



Väylävirasto  
Trafikledsverket

Väyläviraston julkaisu  
61/2023

## Sahanpurun käyttö maanteiden liukkaudentorjunnassa

Raportti tiekokeista talvikaudelta 2022–  
2023





Rasmus Haataja, Oiva Huuskonen

# **Sahanpurun käyttö maanteiden liukkaudentorjunnassa**

Raportti tiekokeista talvikaudelta 2022–2023

Väyläviraston julkaisu 61/2023

*Kannen kuva: Oiva Huuskonen*

Verkkajulkaisu pdf ([www.vayla.fi](http://www.vayla.fi))

ISSN 2490-0745

ISBN 978-952-405-104-0

Dokumentin sisältö ei ole kaikilta osin saavutettava.

Väylävirasto  
PL 33  
00521 HELSINKI  
puh. 0295 343 000



**Rasmus Haataja, Oiva Huuskonen: Sahanpurun käyttö maanteiden liukkaudentorjunnassa - Raportti tiekoikeista talvikaudelta 2022–2023.** Väylävirasto Helsinki 2023. Väyläviraston julkaisuja 61/2023. 46 sivua. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-405-104-0.

## Tiivistelmä

Tässä tutkimuksessa on tarkasteltu sahanpurun käyttöä liukkaudentorjunnan vaihtoehtoisena materiaalina. Sahanpurun ominaisuuksia ja toimivuutta verrattiin hiekan vastaaviin, koska hiekoitus on yleisimmin käytössä oleva liukkaudentorjuntamenetelmä. Sahanpurun hyödyiksi hiekkaan verrattuna oletettiin tutkimuksen alussa mm. parempi pysyminen lumipolanteisella tienpinnalla ja katupölyn määrän väheneminen.

Tutkimusalue sijaitsee Kaavin kunnan keskustassa. Sahanpurun ja hiekan vaikutusta tutkittiin ajoradoilla, maanteiden liittymäalueilla ja kävely- ja pyöräilyväylillä. Tutkittavien materiaalien osalta tieosuudet valikoitiin siten, että ne vastasivat olosuhteiden puolesta mahdollisimman hyvin toisiaan.

Tutkimuskohteina oli selvittää ja verrata hiekoituksen ja sahanpurun toimivuutta tienpinnan kitkan muodostumisessa, materiaalien valmistusprosesseja, vaihtoehtojen taloudellisuutta, palautteita tienkäyttäjiltä sekä vaihtoehtojen vaikutuksia ympäristöön. Menetelminä käytettiin mm. kitkamittauksia, materiaalien valmistusprosessien ja kulujen selvittämistä, tienkäyttäjien haastatteluita ja ympäristövaikutuksiin liittyen katselmuksia. Kitkamittauksia tehtiin kuutena eri liukkaudentorjuntamateriaalien levityspäivänä keväällä 2023. Lisäksi havainnoitiin testialueita yleisesti kevään kuluessa mm. lumien sulamisen yhteydessä.

Tutkimuksessa kävi ilmi, että sahanpuru vaati huomattavasti hiekkaa enemmän varastotilaa ja sen virtaus hiekoittimesta on hitaampaa kuin hiekan. Hitaampi virtaus ja ilmavirtausten vaikutus alhaisen ominaispainon puruun hidastavat liukkaudentorjunnan työnopeuksia merkittävästi. Lisäksi sahanpurun kustannukset olivat tutkimuksen aikana noususuunnassa.

Sahanpurun vertailukelpoisen loppuhinnan selvittäminen puuteollisuuden sivutuotteesta liukkaudentorjuntaan valmiiksi materiaaliksi vaatii työvaiheiden tarkempaa tarkastelua suuremmilla sahanpurumäärillä. Samalla tulee selvittää valmistusprosessin päästöt.

Ympäristön kannalta sahanpurun käyttö liukkaudentorjunnassa vaatii laajempaa pidemmän aikavälin tutkimusta, jolloin nähdään paremmin vaikutukset mm. hulevesijärjestelmiin.

Tämä tutkimus vahvisti, että sahanpuru lisää kitkaa eikä pölyä harjauksessa tai käytössä muutenkaan kuten hiekka. Sahanpurun levittäminen onnistuu tavanomaisella hiekoittimella, kun käytetään hidasta työnopeutta. Hiekoituksen työnopeuksilla sahanpurun levittäminen ei ole hallittua, vaan puru liikkuu ilmavirtauksen mukana.

Väylän pintaan kertynyt sahanpurukerros ei myöskään vaikuttanut merkittävästi lumen tai jään sulamiseen. Tienkäyttäjien kokemusten perustella sahanpuru kulkeutuu jalankulkijoiden jalkineissa myös sisätiloihin. Lattiamateriaalista riippuen sahanpuru voi sisätiloissa olla parempi tai huonompi vaihtoehto kuin hiekka.

**Rasmus Haataja, Oiva Huuskonen: Användning av sågspån vid halkbekämpning på landsvägarna - Rapport om försöken på vägar vintertid 2022–2023.** Trafikledsverket. Helsingfors 2023. Trafikledsverkets publikationer 61/2023. 46 sidor. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-405-104-0.

## Sammanfattning

I denna undersökning har man granskat användningen av sågspån som alternativt material vid halkbekämpning. Sågspånets egenskaper och funktion jämfördes med motsvarande egenskaper hos sand, eftersom sandning är den vanligaste metoden vid halkbekämpning. Fördelarna med sågspån jämfört med sand antogs i början av undersökningen vara bland annat att sågspån hålls bättre på vägytor med snö och orsakar mindre gatudamm.

Undersökningsområdet ligger i centrum av Kaavi kommun. Sågspånets och sandens inverkan undersöktes på körbanor, landsvägarnas anslutningsområden och gång- och cykelleder. I fråga om de material som undersöktes valdes vägvagnsnittet så att de motsvarade varandra så bra som möjligt med tanke på förhållandena.

Undersökningsobjekten var att utreda och jämföra sandningens och sågspånets funktion vid friktionsbildningen på vägytan, materialernas tillverkningsprocesser, alternativens lönsamhet, responsen från väganvändarna samt alternativens inverkan på miljön. Som metoder användes bland annat friktionsmätningar, utredning av processer och kostnader för tillverkningen av materialen, intervjuer med trafikanter och syner angående miljökonsekvenser. Friktionsmätningar gjordes på sex olika dagar för spridning av halkbekämpningsmaterial våren 2023. Dessutom observerades testområdena allmänt under våren bland annat i samband med att snön smälte.

Undersökningen visade att sågspån krävde betydligt mer lagringsutrymme än sanden och att dess flöde från sandningsanordningen är långsammare än sandens. Arbetshastigheten vid halkbekämpning med sågspån bromsas avsevärt av spånens långsammare flöde och luftströmmarnas inverkan på spånets som har en låg specifik vikt. Dessutom var kostnaderna för sågspån stigande under undersökningen.

För att utreda det jämförbara slutpriset för sågspån från en biprodukt från träindustrin till ett färdigt material för halkbekämpning krävs en noggrannare granskning av arbetsskedena med större mängder sågspån. Samtidigt ska utsläppen från tillverkningsprocessen utredas.

Med tanke på miljön kräver användningen av sågspån vid halkbekämpning mer omfattande forskning på längre sikt, varvid man bättre ser konsekvenserna för bland andra dagvattensystemen.

Denna undersökning bekräftade att sågspån ökar friktionen och inte dammar vid borstning eller användning på samma sätt som sand. Sågspån kan spridas med en vanlig sandningsanordning när arbetshastigheten är långsam. Vid bruket av samma arbetshastighet som vid sandning sker spridningen av sågspån inte kontrollerat utan spånets rör sig med luftströmmarna.

Det sågspånslager som samlades på farledens yta hade inte heller någon betydande inverkan på snöns eller isens smältning. Utifrån väganvändarnas erfarenheter transporteras sågspånet också inomhus med fotgängarnas skor. Beroende på golvmaterialet kan sågspån inomhus vara ett bättre eller sämre alternativ än sand.

**Rasmus Haataja, Oiva Huuskonen: Use of sawdust in road antiskid treatment - Report on road tests in winter 2022–2023.** Finnish Transport Infrastructure Agency Helsinki 2023. Publications of the FTIA 61/2023. 46 pages. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-405-104-0.

## Abstract

This study has examined the use of sawdust as an alternative material for antiskid treatment. The properties and performance of sawdust were compared with grit, as gritting is the most commonly used method of antiskid treatment. The benefits of sawdust compared to grit were assumed at the beginning of the study to include better retention on road surfaces covered with packed snow and a reduction in street dust.

The study area is located in the centre of the municipality of Kaavi. The impact of sawdust and grit was studied on carriageways, road intersection areas, footpaths and cycle paths. For the materials being tested, the road sections were selected to match each other as closely as possible in terms of conditions.

The objectives of the study were to investigate and compare the performance of grit and sawdust on road surface friction, the manufacturing processes of the materials, the economics of the alternatives, feedback from road users and the environmental impact. The methods used included friction measurements, investigation of material manufacturing processes and costs, interviews with road users and environmental impact surveys. Friction measurements were taken on six different days when antiskid materials were spread in spring 2023. The test areas were also observed more widely during the spring, for example when the snow was melting.

The study showed that sawdust requires significantly more storage space than grit and flows more slowly from the gritter than grit does. The slower flow and the effect of air currents on the sawdust, which has low specific gravity, significantly slow down antiskid treatment work rates. In addition, the cost of sawdust was on an upward trend during the study.

Determining a comparable final price for sawdust from a by-product of the timber industry to a finished material for antiskid treatment requires a more detailed examination of the steps involved with larger quantities of sawdust. Emissions from the manufacturing process must also be determined.

From an environmental point of view, the use of sawdust in antiskid treatment requires more extensive, longer-term research to better understand the effects on, for example, stormwater systems.

This study confirmed that sawdust adds friction and, unlike grit, does not generate dust when swept or used. Sawdust can be spread with a conventional gritter as long as the working speed is slow. At the same speed as for gritting, the spreading of sawdust cannot be controlled and it moves with the air flow.

The layer of sawdust on the surface of the road also had no significant effect on snow or ice melt. Road user experience suggests that sawdust is also carried indoors on the footwear of pedestrians. Depending on the floor material, sawdust may be a better or worse option indoors than grit.

## Esipuhe

Tämän selvitystyön tavoitteena oli tutkia sahanpurun käyttöä maanteiden ajoratojen, sekä kävely- ja pyöräilyväylien liukkaudentorjunnassa. Selvitykseen liittyvät tiekokeet tehtiin Viinijärven MHU-urakkaan sisältyvän Kaavin taajaman alueella. Projektin työryhmään kuuluivat idean esittäjä Olavi Penttinen, Seija Karhu Kaavin kunnasta, sekä Destiasta Kimmo Hattuniemi, Juha Pesonen, Rasmus Haataja ja Oiva Huuskonen.

Työn tilaajana toimi Väylävirasto ja tilaajan edustajana työssä toimi Mika Terhelä.

Helsingissä marraskuussa 2023

Väylävirasto  
Teiden kunnossapidon ohjaus

## Sisältö

1	TUTKIMUKSEN TAUSTA JA TAVOITTEET .....	9
1.1	Sahanpurun muodostuminen ja käyttö .....	9
2	TUTKIMUSSUUNNITELMA .....	11
2.1	Tiekokeen sijainti .....	11
2.2	Tutkimussuunnitelma .....	12
3	KOKEISSA KÄYTETYT SAHANPURUN VALMISTUS- JA LEVITYSLAITTEISTOT .....	13
3.1	Liukkaudentorjuntaan käytettävän sahanpurun valmistus.....	13
3.2	Käytetty levityslaitteistot ja sahanpurun annostelu .....	16
4	KITKAMITTAUKSET JA MUUT TIESTÖHAVAINNOT .....	20
4.1	Levityspäivä: 20.1.2023 .....	20
4.2	Levityspäivä: 25.1.2023 .....	24
4.3	Levityspäivä: 15.2.2023 .....	29
4.4	Levityspäivä: 27.2.2023 .....	30
4.5	Levityspäivä: 2.3.2023.....	35
4.6	Levityspäivä: 16.3.2023 .....	37
4.7	Kevään havainnot.....	41
5	TULOKSET .....	43
5.1	Tienkäyttäjien palaute .....	44
5.2	Ympäristönäkökohdat .....	44
6	YHTEENVETO .....	45
6.1	Sahanpurun käyttö maanteiden liukkaudentorjunnassa.....	45
6.2	Suosituksat jatkotutkimuksista.....	45
	LÄHDELUETTELO .....	46

# 1 Tutkimuksen tausta ja tavoitteet

Sahanpurun käyttöä liukkaudentorjunnassa on kokeiltu aiemmin pienimuotoisesti Olavi Penttisen toimesta Kaavin kunnan kaavateillä. Aiempien käyttökokeiden ja arvioiden perusteella oletettuja sahanpurun käytöstä saavutettavia hyötyjä voisivat olla mm:

- sahanpurun hiekoitusta parempi kiinnitarttuminen ja pysyvyys lumipolannepinnalla
- katupölyn väheneminen keväällä
- polkupyörien renkaiden vaurioiden vähentäminen.

Tämän tutkimuksen yhtenä tavoitteena oli arvioida sahanpurun käytettävyyttä maanteillä ajoradoilla ja maantieurakoihin sisältyvillä kävely- ja pyöräilyväylillä.

## 1.1 Sahanpurun muodostuminen ja käyttö

Sahanpuru on mekaanisen metsäteollisuuden sivutuote. Muodostuvan sahanpurun määrä vaihtelee sahatavaran laadun ja sahaustavan mukaan.

Nyrkkisääntönä voidaan sanoa, että yhtä kuutiota valmista sahatavaraa varten tarvitaan reilu pari kuutiota tukkia. Sivutuotteina saadaan pintalautoja, jotka haketaan ja myydään sellu- ja paperitehtaille. Muut sivutuotteet ovat kuori ja sahanpuru. Tukkien kuorinnan yhteydessä saadaan kuorta noin 10 prosenttia tukin tilavuudesta ja sahanpurua syntyy reilu 10 prosenttia.

Maamme sahateollisuuden vuonna 2019 käyttämästä 26 miljoonasta kuutiometristä puuta syntyy vuosittain noin 3,3 miljoonaa kiintokuutiometriä sahanpurua, josta suurin osa päättyy energiantuotantoon poltettavaksi.

Purun ensisijainen käyttökohde on energian tuotanto sen syntypaikassa. Sahatavaran kuivauksessa tarvitaan lämpöä, jota saadaan polttamalla purua ja kuorta. Loppu kuori ja puru voidaan käyttää muuhun tarkoitukseen.

Sahanpurun kysyntä on kasvanut viime vuosina. Sahanpurusta saattaa tulla jopa pulaa. Noin kolmannes sahanpurusta käytetään raaka-aineena paperi- ja puunjalostusteollisuudessa, mutta tehtaiden puruntarve on kasvamassa.

Suomen sahanpurusta päättyy noin 30 prosenttia hiiltä sitovaan käyttöön, kuten paperin ja puulevyjen valmistukseen. 70 prosenttia päättyy polttoon joko sellaisenaan tai pelleiksi jalostettuina.

Eteläisessä Suomessa merkittävimpiä sahanpurun energiakäyttäjiä ovat kunnalliset lämpölaitokset ja Pohjois-Suomessa kaukolämpölaitokset, jotka tuottavat sahanpurusta myös sähköä.

Sahanpuruun toimivat myös markkinatalouden lait, kun purulle on paremmin arvoa tuottavaa käyttöä niin purun hinta nousee ja purua on entistä vaikeampi saada tielle levitettäväksi. Kaavin tiekokeissa käytetyn sahanpurun hinta oli 15€/m<sup>3</sup>. Mainittu hinta ei sisällä sahanpurun noudosta, varastoinnista tai suolan lisäämisestä aiheutuvia kuluja tai muita käsittelykuluja.



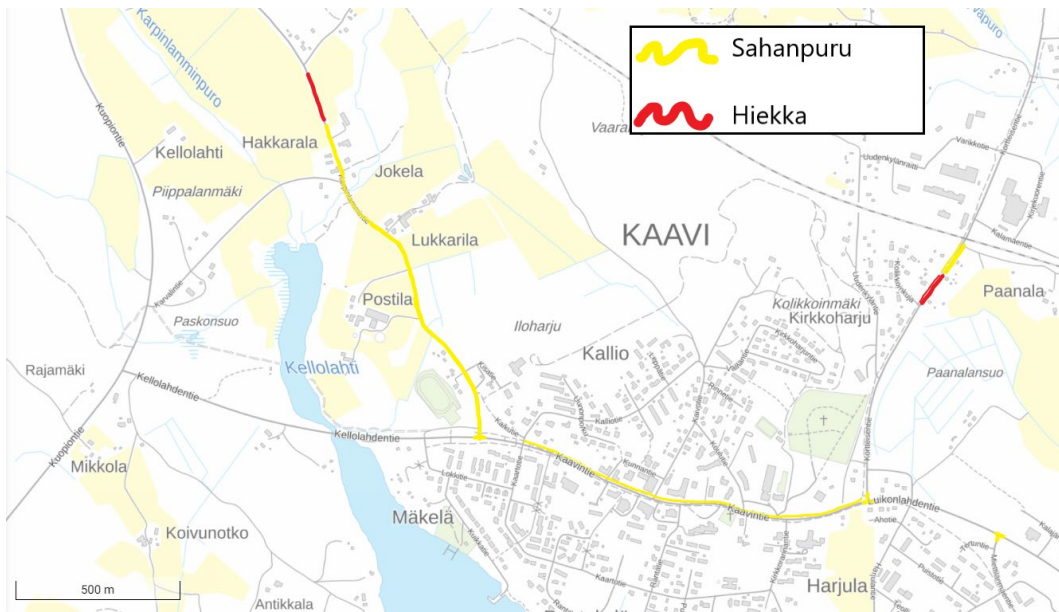
---

Sahanpuru on suhteellisen tasalaatuinen ja puhdas materiaali. Sahanpuru sisältää hyvin vähän epäpuhtauksia, kuten kuorta ja hiekkaa. (Maaseudun tulevaisuus 30.10.2017, Yle uutiset 26.11.2019)

## 2 Tutkimussuunnitelma

### 2.1 Tiekokeen sijainti

Tiekoe tehtiin talvikautena 2022–2023 Destian toteuttamalla Viinijärven alue-  
rakalla Kaavin kunnan keskustan alueella kuvassa 1 esitetyillä tiealueilla. Tiekoheet  
kohdennettiin siten, että hiekoituksella ja sahanpurulla tehtävät tieosuudet vasta-  
sivat olosuhteiltaan toisiaan. Kokeiluun sisältyi lyhyitä osuuksia ajoradoilta ja kä-  
vely- ja pyöräilyväyliltä, sekä pistehiekoituskohteina maanteiden liittymäalueita.



*Kuva 1. Tiekokeiden sijainti tiestöllä. Sahanpurulla käsiteltävät alueet on merkattu keltaisella ja hiekalla käsiteltävät alueet punaisella.*

## 2.2 Tutkimussuunnitelma

Tiekokeita ja selvityksiä koskevat tavoitteet on esitetty taulukossa 1.

*Taulukko 1. Tutkimuksen tavoitteet.*

Asia	Arvioinnin kohdentuminen	Arviointitapa
Saavutettava tienpinnan kitka	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Polannepinta pakkasella</li> <li>- Polannepinta lähellä nollaa/märkänä</li> <li>- Paljas tienpinta pakkasella</li> <li>- Toimenpiteen vaikutusaika</li> <li>- Materiaalin käyttömäärät eri olosuhteissa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kitkan mittaus jarrutukseen perustuvalla kitkamittarilla</li> <li>- Olosuhteiden ja materiaalin käytön raportointi</li> <li>- Valokuvaus</li> </ul>
Materiaalin valmistus ja käyttö	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Miten liukkaudentorjuntaan tarkoitettu materiaali valmistetaan.</li> <li>- Suolamäärä ja varastointi</li> <li>- Levityslaitteet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Testattavan sahanpurun valmistus</li> <li>- Tiekokeet</li> </ul>
Taloudellisuus	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Materiaalin saatavuus ja hinta</li> <li>- Työkustannukset</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selvitykset ja arvioinnit</li> </ul>
Tienkäyttäjä	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Palaute väylien käyttäjiltä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Haastattelut</li> </ul>
Ympäristö	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vaikutus hiilinieluun</li> <li>- Pölyäminen</li> <li>- Vaikutus kevätharjaukseen</li> <li>- Purun kulkeutuminen veden mukana (kaivot)</li> <li>- Vaikutus pintojen sulamisvaiheessa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Materiaalien käytön vertailu</li> <li>- Katselmukset</li> </ul>

## 3 Kokeissa käytetyt sahanpurun valmistus- ja levityslaitteistot

Purun valmistuksessa käytettävällä laitteistolla valmistettiin materiaali ainoastaan tiekokeiden käyttöön. Suurempien sahanpurumäärien valmistamiseen on kehitettävä sopiva laitteisto ja valmistusmenetelmä.

Tiekokeissa sahanpurua levitettiin ajoradalle, liittymäalueille ja kävely- ja pyöräilyväylille erilaisissa olosuhteissa. Pääasiassa olosuhteet olivat sellaisia, että varsinaista liukkaudentorjuntaa tarvetta ei ollut.

### 3.1 Liukkaudentorjuntaan käytettävän sahanpurun valmistus

Kaavin Varikkotien hiekkavarastolla sahanpurua varastoitiin lyhyitä aikoja ennen varsinaisen liukkaudentorjuntamateriaalin valmistamista. Sahanpurun tarttuvuuden parantamiseksi sen joukkoon lisätään valmistusprosessissa suolaa (NaCl).

Sahanpuru imettiin sekoittimeen kuvan 2 mukaisella imurilla. Imurin välillä tukkeutuessa sahanpurun sisältämistä suuremmista puun kappaleista sahanpurua myös lapioidiin suoraan sekoittimeen. Suolaliuos ja raesuola sekoitettiin kuvan 2 mukaisessa sekoittimessa sahanpurun kanssa, niin että valmiin liukkaudentorjuntaan käytettävän sahanpurun kokonaissuolapitoisuus oli noin 2,6 til-%.



*Kuva 2. Sekoitin ja purun imemiseen käytettävä imuri.*

Valmis sekoittimessa tasalaatuisesti sekoitettu materiaali siirrettiin kuvan 3 mukaisella kuljettimella kasalle katettuun varastoon. Sahanpurua valmistettiin kaksi erää, yhteensä noin 24 m<sup>3</sup>.



*Kuva 3. Purun siirtämiseen ja kasaamiseen käytetty kuljetin.*

Käyttövalmis sahanpuru varastoitiiin hiekkavarastossa kuvan 4 mukaisesti. Sahanpurussa ei havaittu tutkimusaikana säilytyksessä paakkuuntumista tai muita käyttöön vaikuttavia muutoksia.





*Kuva 4. Valmis tiekokeisiin käytettävä sahanpuru kasalla hiekkavarastossa.*

## 3.2 Käytetty levityslaitteistot ja sahanpurun annostelu

Sahanpurun levitykseen käytettiin traktorin perässä vedettävää kuvan 5 mukaista 7,5m<sup>3</sup> hiekoitusvaunua. Hiekoitusvaunun syöttötelan pyörimisnopeus on portaattomasti säädettävissä traktorin hallintalaitteista. Hiekoittimeen ei tehty mitään muutoksia sahanpurun levitystä varten. Hiekoitusvaunu oli jokaisella levityskerralla sama ja sekä hiekan että sahanpurun levitykset tehtiin jokaisella levityskerralla peräjälkeen. Materiaalin vaihtuessa hiekoitin puhdistettiin edellisestä materiaalista, jonka jälkeen materiaalia vielä levitettiin testialueen ulkopuolelle. Tällöin voitiin varmistua siitä, että sekoittunutta materiaalia ei päädy testialueelle.





*Kuva 5. Purun levittämiseen käytetty traktori ja sen perään kytketty hiekoitusvaunu.*

Levitystyössä kuljettaja säätelee liukkaudentorjuntamateriaalin määrää telan pyörimisnopeutta muuttamalla. Risteysalueilla, kävely- ja pyöräilyväylillä ja muilla paikoilla, joissa kone joutuu hiljentämään nopeuttaan materiaalin syöttöä on vähennettävä, jotta määrä säilyy sopivana. Näissä tiekokeissa risteysalueita lukuun ottamatta syöttö pidettiin levitysvetojen ajan vakiona, jotta hiekalle ja purulle tarvittavia syöttönopeuksia voitaisiin vertailla.

Kokemuksen perusteella koneenkuljettaja tiesi, että hiekkaa levittäessä syötön ei tarvitse olla normaaleissa olosuhteissa koskaan yli 50 %. Tieosuuksilla, joilla voidaan työskennellä esteettömästi, hiekoitushiekan levitysnopeus traktorilla on normaalisti noin 35–50 kilometriä tunnissa. Ennen ensimmäistä varsinaista testialuelevitystä kokeilimme minkä verran sahanpurua hiekoittimesta tulee käytettäessä hiekalle sopivaa syöttöä. Totesimme heti, että sahanpurua varten syöttöä on nostettava.

### **Irtotiheyden määrittäminen**

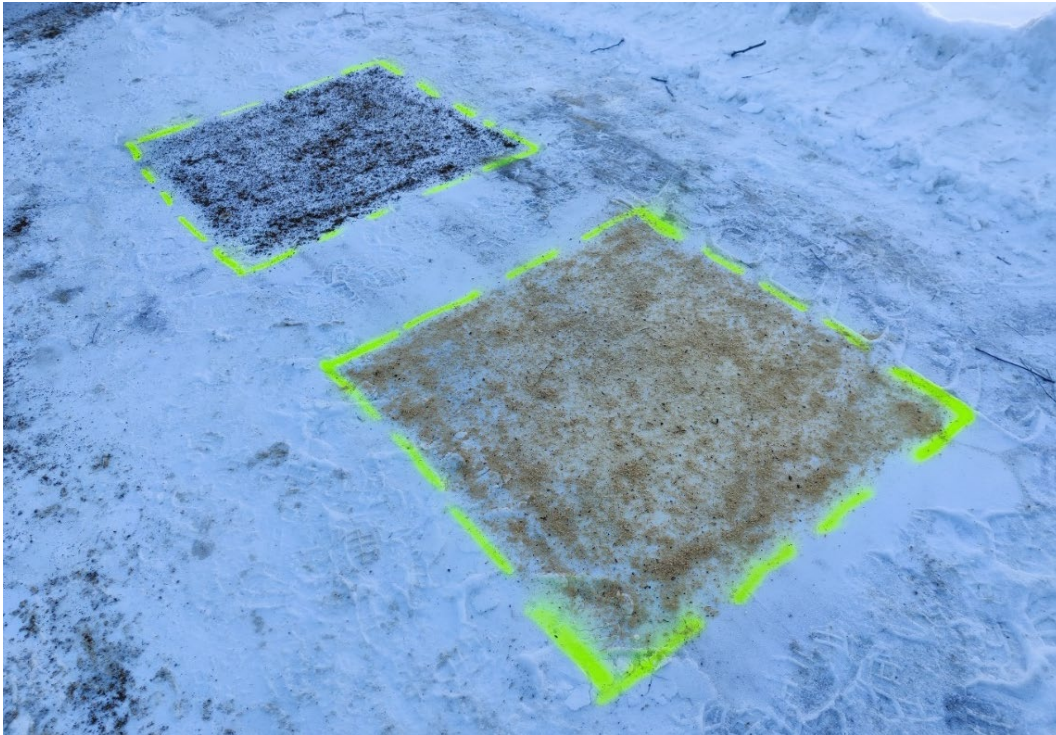
Taulukossa 2 on esitetty sahanpurun ja hiekan irtotiheyden määrittäminen. Irtotiheys määritettiin ottamalla varastokasasta kymmenen litraa, eli 0,01 m<sup>3</sup> materiaalia, joka punnittiin vaa'alla. Taulukon KA-kohta tarkoittaa rivin yllä mainittujen lukujen keskiarvoa. Sahanpurun irtotiheydeksi saatiin noin 360 kg/m<sup>3</sup> ja hiekan irtotiheydeksi noin 1430 kg/m<sup>3</sup>.

Taulukko 2. Irtotiheyden määrittäminen tilavuuden ja massan perusteella.

Puru			Hiekka		
Tilavuus [m <sup>3</sup> ]	Massa [kg]	Irtotiheys [kg/m <sup>3</sup> ]	Tilavuus [m <sup>3</sup> ]	Massa [kg]	Irtotiheys [kg/m <sup>3</sup> ]
0,01	3,64	364,00	0,01	14,45	1445,00
0,01	3,89	389,00	0,01	14,42	1442,00
0,01	3,56	356,00	0,01	14,17	1417,00
0,01	3,44	344,00	0,01	14,31	1431,00
0,01	3,60	360,00	0,01	14,37	1437,00
KA	3,63	362,60	KA	14,34	1434,40

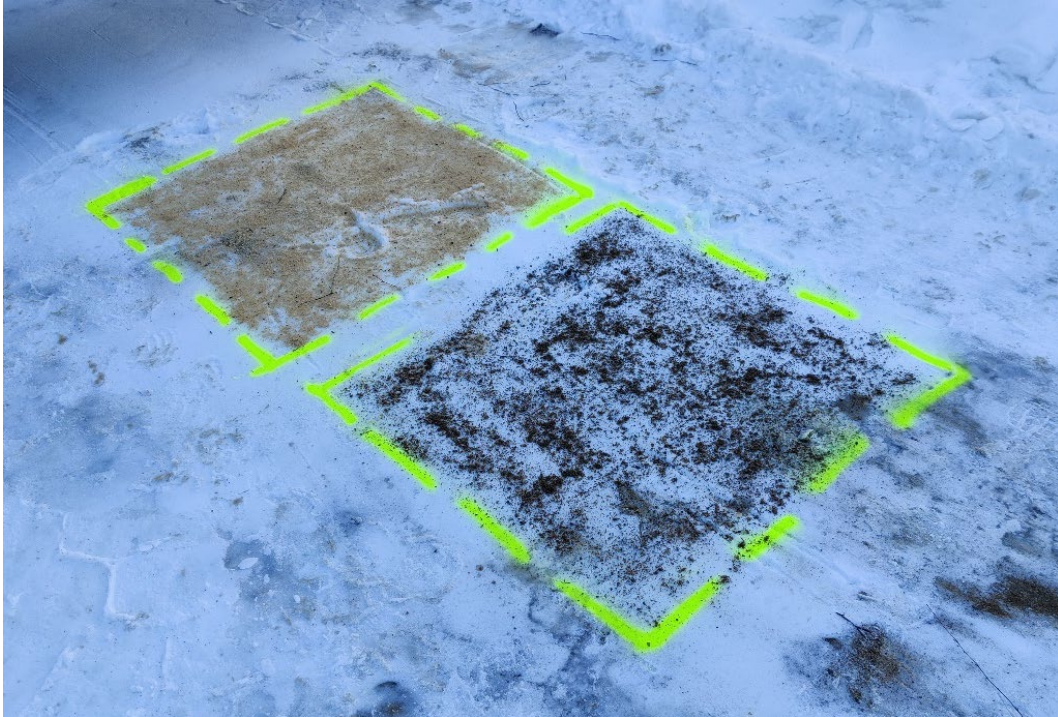
### Menekin määrittäminen

Sahanpurun ja hiekan menekkiä pyrittiin vertailemaan levittämällä yhden neliömetrin pinta-alalle liukkauden torjuntaan tarvittava määrä materiaalia. Kuvissa 6 ja 7 on esitetty molempien mittausten neliöt, joihin liukkaudentorjunta materiaali on levitetty. Purun ja varsinkin hiekan levittäminen käsin rajatulle alueelle tasaisesti osoittautui haasteelliseksi.



Kuva 6. Sahanpurun ja hiekan menekin vertailua, tilanne 1.





*Kuva 7. Sahanpurun ja hiekan menekin vertailua, tilanne 2.*

Taulukossa 3 on esitetty menekin määritys kokeen tulokset. Tulokset ovat suuntaa antavia, mutta eivät täysin todenmukaisia. Varsinkin 2. hiekka neliössä on kuvasta arvioituna liian paljon hiekkaa, joka hieman vääristää kokeen tulosta. Jos tarkastellaan ainoastaan tilavuuksia, niin sahanpurua tarvitaan noin kaksi kertaa (100 %) enemmän kuin hiekkaa saman kattavuuden aikaan saamiseksi. Tiekokeiden perusteella tarvittava purumäärä on vieläkin suurempi, sillä puru leviää levityskoneen ilmavirran ja tuulen vaikutuksesta tarpeettoman laajalle alueelle.

*Taulukko 3. Suuntaa antava menekin määritys kuvien 6 ja 7 mukaisilla mittauksilla.*

Puru			Hiekka	
	[kg]	[l]	[kg]	[l]
1. neliö	0,29	0,80	0,39	0,40
2. neliö	0,32	0,80	0,55	0,45
KA	0,31	0,80	0,47	0,43

## 4 Kitkamittaukset ja muut tiestöhavainnot

### 4.1 Levityspäivä: 20.1.2023

Lämpötila: -2 °C

Tie: 5731

Levityskone: JD ja hiekoitusvaunu

Puruerä: 1

Suola: 2,6 til-%

*Taulukko 4. Kitkamittaukset jarrutukseen perustuvalla mittarilla.*

<b>Ajorata</b>						
Mittauspvm	Lämpötila	Tie	Pinta	Polanne	Puru	Hiekka
20.1.2023	-2	5731	Polanne	0,28	0,31	0,36
20.1.2023	-2	5731	Polanne	0,27	0,33	0,36
20.1.2023	-2	5731	Polanne	0,32	0,32	0,36
20.1.2023	-2	5731	Polanne	0,27	0,33	0,35
20.1.2023	-2	5731	Polanne	0,27	0,30	0,34
20.1.2023	-2	5731	Polanne	0,30	0,30	0,34
20.1.2023	-2	5731	Polanne	0,26	0,27	-
20.1.2023	-2	5731	Polanne	-	0,29	-
			<b>KA</b>	0,281	0,306	0,352
23.1.2023	-10	5731	Polanne	0,23	0,23	0,24
23.1.2023	-10	5731	Polanne	0,21	0,21	0,25
23.1.2023	-10	5731	Polanne	0,23	0,22	0,25
23.1.2023	-10	5731	Polanne	0,22	0,22	0,24
			<b>KA</b>	0,223	0,220	0,245
<b>KLV</b>						
20.1.2023	-2	5731	Polanne	0,29	0,31	
23.1.2023	-10	5731	Polanne	-	0,23	0,31
23.1.2023	-10	5731	Polanne	-	0,26	0,33
23.1.2023	-10	5731	Polanne	-	0,26	0,30
		<b>KA</b>			0,25	0,31

## Havainnot

Käytetty ajonopeus: 20–30 km/h

Syöttö / telan nopeus: puru 80 %, hiekka 50 %

- Olosuhteiden puolesta ei varsinaista liukkaudentorjuntatarvetta.
- Vajaalla, melkein tyhjällä hiekoittimella purun kulkeutumisessa telalle haasteita. Täydemmällä kuormalla ei merkittäviä ongelmia.
- Purun määrä samalla syötöllä huomattavasti pienempi verrattuna hiekkaan. Syöttöä nostettava purua levittäessä.
- Purun levityksessä normaalilla työskentelynopeudella puru leviää liian laajalle alueella ilmapirran vaikutuksesta.

## Kuvat



*Kuva 8. Kortteisentie ajorata 23.1, puru levitettyä tielle.*





*Kuva 9. Kortteisentie ajorata 23.1, hiekka levitettynä tielle.*



*Kuva 10. Miettälänmäentien liittymä 23.1, puru levitettynä liittymään.*





*Kuva 11. Kortteisentien liittämä 23.1, hiekka levitettynä liittymään.*



*Kuva 12. Kortteisentie kävely- ja pyöräilyväylä lähikuva purulla käsitellystä väylän pinnasta.*





*Kuva 13. Kuva hiekoitusvaunun siilosta, joka käytännössä tyhjä. Purun rippeitä siilon reunoilla.*

## 4.2 Levityspäivä: 25.1.2023

Lämpötila: 1 °C

Tie: 5731

Puruerä: 1

Levityskone: JD ja hiekoitusvaunu

Suola: 2,6 til-%

Taulukko 5. Kitkamittaukset jarrutukseen perustuvalla mittarilla.

<b>Ajorata</b>						
Mittauspvm	Lämpötila	Tie	Pinta	Polanne	Puru	Hiekka
25.1.2023	2	5731	Polanne	0,17	0,23	0,24
25.1.2023	2	5731	Polanne	0,19	0,21	0,23
25.1.2023	2	5731	Polanne	0,19	0,20	0,24
25.1.2023	2	5731	Polanne	0,21	0,20	0,26
			<b>KA</b>	0,190	0,210	0,243
27.1.2023	-10	5731	Polanne	0,24	0,26	0,26
27.1.2023	-10	5731	Polanne	0,20	0,24	0,26
27.1.2023	-10	5731	Polanne	0,25	0,22	0,29
27.1.2023	-10	5731	Polanne	0,22	0,22	0,28
			<b>KA</b>	0,228	0,235	0,273
<b>KLV</b>						
25.1.2023	2	5731	Polanne	0,17	0,22	0,28
25.1.2023	2	5731	Polanne	0,19	0,23	0,25
			<b>KA</b>	0,18	0,23	0,27
27.1.2023	-10	5731	Polanne	0,28	0,27	0,33
27.1.2023	-10	5731	Polanne	0,27	0,30	0,29
			<b>KA</b>	0,28	0,29	0,31

**Havainnot**

Käytetty ajonopeus: 30–40 km/h      Syöttö / telan nopeus: puru 100 %, hiekka 60 %

- Ajorata sohjoutui purun ja hiekan kohdilta, todennäköisesti suolan vuoksi.
- Plus-asteilla levitetty puru tarttui pakastumisen myötä hyvin. Kävely- ja pyöräilyväylällä lopputulos oli erinomainen.
- Ajoradan polannetta tasattiin kuorma-auton alaterällä levityksen ja jälkimmäisen mittauksen välissä.
- Purun levityksessä syöttö 100 %. Normaalilla työskentelynopeudella silti määrä vielä liian pieni. Kokeillaan seuraavaksi alentaa työskentelynopeutta.



## Kuvat



*Kuva 14. Kortteisentie 27.1, polanne.*



*Kuva 15. Kortteisentie 27.1, puru.*



*Kuva 16. Kortteisentie 27.1, hiekka.*



*Kuva 17. Kortteisentie kävely- ja pyöräilyväylä 27.1, hiekka.*





*Kuva 18. Kortteisentie kävely- ja pyöräilyväylä 27.1, puru. Puru tarttunut pintaan erinomaisesti.*

## 4.3 Levityspäivä: 15.2.2023

Lämpötila: -3 °C

Tie: 5731

Puruerä: 2

Levityskone: JD ja hiekoitusvaunu

Suola: 2,6 til-%

*Taulukko 6. Kitkamittaukset jarrutukseen perustuvalla mittarilla.*

<b>Ajorata</b>						
<b>Mittauspvm</b>	<b>Lämpötila</b>	<b>Tie</b>	<b>Pinta</b>	<b>Polanne</b>	<b>Puru</b>	<b>Hiekka</b>
15.2.2023	-2	5731	Polanne	0,24	0,26	0,28
15.2.2023	-2	5731	Polanne	0,25	0,25	0,26
15.2.2023	-2	5731	Polanne	0,23	0,25	0,28
			<b>KA</b>	0,240	0,253	0,273
<b>KLV</b>						
15.2.2023	-2	5731	Polanne	-	0,29	0,30
15.2.2023	-2	5731	Polanne	-	0,27	0,30
15.2.2023	-2	5731	Polanne	-	0,28	0,29
			<b>KA</b>		0,28	0,30

### Havainnot

Käytetty ajonopeus: 30–40 km/h  
hiekkä 60 %

Syöttö / telan nopeus: Purulla 100 %, hiekkä 60 %

- Kitka-arvot linjassa edellisten mittausten kanssa.
- Lisätään Karpinlammentie (16486) testialueeseen, jotta voidaan mitata materiaalien eroja vähemmän liikennöidyllä ajoradalla. Karpinlammentien alkupäähän levitetään myös "linjahiekoituksena" purua, jolloin voidaan seurata sen käyttäytymistä mutkissa, peltoaukeilla ja sillan kohdilla.

## 4.4 Levityspäivä: 27.2.2023

Lämpötila: -1 °C

Tie: 5731 ja 16486

Levityskone: JD ja hiekoitusvaunu

Puruera: 2

Suola: 2,6 til-%

*Taulukko 7. Kitkamittaukset jarrutukseen perustuvalla mittarilla.*

<b>Ajorata</b>						
Mittauspvm	Lämpötila	Tie	Pinta	Polanne	Puru	Hiekka
28.2.2023	-2	16486	Polanne	0,23	0,28	0,26
28.2.2023	-2	16486	Polanne	0,23	0,26	0,28
28.2.2023	-2	16486	Polanne	0,21	0,26	0,29
28.2.2023	-2	16486	Polanne	0,23	0,26	0,30
28.2.2023	-2	16486	Polanne	0,21	0,25	0,23
28.2.2023	-2	16486	Polanne	0,21	0,28	0,30
28.2.2023	-2	16486	Polanne	0,24	0,27	0,28
28.2.2023	-2	16486	Polanne	0,22	0,26	0,25
			<b>KA</b>	0,223	0,265	0,274
<b>KLV</b>						
28.2.2023	0,5	5731	Polanne	0,25	0,27	0,28
28.2.2023	0,5	5731	Polanne	0,25	0,26	0,28
			<b>KA</b>	0,25	0,27	0,28

### Havainnot

Käytetty ajonopeus: 25–35 km/h

Syöttö / telan nopeus: puru 100 %, hiekka 60 %

- Kortteisentien ajoradan urat olivat sulaneet suolan ja auringon vaikutuksesta.
- Purun levityksessä edelleen liian huono peitto, joten vieläkin alemmaa ajonopeutta kokeiltava.
- Ajoradan kitkamittauksia on tehty kattavasti ja pinnat alkavat sulaa varsinkin Kortteisentien (5730) ajoradan osalta.
- Levitetään purua Kaavin keskustan alueen kevyenliikenteenväylälle. Tavoitteena saada kokemuksia ja palautetta purun käyttäytymisestä kevyenliikenteenväylillä kevään olosuhteissa ja paikassa, jossa on enemmän jalankulkijoita.



## Kuvat



*Kuva 19. Karpinlammentie 28.2, polanne.*



*Kuva 20. Karpinlammentie 28.2, puru.*





*Kuva 21. Karpinlammentie 28.2, hiekka.*



*Kuva 22. Kortteisentie kävely- ja pyöräilyväylä 28.2, polanne.*





*Kuva 23. Kortteisentie kävely- ja pyöräilyväylä 28.2, puru.*



*Kuva 24. Kortteisentie kävely- ja pyöräilyväylä 28.2, hiekka.*





*Kuva 25. Kortteisentie 28.2, puru. Pinta sula, johdonmukaiset mittaukset eivät ole mahdollisia.*



*Kuva 26. Miетtilänmäentie liittymä 28.2, puru.*





Kuva 27. Kortteisentie liittymä 28.2, hiekka.

## 4.5 Levityspäivä: 2.3.2023

Lämpötila: -1 °C

Tie: 5731 ja 16486

Levityskone: Valtra ja hiekoitusvaunu

Puruerä: 2

Suola: 2,6 til-%

Taulukko 8. Kitkamittaukset jarrutukseen perustuvalla mittarilla.

<b>Ajorata</b>						
Mittauspvm	Lämpötila	Tie	Pinta	Polanne	Puru	Hiekka
3.3.2023	-1	16486	polanne, jää, vanha materiaali	0,25	0,27	0,26
3.3.2023	-1	16486		0,24	0,27	0,29
3.3.2023	-1	16486		0,26	0,27	0,24
3.3.2023	-1	16486			0,27	0,24
			<b>KA</b>	<b>0,250</b>	<b>0,270</b>	<b>0,258</b>
<b>KLV</b>						
Mittauspvm	Lämpötila	Tie	Pinta	Polanne	Puru	Hiekka
3.3.2023	-1	5731	Polanne	0,25	0,27	0,27
3.3.2023	-1	5731	Polanne	0,25	0,28	0,27
			<b>KA</b>	<b>0,25</b>	<b>0,275</b>	<b>0,27</b>



## Havainnot

- Tien 16486 pinta oli muuttunut auringon vaikutuksesta niin että poikkileikkauksessa erilaisia olosuhteita, muutaman sentin sivusiirto jarrutuskohdassa muutti kitkamittauksen tulosta huomattavasti.
- Hiekkaa levitetty liian paljon tien 16486 testialueelle.

## Kuvat



*Kuva 28. Karpinlammentie 3.3, hiekka. Hiekkaa on liian paljon.*



*Kuva 29. Karpinlammentie 3.3, puru.*

## 4.6 Levityspäivä: 16.3.2023

Lämpötila: -1 °C

Tie: 573 kävely- ja pyöräilyväylä, 5731 kävely- ja pyöräilyväylä ja 16486

Levityskone: Valtra ja hiekoitusvaunu

Puruerä: 2

Suola: 2,59 til-%

*Taulukko 9. Kitkamittaukset jarrutukseen perustuvalla mittarilla.*

<b>Ajorata</b>						
Mittauspvm	Lämpötila	Tie	Pinta	Polanne	Puru	Hiekka
16.3.2023	0	16486	polanne, jää, vanha materiaali	0,24	0,24	0,18
16.3.2023	0	16486		0,24	0,23	0,26
16.3.2023	0	16486		0,22	0,26	0,19
16.3.2023	0	16486		0,24	0,26	0,25
16.3.2023	0	16486		0,23	0,25	0,23
16.3.2023	0	16486				0,29
			<b>KA</b>	<b>0,234</b>	<b>0,255</b>	<b>0,228</b>

### Havainnot

- Kitkamittauksia tehtiin ainoastaan tiellä 16486, sillä 573 kävely- ja pyöräilyväylän alueella ei ole turvallista tehdä jarrutukseen perustuvaa kitkamittausta.
- Hiekan ja sahanpurun kohdilla pinta sohjoutuu ja sulaa auringon vaikutuksesta, polannekohdassa pinta epätasaista jäätä.

### Kuvat



*Kuva 30. Karpinlammentie 16.3, polanne.*





*Kuva 31. Karpinlammentie 16.3, hiekka.*



*Kuva 32. Karpinlammentie 16.3, puru.*





*Kuva 33. 573 kävely- ja pyöräilyväylä, puru.*



*Kuva 34. 573 kävely- ja pyöräilyväylä, hiekka.*





*Kuva 35. 573 kävely- ja pyöräilyväylä, puru. Sahanpuru uponnut jäähän todennäköisesti auringon vaikutuksesta.*



*Kuva 36. 573 kävely- ja pyöräilyväylä, puru. Puru ei juurikaan kellu vesilätäkössä.*



## 4.7 Kevään havainnot

Testialueita havainnoitiin myös kevään edetessä. Kuvassa 37 on Kortteisentie kuvattuna huhtikuun 13. päivä. Kaikki jää ja lumi on sulanut sekä kevyen liikenteen väylältä, että ajoradalta. Kävely- ja pyöräilyväylällä purua on lähes kokonaan asfaltin peittävä kerros. Ajoradalta sahanpuru on kulkeutunut pois liikenteen ja ilmavirtojen vaikutuksesta. Kuvassa 38 on Karpinlammentie kuvattuna huhtikuun 13. päivä. Myös Karpinlammentieellä sahanpuru on pölissyt ajoradalta käytännössä kokonaan pois, ainoastaan tien reunassa oli vielä nähtävissä vähän purua.



*Kuva 37. Kortteisentie kävely- ja pyöräilyväylä sulana 13.4.2023, puru.*





*Kuva 38. Karpinlammentie sulana 13.4.2023, puru.*

## 5 Tulokset

### Sahanpurun kustannusvaikutuksia

Sahanpurun hankintahinta oli nousussa testausjakson aikana. Sahanpurun markkinanhinnan kehittymiseen liittyviä seikkoja ei selvitetty tässä tutkimuksessa. Arvioimme kuitenkin, että sahanpurun käyttö energiana on lisääntymässä, sillä uusiutumattomista energianlähteistä ollaan luopumassa energian tuotannossa. Lisääntynyt kysyntä näin ollen todennäköisesti myös nostaa sahanpurun markkinahintaa.

Liukkaudentorjuntaan käytettävää sahanpurua valmistettiin kokeiluun vähäinen määrä 24 m<sup>3</sup>. Valmistamisen yksikkökustannusta ei erityisesti selvitetty, mutta pienestä valmistusmäärästä seuraa väistämättä korkea yksikkökustannus. Laajempaa käsittelyä ja käyttöä varten valmistusmenetelmää on kehitettävä. Laajemman mitakaavan käytössä myös varastoinnin tilatarve on hiekkaa suurempi ja näin ollen myös säilytyskustannus.

### Tuottomittaukset

Tiekokeissa havaittiin, että samoilla hydrauliiikan säädöillä sahanpurua tuli hiekoittimesta vähemmän kuin hiekkaa. Tämän vuoksi tätä hiekoittimen läpi tulevan materiaalin määrää haluttiin mitata muutenkin kuin silmämääräisesti. Hiekoittimesta tulevan materiaalin määrää mitattiin ajamalla hiekoitin peitteen päälle, jossa hiekoitinta pyöritettiin 10 sekunnin ajan. Peitteen päälle määräajassa kertynyt materiaali kerättiin laatikkoon ja punnittiin vaa'alla. Taulukossa 10 on esitetty tuottomittauksen tulokset.

*Taulukko 10. Hiekoittimesta ulos tulevan materiaalin määrän, eli tuoton mittaus eri syötöillä.*

	Puru	
	[kg]	laskennallinen [m <sup>3</sup> ]
50% syöttö, 10s	20,91	0,058
100% syöttö, 10s	21,56	0,059
100% syöttö, 10s	21,16	0,058

	Hiekka	
	[kg]	laskennallinen [m <sup>3</sup> ]
50% syöttö, 10s	98,18	0,068
50% syöttö, 10s	98,23	0,068
100% syöttö, 10s	96,51	0,067

Tulosten perusteella voidaan päätellä, että 50 % ja 100 % säätö on ollut kyseisessä koneessa käytännössä sama. Levitystyössä kuljettaja ei kuitenkaan normaalisti säädä materiaalin määrää säätimen näyttämän asennon perusteella, vaan määrää muutetaan tien pinnalle päätyneen materiaalin määrän perusteella. Suurin osa tiekokeista tehtiin aliurakoitsijan John Deere traktorilla, jossa hydrauliiikan säätö oli erilainen kuin tuottomittauksessa käytetyn Valtran hydrauliiikan säätö. Tämän vuoksi tiekokeissa mainitut syöttöprosentit pitävät paremmin paikkaansa kuin



tuottomittauksen syöttöprosentit. Edellä mainituista syistä tuottomittauksessa jätetään huomioimatta eri syöttöprosentin vaikutus ja vertaillaan ainoastaan hiekoittimesta ulos tulleen sahanpurun ja hiekan määrää.

Tulosten perusteella hiekkaa tulee lähes viisinkertainen massa samassa ajassa verrattuna sahanpuruun. Hiekkaa tulee hiekoittimesta kymmenessä sekunnissa noin 17 % suurempi tilavuus kuin sahanpurua.

## 5.1 Tienkäyttäjien palaute purusta

- 14.3.2023: Kulkeutuu sisälle ja tarttuu koiran tassujen karvoihin (käyttäjäkemus aiemmalta vuodelta)
- 17.3.2023 Kulkeutuu koululle, koulun kirjastoon ja kunnantalolle. Koulun kirjaston lattia pahin, puru juuttuu lattiaan, sitten pölisee, kun saadaan irti. Puru kulkeutuu kunnantalolle yläkertaan saakka. Suola koetaan ongelmaksi: matot nukkaantuvat ja lattiapinta menee liisterimäiseksi. Palaute siistijöiltä.
- 21.3.2023 Kulkeutuu hyvin kaupan tiloihin; kauppiaan mielestä parempi kuin hiekka (vaikka purua saa siivota hiukan useammin), josta tulee jälkiä lattiaan mm. jää kärryjen alle. Kaupan lattiamateriaaliin puru ei juutu kiinni. Matoista ei tullut eri mainintaa.
- Purun levityksen jälkeen "metsäinen" luonnon tuoksu koettiin miellyttäväksi

## 5.2 Ympäristönäkökohdat

Arvioimme ennakkoon, että sahanpurulla voisi olla lumen ja jään päällä eristävä vaikutus, joka hidastaisi sulamista. Kevään havaintojen perusteella näin ei kuitenkaan ollut. Tiekokeiden sahanpuru alueiden ei havaittu sulavan merkittävästi hitaammin tai nopeammin kuin hiekka alueiden. Keväällä levitimme sahanpurua myös varastoalueen piha-alueelle, mutta emme havainneet sielläkään sahanpurun hidastavan merkittävästi sulamista.

Sahanpuru ei aiheuttanut ongelmia kevään harjauksissa. Ajouradalta sahanpuru oli pöllissyt käytännössä kokonaan pois. Kävely- ja pyöräilyväylällä sahanpurukerros näkyi kuvan 37 mukaisesti selkeästi asfaltin päällä. Harjauksessa sahanpuru ei pöllissyt kiviainesten tavoin kuivanakaan eikä tarttumista tai muita haasteita havaittu.

Sahanpurun tiekoealueilla oli muutamia hulevesikaivoja ja yksi pienehkön joen ylittävä silta. Emme havainneet sahanpurun vaikuttaneen hulevesiin tai hulevesijärjestelmiin. Sahanpuru määrät olivat kuitenkin pieniä, eikä tämän kokeen aikana saatu riittävästi näyttöä pitkän aikavälin vaikutuksista.

Liukkaudentorjuntaan käytettävän sahanpurun valmistuksen kokonaisympäristövaikutuksia on syytä tutkia tarkemmin. Sahanpuru syntyy puuteollisuuden sivutuotteena, mutta tiekokeiden liukkaudentorjuntaan käytetty sahanpuru on vaatinut useita työvaiheita ennen teille levittämistä.

## 6 Yhteenveto

### 6.1 Sahanpurun käyttö liukkaudentorjunnassa

Kokeilussa havaittiin sahanpurun käytössä maanteiden liukkaudentorjunnassa seuraavat plussat ja miinukset:

- + Lisää kitkaa
- + Ympäristön kannalta ei haittaa
- + Havaintojemme mukaan purusta ei synny kiviainespohjaisten materiaalien taapaan katupölyä
- + Ei haittaa sivuun harjattuna
- + Harjauksessa sahanpuru ei pölissyt kiviainesten tavoin eikä tarttumista tai muita haasteita havaittu.
  
- Työnopeudet hitaammat – Toimenpideaajat (reittipituudet muutettava tai merkittäviä kaluston muutostöitä)
- Sahanpurun saatavuus/hinta tällä hetkellä – markkinoilla kysyntää paljon -> hinta nousussa
- Varastoiminen vaatii vähintään 2 kertaa suuremman varastotilavuuden verrattuna hiekkaan
- Sahanpurusta valmistetun liukkaudentorjuntamateriaalin valmistamiseen ei ole olemassa valmiita tuotantomenetelmiä teollisessa mittakaavassa
- Sahanpuru ei pysty nykyisellä hiekan tarjonnalla kilpailemaan hiekan kanssa

### 6.2 Suositukset jatkotutkimuksista

- Päästölaskenta sahanpurun koko elinkaaren osalta
  - o syntyy sivutuotteena
  - o kuljetus – valmistus – kuljetus – varastointi – levitys – maatumisen
- Valmistus suuremmassa mittakaavassa
- Käyttö kävely- ja pyöräilyväylillä tai piha-alueilla, varsinkin kohteissa, joissa purua lähellä suoraan saatavilla, esimerkiksi sahojen pihat ja lähialueet

## Lähdeluettelo

- /1/ Maaseudun tulevaisuus. 30.10.2017
- /2/ Yle uutiset. 26.11.2019







Väylävirasto  
Trafikledsverket

ISSN 2490-0745  
ISBN 978-952-405-104-0  
[www.vayla.fi](http://www.vayla.fi)