttä täryä. Jyrän käytöllä ei havaittu olevan merkittävää vaikutusta.



Kuvio 9. Tien tiivistäminen jyrällä (Annala 2022)

Niesintien kokeilu toteutettiin syksyllä ja tie oli valmiiksi sopivan kostea TapoFixin levitystä varten. Kuivempana ajanjaksona toteutettavassa kokeilussa kannattaa varautua kastelemaan tien pintaa ennen TapoFixin levittämistä, sillä liuos vaatii kosteutta toimiakseen. Pintaa ei kuitenkaan tulisi kastella liikaa, ettei se mene muokkaukelvottomaksi.

#### 5.4 Havainnot kokeilusta

Niesintien tiekokeen päätavoitteena oli selvittää, voidaanko TapoFixiä käyttää tehokkaasti tien pintakelirikon torjunnassa. Lisäksi testiosuudella seurataan TapoFixin vaikutusta tien kuoppaisuuteen ja pölyävyyteen. Tehokkuuden seuraamisen sivussa kiinnitettiin huomiota myös tuotteen käytön sujuvuuteen ja ongelma-kohtiin.

Niesintien kokeilussa sade keskeytti ensimmäisellä työstöosuudella työskentelyn ja tie jouduttiin höyläämään sateen päätyttyä uudelleen. Tämä voi vaikuttaa menetelmän tehokkuuteen ja TapoFixin sitomiskykyyn. Uudelleen höylätyllä tieosuudella ei havaittu poikkeamia muihin osuuksiin nähden ja uudelleenmuokkaus onnistui hyvin. Tulevat kokeilut kannattaa ajoittaa kuivemmalle jaksolle, jottei töitä jouduta keskeyttämään sateen takia.

TapoFixin käytön suurimmaksi ongelmaksi Niesintiellä koettiin tuotteen logistiikka. Kuituliuksen siirtäminen IBC-konteista lietevaunuun oli hidasta ja viivytti koko työn suorittamista. Mahdollisissa jatkokohteissa kannattaa varata tähän työvaiheeseen tehokkaammat pumput (Riipi 2024a.) Työtekniikkana Niesintien kokeilussa käytetty Soratie Remix- menetelmä, jossa tiessä olevat kivet murskataan ja kiviaines sekoitetaan, toimi hyvin. Kuitulietteen käyttö yhdessä Soratie Remixin kanssa on toimiva ratkaisu, koska siinä onnistutaan hyödyntämään tien kiviaines ja saadaan TapoFix sekoittumaan tasaisesti kiviainekseen (Huuskonen & Mäentausta 2021, 23).

Niesintien kokeilu loppui syyskuun 22 päivä, jolloin käynnistettiin tien seuranta. Tietä seurattiin lumen tulon eli lokakuun 26. päivään asti. Tien kunto kokeilun jälkeen pysyi hyvänä. Tien pinta viikon päästä kokeilusta oli sileä ja kova (kuvio 10). Seurannan aikana tiellä kulki puutavararekkoja ja paikallinen urakoitsija ajoi

noin 50 nuppikuormalista mursketta. Raskaan liikenteen rasitus tielle tulisi huomioida tulosten arvioinnissa.



Kuvio 10. Tien pinta 28.9.2022 (Annala 2022)



Kuvio 11. Tien pinta 15.10.2022 (Annala 2022)

Kuviosta 11 huomataan, että tien kunnossa ei ole tapahtunut suuria muutoksia lokakuun 15. päivään mennessä. Hienoainesta on alkanut kasaantua tien reunoille, mutta tien pinta on pysynyt samanlaisena. Talven jälkeen seuranta jatkettiin huhtikuun 13. päivä. Tien pinta on kelirikon vuoksi pehmeä, mutta se on onnistunut säilyttämään muotonsa melko hyvin, eikä siihen ole päässyt synty-  
mään syviä uria (kuvio 12).



Kuvio 12. Tien pinta 13.4.2023 (Annala 2023)

Toukokuun 11. päivä kelirikon mentyä ohi tien pinta on pysynyt pääosin hyväkuntoisena (kuvio 13). Kelirikkoajalla tiellä on ollut voimassa painorajoitus, mikä on auttanut tien kunnan ylläpitämisessä. Kokeiluosuuden ja vertailuosuuden kunnossa kelirikon aikana ei huomattu merkittävää eroa. Kelirikosta palautuminen oli nopea ja itse kelirikko jäi vuonna 2023 melko vähäiseksi. Toukokuun 24. päivä Niesintiellä aloitettiin kevätmuokkaus. Kevätmuokkaus tehtiin kokeilupätkälle normaalisti, joskin hieman kevennetysti.



Kuvio 13. Tien pinta 11.5.2023 (Annala 2023)

Muokkauksen yhteydessä tehtävä suolaus toteutettiin työstöosuuksittain eri suolamäärillä TapoFixin pölynsidontakyvyn testaamiseksi. Ensimmäiselle työstöosuudelle suolan annostus oli 0,5 tonnia kilometrille. Toiselle ja kolmannelle työstöosuudelle suolausta ei toteutettu lainkaan. Neljännelle osuudelle suolan määrä oli 1 tonni kilometrille. Ensimmäinen ja toinen osuus ovat keskenään vertailukelpoisia, koska asutus keskittyy niiden varrelle. Kolmas ja neljäs osuus ovat maaston ja liikenteen osalta keskenään vertailukelpoisia. Osuuksien välillä ei huomattu juurikaan eroa pölyävyydessä kesän aikana suolamäärän muutoksista huolimatta. Kesä oli sateinen, joten tien pölyämistä osuuksien välillä ei päästy vertailemaan toivotulla tavalla.

Kokeiluosuuden ja muun soratien välinen vertailu vaikeutui myös, koska Niesintielle toteutettiin vuonna 2023 sorastus. Kokeiluosuutta ei sorastettu. Kesän aikana pölyävyyden kanssa ei ollut ongelmaa, mutta runsaiden sateiden takia kuoppia syntyi syksyyn mennessä hieman. Eniten kuoppia syntyi työstöosuuksille yksi ja kaksi. Tämä oli odotettavissa suurempien liikennemäärien ja maatalouskoneiden aiheuttaman rasituksen vuoksi.

## 6 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kuvailla Niesintiellä toteutetun TapoFix-kokeilun vaiheet sekä selvittää mahdolliset kehittämiskohteet ja muut huomioon otettavat seikat kokeilun toteuttamiseen liittyen. Lisäksi työssä havainnoitiin TapoFixin vaikutusta soratien kuntoon pääasiassa pintakelirikon torjumisen näkökulmasta, mutta myös pölyävyyden ja kuoppaisuuden osalta.

Kokeilun toteuttamisvaiheesta esille nousi päällimmäisenä pumpun tehon vaikutus koko työn etenemiseen. Tehokkaamman pumpun avulla prosessia voidaan nopeuttaa huomattavasti ja se tulisi huomioida myös jatkokokeiluissa. Muuten työn toteutustapa todettiin toimivaksi. Toinen kokeilun etenemistä hidastava tekijä oli vesisade. Vesisateen aikana työskentely ei onnistunut, koska tien pinta muuttui liian veteläksi. Lisäksi vesisateen jälkeen jouduttiin odottamaan pinnan kuivumista ja muokkaus jouduttiin tekemään sen vuoksi useaan otteeseen.

Pinnan useaan kertaan muokkaaminen ei ainakaan silmämääräisesti heikentänyt TapoFixin sitomiskykyä, mikä voi enteillä hyvää. TapoFixin kykyä sitoa partikkeleita toisiinsa useista pinnan muokkauksista huolimatta voidaan pitää edellytyksenä tuotteen käyttöönotolle. Tämä pitkäaikaiskestävyys on yksi seikka, jota TapoFix-kokeilun yhteydessä seurataan. TapoFixin muokkauskestävyys määrittelee, kuinka kustannustehokkaana tuotetta voidaan pitää. TapoFixin ja Soratie Remixin vaikutuksesta Niesintien pinnasta tuli todella kova ja sileä. Tien pinta säilyi kokeilun jälkeisen syksyn melkein muuttumattomana syysateista ja raskaan liikenteen vaikutuksesta huolimatta.

Kokeilua seuraavana keväänä tiellä esiintyi pientä pintakelirikkoa eikä eroja käsittelemättömään soratieosuuteen ollut juuri havaittavissa. Vuoden 2023 kevät oli kelirikon osalta melko helppo ja tien liikennemäärät sen verran vähäisiä, että TapoFixin vaikutusta tien pintakelirikkoon on vaikea arvioida. Kesäajan pölynsidonnan ja tien pintakunnon osalta puolestaan onnistuttiin, sillä kevään suolauksen jälkeen lisäpölynsidonnalle ei ollut tarvetta. Runsassateinen kesäkausi toki helpotti tilannetta pölynsidonnan osalta. Tien pinta pysyi muutamia reikäsarjoja lukuun ottamatta hyväkuntoisena syksyyn asti (Riipi 2024b.)

Kokeilun jälkeen tien kunto on pysynyt kokonaisuudessaan hyvänä. Kokeiluosuudella esiintyi keväällä pintakelirikkoa, eikä kokeiluosion ja muun soratien pintakelirikon vakavuudessa ollut silminnähtävää eroa. Pintakelirikon seuranta tulee jatkua tulevina vuosina, jotta nähdään tapahtuuko tilanteessa muutoksia vuosien välillä. Pölynsidonnasta osalta kokeilupätkälle ei tarvinnut tehdä kesän aikana toimenpiteitä. Pölyävyyden ja kuoppaisuuden osalta kokeiluosuuden vertaaminen muuhun soratiehen on vaikeaa tiellä tehdyn sorastuksen takia.

TapoFixin vaikutusta Niesintien pintakelirikkoon, kuoppaisuuteen ja pölyävyyteen on mielestäni vaikea arvioida, koska muuttujia kokeilun aikana ja sen jälkeen oli paljon. TapoFixin levityksen jälkeen tie kuitenkin vaikutti silminnähdessä kantavammalta, kovemmalta ja tasaisemmalta kuin aikaisemmin. Tulevaisuudessa olisi mielenkiintoista nähdä lisää tutkimustyötä siitä, miten TapoFix käyttäytyy erilaisissa olosuhteissa ja rakenteeltaan erilaisilla teillä. Tiekokeiden määrän lisääminen ja tulosten aktiivinen seuranta nopeuttaisi TapoFixin heikkouksien selvittämistä.

TapoFixin toiminnan kattavampi testaaminen laboratorio-oloissa, jossa ympäristö ja keliolosuhteet eivät pääse vaikuttamaan aineen toimintaan, olisi myös järkevää. Näin voitaisiin saada selville, mitkä tekijät vaikuttavat TapoFixin toimintaan ja sulkea pois mahdollisten häiriötekijöiden vaikutus. TapoFixin toimintaa kelirikon torjunnassa voi luonnollisesti olla vaikeaa simuloida laboratorio-oloissa, mutta esimerkiksi TapoFixin reagoitua eri kiviaineksiin on helpompi seurata laboratoriossa. TapoFixin ja muiden sorateiden hoitoa kehittävien innovaatioiden tutkiminen voi tulevaisuudessa tehdä sorateiden hoidosta huomattavasti kustannustehokkaampaa ja ympäristöystävällisempää.

## LÄHTEET

Annala, H. 2024. Valokuvat Niesintien kokeilusta.

Huuskonen, O. & Mäentausta, O. 2021. Soratien pintakelirikon vähentäminen modifioidun kuitulietteen avulla. Viitattu 29.4.2024  
[https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/182082/vj\\_2021-52\\_978-952-317-891-5.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/182082/vj_2021-52_978-952-317-891-5.pdf?sequence=3&isAllowed=y).

Huuskonen, O. 2024. Kysymykset opinnäytetyöhön liittyen. Yksityinen sähköpostiviesti 10.4.2024. Viestin saaja: Joonas Vaarala.

Koskinen, J. 2024. Kysymyksiä TapoFixistä opinnäytetyötä varten. Yksityinen sähköpostiviesti 18.4.2024. Viestin saaja: Joonas Vaarala.

Martin, P. 2024. Destia Oy. Työmaapäällikön haastattelu 16.4.2024.

Riipi, M. 2024a. Kysymyksiä opinnäytetyötä varten. Yksityinen sähköpostiviesti 12.4.2024. Viestin saaja: Joonas Vaarala.

Riipi, M. 2024b. ELY-keskus. Maanteiden hoidon projektipäällikön puhelinhaastattelu 6.5.2024.

Väylävirasto 2014. Sorateiden kunnossapito. Viitattu 17.5.2024  
[https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo\\_2014-01\\_sorateiden\\_kunnossapito\\_web.pdf](https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo_2014-01_sorateiden_kunnossapito_web.pdf).

Väylävirasto 2018. Maanteiden talvihoito – Laatuvaatimukset. Viitattu 17.5.2024  
[https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo\\_2018-33\\_maanteiden\\_talvihoito\\_web.pdf](https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo_2018-33_maanteiden_talvihoito_web.pdf).

Väylävirasto 2019. Uusi maanteiden hoitourakkamalli (MHU). Viitattu 14.4.2024  
[https://vayla.fi/documents/25230764/35601560/9\\_MHU\\_v%C3%A4yl%C3%A4rak\\_materiaalit\\_191119\\_KL.pdf/35393acf-26e7-4c1a-ac8b-ca9d4e92c949/9\\_MHU\\_v%C3%A4yl%C3%A4rak\\_materiaalit\\_191119\\_KL.pdf?t=1574857464100](https://vayla.fi/documents/25230764/35601560/9_MHU_v%C3%A4yl%C3%A4rak_materiaalit_191119_KL.pdf/35393acf-26e7-4c1a-ac8b-ca9d4e92c949/9_MHU_v%C3%A4yl%C3%A4rak_materiaalit_191119_KL.pdf?t=1574857464100).

Väylävirasto 2021a. Sorateiden kunnossapidon toimintalinjat. Viitattu 14.4.2024  
[https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/183033/vj\\_2021-72\\_978-952-317-923-3.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/183033/vj_2021-72_978-952-317-923-3.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Väylävirasto 2021b. Maanteiden hoitourakoiden tuotekortit. Viitattu 17.5.2024  
[https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/mt\\_hoidon\\_tuotekortit\\_2021.pdf](https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/mt_hoidon_tuotekortit_2021.pdf).

Väylävirasto 2022. Sorateiden pintakunnon määrittäminen. Viitattu 14.4.2024  
[https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo\\_2022-39\\_soratien\\_pintakunto.pdf](https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2022-39_soratien_pintakunto.pdf).

Väylävirasto 2023. Maanteiden hoitourakat 1.10.2023 – 1.10.2024. Viitattu 14.4.2024 [https://vayla.fi/documents/25230764/35411132/Urakoitsijat2023-2024\\_p%25C3%25A4ivitys\\_02112023.pdf/c604478e-e38e-4a2e-9741-3c48bc89718e/Urakoitsijat2023-2024\\_p%25C3%25A4ivitys\\_02112023.pdf?t=1698915897685](https://vayla.fi/documents/25230764/35411132/Urakoitsijat2023-2024_p%25C3%25A4ivitys_02112023.pdf/c604478e-e38e-4a2e-9741-3c48bc89718e/Urakoitsijat2023-2024_p%25C3%25A4ivitys_02112023.pdf?t=1698915897685).

Väylävirasto 2024a. Suomen Väylät. Viitattu 14.4.2024 [https://suomenvaylat.vayla.fi/link/0/-95229/7422793/4807+100+tiestotiedot:Soratieluokka\\_velho++3190+100+tiestotiedot:SV\\_tienumerot\\_yleiskartta++793+100+default/?lang=fi](https://suomenvaylat.vayla.fi/link/0/-95229/7422793/4807+100+tiestotiedot:Soratieluokka_velho++3190+100+tiestotiedot:SV_tienumerot_yleiskartta++793+100+default/?lang=fi).

Väylävirasto 2024b. Teiden kelirikko ja painorajoitukset. Viitattu 7.4.2024 <https://vayla.fi/kunnossapito/tieverkon-kunnossapito/painorajoitukset>.