



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIKAN JA LIIKENTEEN ALA

SORATIE REMIX-TYÖMENEL- MÄN VAIKUTUKSET SORATEI- DEN HOITOOON

TEKIJÄ: Janne Vartiainen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma	
Työn tekijä Janne Vartiainen	
Työn nimi Soratie Remix-työmenetelmän vaikutukset sorateiden hoitoon	
Päiväys	18.2.2015
Sivumäärä/Liitteet	35
Ohjaajat Raimo Lehtiniemi lehtori Savonia AMK, Juha Pakarinen tuntiopettaja Savonia AMK	
Toimeksiantaja Oiva Huuskonen kehittämisspällikkö Destia Oy	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia Destia Oy:n kehittämän Remix-työmenetelmän vaikutuksia tienhoitoon sorateilla. Remix-työmenetelmän on tarkoitus korvata osa sorastuksesta hoitourakoissa käyttämällä uudesta jo soratiessa oleva materiaali. Työmenetelmän avulla sorastusmääriä voidaan vähentää huomattavasti. Menetelmän etuina ovat saadut säästöt niin kuluissa kuin ympäristön rasituksessa kuorma-autolla tapahtuvien kuljetusten vähentyessä, jolloin hiilidioksidi- ja muut päästöarvot vähenevät. Aikaisemmin selviä tuloksia Remix-työmenetelmän hyödyistä ja haitoista ei ole voitu selvittää liian vähäisen aikavälin vuoksi, sillä työmenetelmä on uusi työtapa ja sen käyttö aloitettiin vasta vuonna 2007</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia vuosina 2007–2008 Nurmeksen alueurakan alueella tehtyjä Remix-työmenetelmällä työstettyjä teitä, sekä selvittää niiden hoitohistoriasta miten Remix-työmenetelmä on teiden hoitoon vaikuttanut. Vertailukohdaksi otettiin samoina vuosin samankaltaisille, liikennemääriltään yhteneville teille tehty normaali sorastus. Tutkimus suoritettiin tarkastelemalla Nurmeksen alueurakan arkistoja, joista selvitettiin tapahtuneet hoitotoimenpiteet ja sorastukset vuosien 2007–2014 aikana. Samalla tutkittiin Remix-työmenetelmän vaikutuksia päästöihin ja niiden vähenemiseen.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saatiin selvitys, joka osoittaa että Remix-työmenetelmä on vähentänyt sorastusmääriä teillä, joissa menetelmää on käytetty. Pääosin kaikissa tarkastelukohteissa sorastusmäärät ovat vähentyneet 2–3 kertaisesti verrattuna samana vuonna sorastettuihin vertailuteihin. Lisäksi opinnäytetyössä tutkittiin miten Remix-menetelmä on vähentänyt päästöjen määrää niin tiekohtaisesti kuin urakkakohtaisesti vuosittain.</p>	
Avainsanat soratie, Remix-työmenetelmä, hoitourakointi	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Management			
Author Janne Vartiainen			
Title of Thesis Gravel road remix-work method influence to maintainance of gravel roads			
Date	18.2.2015	Pages/Appendices	35
Supervisors Raimo Lehtiniemi, lecturer, Savonia AMK. Juha Pakarinen full time teacher Savonia AMK			
Client Organisation Oiva huuskonen, Development manager, Destia Oy			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to study how the remix working method developed by Destia Oy affects the road maintenance of gravelled roads. The purpose of the remix method is to replace part of the gravelling work in road maintenance by using the existing gravel material of gravelled roads. This method reduces considerably the amount of gravelling. Benefits achieved by this method include gravel transportation costs as well as reduced nature strain due to decreased amount of lorry transportation leading to lesser carbon dioxide and other emission values. Prior to this study no clear results of benefits or disadvantages of the method have been able to find out due to the short time span.</p> <p>The aim of this thesis was to study the roads processed in 2007-2008 by the remix method in the contract district of Nurmes and also to find out in their maintenance history how the remix method has affected the road maintenance. As point of comparison served the normal gravelling carried out contemporary on similar roads having the same traffic density. The study was carried out by exploring the archives of the contract district of Nurmes, where all the maintenance actions and gravelling works in 2007-2014 were looked into. At the same time it was studied how the remix method affects emissions and reduces them.</p> <p>As a result of the thesis a report was made that shows that the remix method has reduced the usage of gravel on the roads where the method has been applied. Gravelling amounts of the most remixed objects studied have decreased 2-3 times compared to the contemporary gravelled comparison roads. Furthermore, according to both road based and contract based calculations, the remix method has reduced the annual emission levels.</p>			
Keywords gravel roads, remix-work method,			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
1.1	Työn tausta ja tavoite.....	5
1.2	Destia Oy	5
1.3	Alueurakat.....	6
2	SORATEIDEN LAATUVAATIMUKSET JA HOITO	7
2.1	Sorateiden vaatimukset.....	7
2.2	Sorateiden hoito.....	9
3	REMIX-TYÖMENETELMÄ.....	11
3.1	Työmenetelmä	11
3.2	Käyttö hoitourakoinnissa	15
4	OPINNÄYTETYÖN TULOKSET	17
4.1	Vuonna 2007 Remix-käsitellyt tiet	17
4.1.1	Tienumero 15923 Vastimo	18
4.1.2	Tie numero 15919 Heinäsuo-Jokikylä	19
4.2	Vuonna 2008 Remix-käsitellyt tiet	21
4.2.1	Valtimo-Lotma nro. 5285	23
4.2.2	tie 15939 Sivakka-Saramo.....	24
4.2.3	Tie 15832 Lehtolantie.....	27
4.2.4	Tie 15855 Sokojärvi	27
4.3	Päästöjen väheneminen	28
5	YHTEENVETO JA POHDINTA.....	32
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT.....	35

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta ja tavoite

Opinnäytetyö tarkoituksena on selvittää Remix-työmenetelmän vaikutuksia tienhoitoon sorastusmäärien ja päästöjen vähenemisen kannalta. Suomessa maanteitä eli valtion omistamia ja ylläpitämiä teitä on noin 78 139 kilometriä, joista sorateitä on noin 27 400 kilometriä eli 35 % kaikista maanteistä. Tämän vuoksi niiden hoito ja sorastus on erittäin tärkeää, jotta sorateiden kunto ja kuljettaavuus voidaan edelleen säilyttää hyvänä, vähentyneistä tiemäärärahoista huolimatta. Määrärahojen vähäisyys vaikuttaa tiestöjen hoitoon, etenkin kalliin sorastuksen takia. Destian kehittämän Remix-työmenetelmän tarkoituksena on ollut vähentää sorastuksen määrää ja samalla säilyttää teiden kulutuskerroksen materiaalin laatu edelleen hyvänä.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää Remix-työmenetelmän toimivuus tien hoidollisena toimenpiteenä. Menetelmän on tarkoitus vähentää sorastuksen tarvetta vähän tai jopa kokonaan tiellä tai tieosuudella, jolla se suoritetaan. Opinnäytetyössä otetaan kohteeksi seitsemän vuosina 2007–2008 Remix-menetelmällä käsiteltyä tietä ja vertaillaan niiden sorastusmääriä samankaltaisiin, liikennemääriltään yhteneviin, samana vuonna normaaliin tapaan sorastettuihin teihin saman urakan alueella.

1.2 Destia Oy

Destia on perinteikäs suomalainen rakennus- ja infra-alan yritys, jonka osaamisalaa ovat liikenneväylien sekä liikenne- ja teollisuusympäristöjen lisäksi kokonaisten elinympäristöjen rakentaminen, ylläpitäminen ja suunnitteleminen. Destian toimintaan kuuluu niin maanpäällinen kuin maanalainen rakentaminen. Destian asiakkaita ovat sekä teollisuus- ja liikeyritykset, kunnat ja kaupungit että valtionhallinnon organisaatiot kuten esimerkiksi ELY-keskukset(ELY-Keskus.fi).

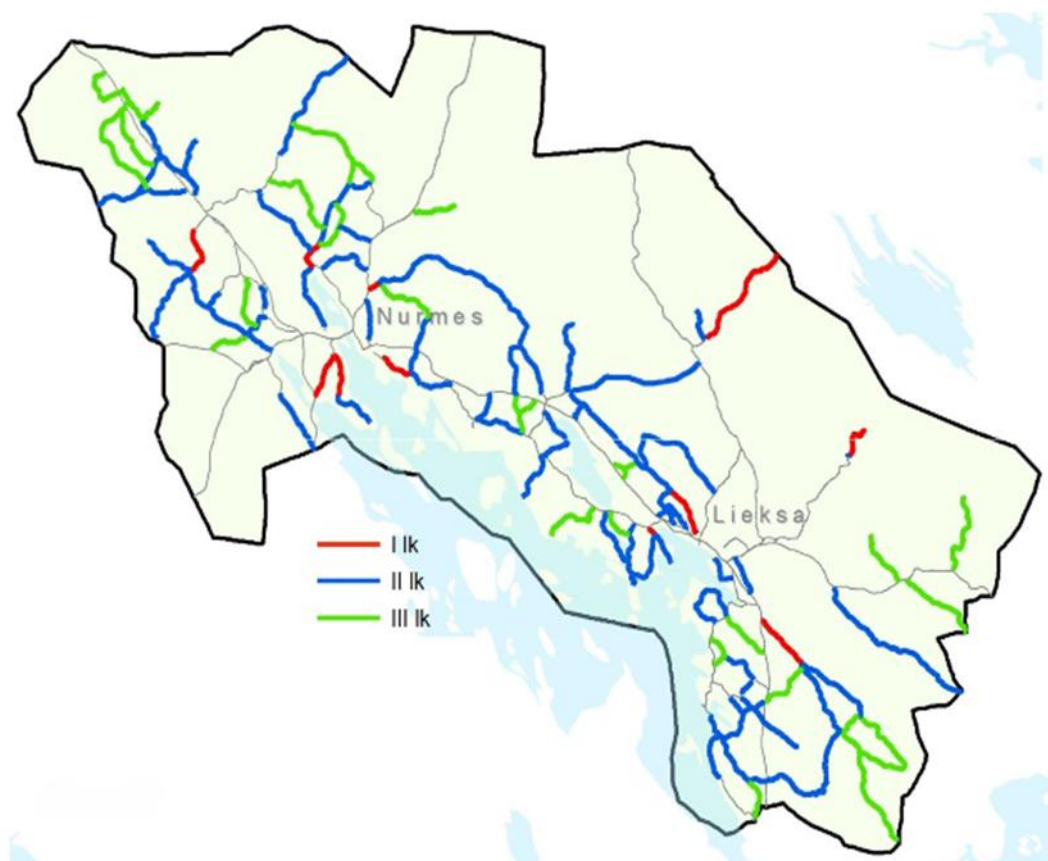
Destian historia ulottuu jopa 200 vuoden päähän vuonna 1799 Kustaa IV Adolfin perustamaan kuninkaalliseen Suomen koskenperkausjohtokuntaan. Itsenäistymisen jälkeen Suomi tarvitsi tien rakentamiseen ja niiden hoitoon kykenevän laitoksen, jolloin perustettiin vuonna 1925 Tie- ja vesirakennushallitus (TVH). Myöhemmin TVH:n nimi vaihtui TVL:n kautta Tielaitokseksi(Destia.fi).

Vuonna 2001 Tielaitoksen organisaatiosta erotettiin hallinnollinen puoli, josta muodostettiin Tiehallinto. Tähän saakka Tielaitos eri nimineen oli toiminut sekä teiden hallinnollisena johtajana että urakoijana. Vuoden 2001 jälkeen jäljelle jäänyt Tielielikelaitos kilpaili muiden rakennusalan yritysten joukossa niin hoito- kuin rakennusurakoinnista. Vuonna 2007 Tielaitos nimi jäi historiaan kun nimi vaihdettiin Destiaksi, jona se tänäkin päivänä tunnetaan. Kesäkuun alussa 2014 Destian omistajana toiminut Suomen valtio myi Destian sijoitusyhtiö Ahlström Capitalille(Destia.fi).

1.3 Alueurakat

Suomen valtion omistamien teiden hoito on jaettu alueurakoihin, joita on Suomessa yhteensä 81. Ne ovat kilpailuttamisen avulla jaettu eri urakoitsijoille. Sopimuskauden pituus on yleensä 5 vuotta. Tänä aikana hoitourakoitsijan tehtävänä on huolehtia alueurakan sisällä olevien valtion omistamien teiden hoidosta niin päällystetyillä kuin sorateilla. Hoitourakointiin kuuluu teiden kesä- ja talvihoito aurauksineen, sekä kesäisin tapahtuvat sorateiden lanaukset ja pölyämisen estot että muut urakka-asiakirjoissa määritellyt velvoitteet. Valvova viranomaisena alueurakoinnissa on ELY-keskus. Hoitourakointiin kuuluu ainoastaan valtion omistamat tiet, eivät yksityisten esimerkiksi tienhoitokuntien hallitsemat tiet.

Opinnäytetyössä käsitelty Nurmeksen alueurakka sijoittuu Pohjois-Karjalassa kolmen kunnan alueelle: Nurmes, Valtimo ja Lieksa. Tiestöä tällä alueella on yhteensä noin 1 200 kilometriä joista 700 kilometriä on soratiestöä.



Kuva 1. Nurmeksen alueurakan alueen soratiet ja soratieluokat (ELY-Keskus-2013-2-26)

2 SORATEIDEN LAATUVAATIMUKSET JA HOITO

2.1 Sorateiden vaatimukset

Soratien kulutuskerros on soratien ”päällyste”. Päällysteenä sen tehtävät ja vaatimukset määräytyvät pääosin liikenneturvallisuuden, ajomukavuuden, tierakenteen kuormituskestävyyden sekä pintakunnon vaatimusten perusteella. Kesäaikaan turvallisuuden ja ajomukavuuden edellytyksinä ovat kiinteä ja tasainen pinta, sekä märän tienpinnan riittävä kitka. Kulutuskerrosmateriaalin laatu vaikuttaa suuressi tien pinnan kuntoon. Hyvän kulutuskerrosmateriaalin käyttö on pitkällä aikavälillä taloudellisempaa kuin huonon materiaalin käyttö. Tienpinnan kestävyteen vaikuttavia tekijöitä ovat kantavuus, kuivatus, kulutuskerroksen koossapysyvyys ja pinnan tiiveys. Kulutuskerroksen tehtävänä on osaltaan parantaa päällysrakenteen kantavuutta ja jakaa kuormaa alemmille kerroksille. Kulutuskerroksen koossapysyvyyden on oltava riittävä liikenteen aiheuttamassa kulutuksessa. Kulutuskerroksen pinnan tulee olla myös tiivis, jotta mahdollisimman suuri osa sade- ja sulamisvesistä valuu sivuojiin. Kulutuskerroksen hyvä laatu myös auttaa paljon tienhoidon kannalta, hyvälaatuista kulutuskerrosta on helppo muokata lanalla tai tiehöylällä. Lisäksi kokemuksen perusteella tien pölyäminen on näin ollen helppo pitää kurissa.

Taulukko 1. Soratien kulutuskerroksen kannalta tärkeät asiat (Liikennevirasto, Sorateiden Kunnossapito-2014-1)

<i>Arviointinäkökulma</i>	<i>Tavoitettava ominaisuus</i>	<i>Materiaalin vaikuttava ominaisuus</i>
<i>Liikenteen turvallisuus</i>	<i>Kiinteä ja tasainen pinta</i>	<i>Rakeisuus ja kerrospaksuus</i>
<i>Ajomukavuus</i>	<i>Hyvä kitka märällä tien pinnalla</i>	<i>Mineralogiset ja rakenteelliset ominaisuudet, kosteustilaherkkyys</i>
<i>Kuormituskestävyys</i>	<i>Hyvä päällysrakenteen kantavuus</i>	<i>Maksimiraekoko, rakeisuuskäyrän muoto ja kerrospaksuus</i>
	<i>Pinnan koossapysyvyys liikenteen kuormituksessa</i>	<i>Hienoainespitoisuus ja hienoaineksen mineralogiset ominaisuudet</i>
<i>Pinnan hoito</i>	<i>Muokattavuus</i>	<i>Muokattavan kerroksen paksuus</i>
	<i>Uudelleen sitoutuvuus</i>	<i>Maksimiraekoko ja rakeisuuskäyrän muoto, kosteustilaherkkyys</i>
	<i>Pieni pölynsidontamateriaalin käyttötarve</i>	<i>Hienoainespitoisuus ja hienoaineksen ominaisuudet, rakeisuuskäyrän muoto</i>
	<i>Vähäinen pintaketirikkoherkkyys</i>	<i>Vedensitomiskyky, mineralogiset ominaisuudet, paksuus</i>

Soratiet on jaettu kolmeen eri luokkaan. Luokat on jaettu teiden käyttömäärien mukaan 1–3 käytetyimmistä vähemmän käytettyihin 1 ollessa käytetyin ja samalla tienhoidollisesti vaativin luokka. Luokitus on verrannollinen tiestöllä vallitseviin liikennemääriin. Soratien luokka kertoo hoidon laatuvaatimuksen. Soratien kuntoa tarkastellaan kolmelta eri kannalta: tasaisuus, kiinteys ja pölyävyys. Soratien kuntoluokitus on jaettu 5 eri luokkaan. 1 on huonoin ja 5 paras. Soratie arvioidaan aina

huonoimman kategorian mukaan esimerkiksi tie, joka ei pölise ja on kiinteä pinnastaan, mutta todella epätasainen, arvioidaan se tasaisuusluokan mukaan arvoilla 1–5(Liikennevirasto 2014, 66).

Soratieluokkien mukaan eri teillä luokituksesta riippuen ovat erilaiset kuntovaatimukset. Kuitenkin tien kunnon tulisi olla laadultaan sellainen, että vauhtia ei tarvitsisi vähentää missään vaiheessa, eikä suuria väistöliikkeitä tarvitsisi tehdä ajettaessa normaalia ajovauhtia(Liikennevirasto, Sorateiden hoito-opas 2014).

TAULUKKO 2. Soratien pintavaatimukset (Liikennevirasto, Sorateiden kunnossapito, 2014-1)

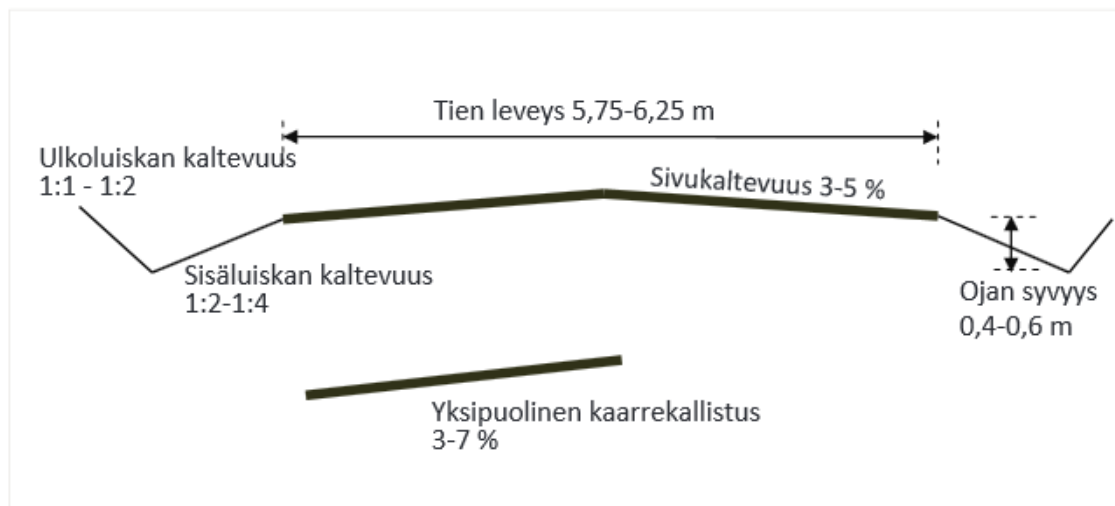
Taulukko : Soratien pintakuntovaatimukset (kuntoarvo, TIEH 2200055-v-08).			
Soratieluokka	Tasaisuus	Kiinteys	Pölyvyys
I	Vähintään 3	Vähintään 3	Vähintään 3 100 m lähempänä asutusta ja erityiskohteita 4
II	Pääosin vähintään 3 soratiellä tai sen 1 km osuudella kuntoarvoa 2 enintään 10 %	Pääosin vähintään 3 soratiellä tai sen 1 km osuudella kuntoarvoa 2 enintään 10 %	Vähintään 3 100 m lähempänä asutusta ja erityiskohteita 4
III	Pääosin vähintään 3 soratiellä tai sen 1 km osuudella kuntoarvoa 2 enintään 20 %	Pääosin vähintään 3 soratiellä tai sen 1 km osuudella kuntoarvoa 2 enintään 20 %	Vähintään 2 100 m lähempänä asutusta ja erityiskohteita 3

Lisäksi sorateilla on muitakin hoitoon liittyviä vaatimuksia tasaisuuden, kiinteyden ja pölyvyyden lisäksi (Liikennevirasto, Sorateiden Hoito-opas 2014).

- Yli 7 cm syviä kuoppia ei soratiellä saa esiintyä, vaikka yksittäiset kuopat sallitaan tiellä.
- Poikkileikkaus. Tien kaltevuuden tulee olla 4 %
- Pölyisyys huomioitava erityisesti koulujen, maatalouden, kasvihuoneiden ja muiden erityiskohteiden vierellä.
- Suuret, yli kolme senttimetriä tienpinnan yläpuolella olevat maakivet on poistettava.

Lisäksi on huomioitava vuosien varrella teiden tasoituksen yhteydessä tapahtuva tien leveneminen, paltteiden syntyminen ja muu kuivatukseen vaikuttava toiminta kuten esimerkiksi rikkinäisten rumpujen vaihto tai korjaus. Tien levenemisen myötä tien poikkileikkauksen pitäminen tarvittavassa 4 %:ssa on ongelmallista. Tien pinnan ohjeellinen sivukaltevuus on 4 % ± 1 % ja kaarteissa 3–7 %. Tien muodon tulee olla tasaisesti kalteva. Se ei saa olla pyöreämuotoinen, jolloin sen keskikohdalla ovat pienempi kaltevuus(Liikennevirasto, Sorateiden hoito-opas 2014).

Tämän vuoksi teiden säännöllinen ojitus on tärkeää. Ojituksella estetään edellä mainittujen ongelmien ilmaantuminen. Tietysti myös tienhoidon laadulla on merkitystä ongelmien syntyyn. On huolehdittava, että esimerkiksi lanaamisella ei aiheuteta lisää ongelmia tien hoitoon tuottamalla tien reunaan kertyvää massaa eli "paltteita".



Kuva 2. Tien poikkileikkaus (Liikennevirasto, Sorateiden kunnossapito 2014-1)

2.2 Sorateiden hoito

Alueurakoiden hoitoon kuuluu oleellisena osana sorateiden hoito. Yhteensä Suomen valtion omistamista tieverkosta sorateita on noin 35 % kaikista valtion omistamista maanteistä. Vaikka sorateiden liikennemäärät usein ovat vähäiset verrattuna päällystettyjen teiden määriin, on sorateilla vielä suuri merkitys alueelliseen liikenteeseen ja etenkin puuautoliikenne tarvitsee sekä hyväkuntoisia että kestäviä sorateita. Sorateiden määrä vaihtelee luonnollisesti alueittain, esimerkiksi Nurmeksen alueurakan alueella soratiestöä on jopa 58 % koko tieverkon koosta. Tämän vuoksi sorateiden hoito näyttelee monissa urakoissa suurta osaa kesän hoitotoimissa. Omasta kokemuksesta sorateiden hyvä kulutuskerros on tärkeää, jotta sen hoito olisi helppoa.

Sorateiden hoitoon kuuluu luonnollisesti tien tasoitus, kun tien epätasaisuus esimerkiksi urien tai kuoppien muodossa ylittää sallitut arvot. Teiden kunnon arviointi perustuu työnjohtajan tai muun tienhoitohenkilöstön kokonaiskuvaan tiestä. Tasaus suoritetaan yleensä traktorin alla olevan lanausterän avulla tai mahdollisesti myös suuremman tiehöylän avulla. Lanauksessa tien pinta rikotaan ja tasoitetaan uudeksi pinnaksi, säilyttäen tien poikkileikkaus, jotta tien kuivatus kallistuksien avulla on edelleen toimivaa.

Toinen sorateiden tärkeä hoitotoimenpide kesäisin on pölynsidonta. Pölynsidontaa suoritetaan laskeamalla teille 32–40 prosentista suolaliuosta, jonka tarkoituksena on sitoa sekä kosteutta ilmasta että tiessä itsessään oleva maakosteus tienpintaan. Tämä kosteus sitoo pienhiukkaset, jotka muuten nousisivat pölynä pois. Suolauksen tarkoituksena on suojella tien varren asukkaita ja tien käyttäjiä ilmaan nousevalta pölyltä. Lisäksi tarkoituksena on estää tien rakenteen muuttumista, jotta tien pinta säilyisi kiinteänä.

Kesän ilmasto-olosuhteista riippuen suolauksen määrä vaihtelee kesästä ja myös tiestä riippuen. Tien pintamateriaalin hiekkapitoisuus nostaa pölyisyyden määrää, kuten myös tien pohjarakenne. Pohjarakenteen laatu vaikuttaa myös siihen miten paljon niin sanottua maakosteutta tien pintarakenteisiin nousee ja kuinka paljon siitä säilyy tiessä. Tämä vaikuttaa joko vähentäen tai lisäten pölynsidontaan tarvittavan suolauksen määrää.

Sorastus (kuva 3.) on yksi hoitourakoinnin tärkein osa, etenkin, kun sorateita on jopa 35 % Suomen tiestöstä(Liikennevirasto 2014, 7). Vuosien varrella kulutuskerroksen materiaalia kulkeutuu tien pientareille sekä ojiin ja sekoittuu tien alarakenteisiin. Materiaalin katoamiseen vaikuttavia tekijöitä ovat ilmasto, kiviaineksen mineraalikoostumus ja kunnossapito. Kun kulutuskerroksen materiaaliominaisuudet ovat oikeat, tien pinta pysyy kiinteänä ja hävikki on pieni. Materiaalia muuttavat hienoaineksen pölyäminen, karkean osan hienoneminen ja sekoittuminen rakenteisiin ja maahan sekä liukkaudentorjuntahiekka. Tien heikko kantavuus lisää etenkin roudan sulaessa kulutuskerroksen sekoittumista alusrakenteisiin. Karkeaa materiaalia poistuu ajoradalta liikenteen ja virheellisen pinnan tasan kuljettamana ja osa sekoittuu routivaan alusrakenteeseen. Hienoaineksen määrää vähentää pölyäminen ja materiaalin kulkeutuminen sadeveden mukana reunapalteeseen ja sivuojiin. Kulutuskerrosmateriaalin hävikillä on suuri taloudellinen merkitys. Sorateiden kulutuskerroksen uusimiseen käytetään keskimäärin 150–250 tonnia kulutuskerrosmursketta kilometrille kertalisäyksenä 3–5 vuoden lisäskierrolla(Liikennevirasto, Sorateiden hoito-opas 2014).



Kuva 3. Sorastusta (Liikennevirasto, Sorateiden kunnossapito 2014-1

3 REMIX-TYÖMENETELMÄ

3.1 Työmenetelmä

Remix-työmenetelmä on Destian kehittämä hoitourakoinnin väline, jolla voidaan vähentää sorastuksen määrää menetelmää käytetyllä tieosuudella tai tiellä. Remix-työmenetelmää käytetään myös asfalttiurakoinnin yhteydessä kun puhutaan vanhan pinnoitetun tienpinnan rouhimisesta ja uudelleen käyttämisestä uutta asfalttipintaa tehdessä. Tällöin säästetään materiaalikuluissa, kun uutta asfalttimateriaalia ei tarvita murskata ja tehdä niin paljon, sillä osa materiaalista on vanhaa jo tienpinnassa ollutta materiaalia.

Periaate sorateille tehtävässä Remix-työmenetelmässä on samankaltainen kuin pinnoitetuille teille tehtävä eli käytetään hyväksi vanhaa materiaalia. Menetelmän tarkoituksena on uudistaa tiestä poistunut hienempi läpimitaltaan 0–16 mm kulutuspinna murskaamalla pintaan noussut karkeampi materiaali hienommaksi, jolloin saadaan aikaan uusi kulutuskerros soratielle. Tällöin saadaan myös tienhoitoa haittaavia alemmista tiekerroksista nousevia maakiviä murskattua tai poistettua tien rakenteesta. Tavoitteena on vähentää tai korvata jopa kokonaan sorastuksen tarve (Huuskonen, 2009, 55).

Menetelmä sopii hyvin teille, joista soratien kulutuskerros on hävinnyt sateen, liikenteen ja muiden syiden vuoksi. Kuitenkin on tärkeää varmistaa myös, että tien pinnassa ja rakenteissa on tarpeeksi ja riittävän isokokoista kivimateriaalia työkoneelle murskattavaksi ja käsiteltäväksi. Näin ollen saadaan hyvä kerros uutta kulutuskerrosta tien pintaan, jolloin kulutuskerroksen rakenne ja rakeisuus säilyy hyvänä. Paras tulos Remix-käsittelylle saadaan lisäämällä käsitellylle tielle vähäinen määrä muualta tuotua materiaalia Remix-käsittelyn jälkeen.

Työssä käytetty kalusto on yleensä traktorin perässä vedettävä lumilingon näköinen laite (kuva 3.), jonka sisällä olevassa rummussa on rivistö kovametallista valmistettuja hampaita, jotka murskaavat kivet vastinkappaleina olevia teräslevyjä vasten. Terät ja vastinkappaleet ovat vaihdettavissa. Teränvaihto suoritetaan kun kovapalaterien hampaat ovat kuluneet loppuun. Teränvaihtojen väli riippuu tien kivisyydestä, mitä enemmän kiviä sitä nopeammin hampaat kuluvat loppuun.



Kuva 4. Bugnot-työkoneen rumpu ja kovapalaterät (Huuskonen-2009-03-18)

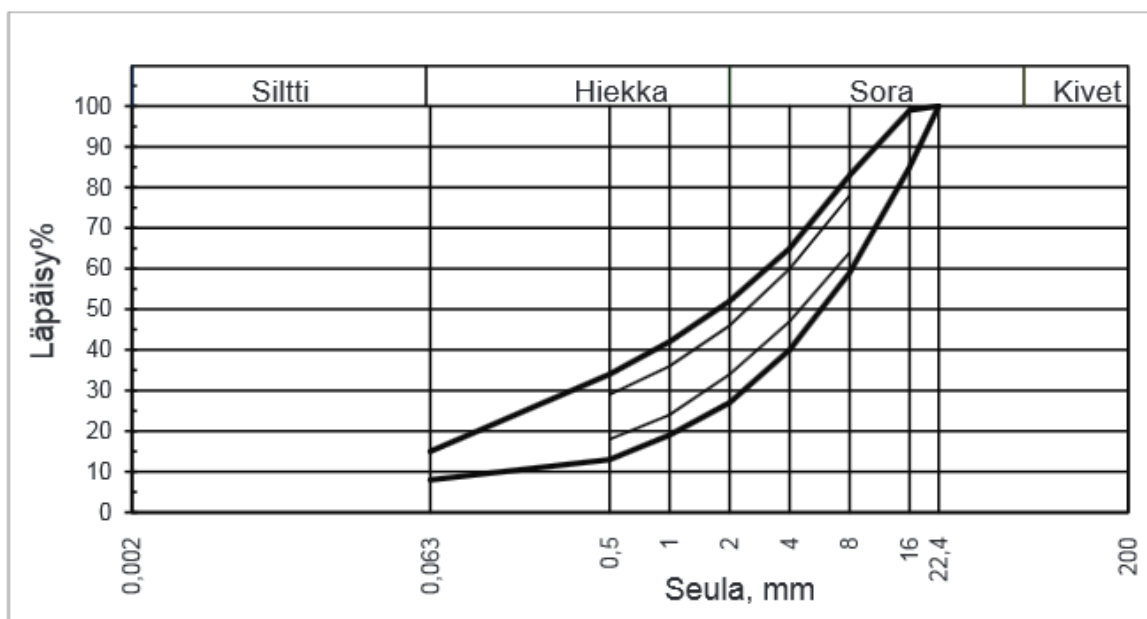
Kuvassa (kuva 4.) käytetyssä bugnot-laitteessa tiehöylä nostaa tie materiaalin "karheille" (kuva 7.) eli kasoiksi ensin työntäen humus-materiaalin pois tieltä, jotta tien kulutuskerroksen rakeisuuskäyrät (taulukko 3.) eivät muutu huonompaan suuntaan hienon humusmateriaalin lisääntymisen vuoksi. Tämän jälkeen Remix-laite vedetään karheiden yli ja murskataan kivet pienemmäksi uudeksi tien kulutuspinnaksi. Karheita tehdään tien materiaalista riippuen kolmesta neljään. Kun materiaali on käsitelty Bugnot-työkoneella, tiehöylä tasoittelee käsitellyn materiaalin takaisin kulutuskerrokseksi. Tasaaminen tulee suorittaa niin että tiehöylä sekä tasaa tien suoraan oikeaan poikkileikkaukseen että pitää tien leveyden kurissa.

Remix-työmenetelmä ei vaikuta tien kulutusmateriaalin laatuun huonontavasti merkittävällä tavalla. Aiemmin Helsingin yliopiston julkaiseman lisensoitettua tutkimusta (Huuskonen 2009, 89–90) mukaan:

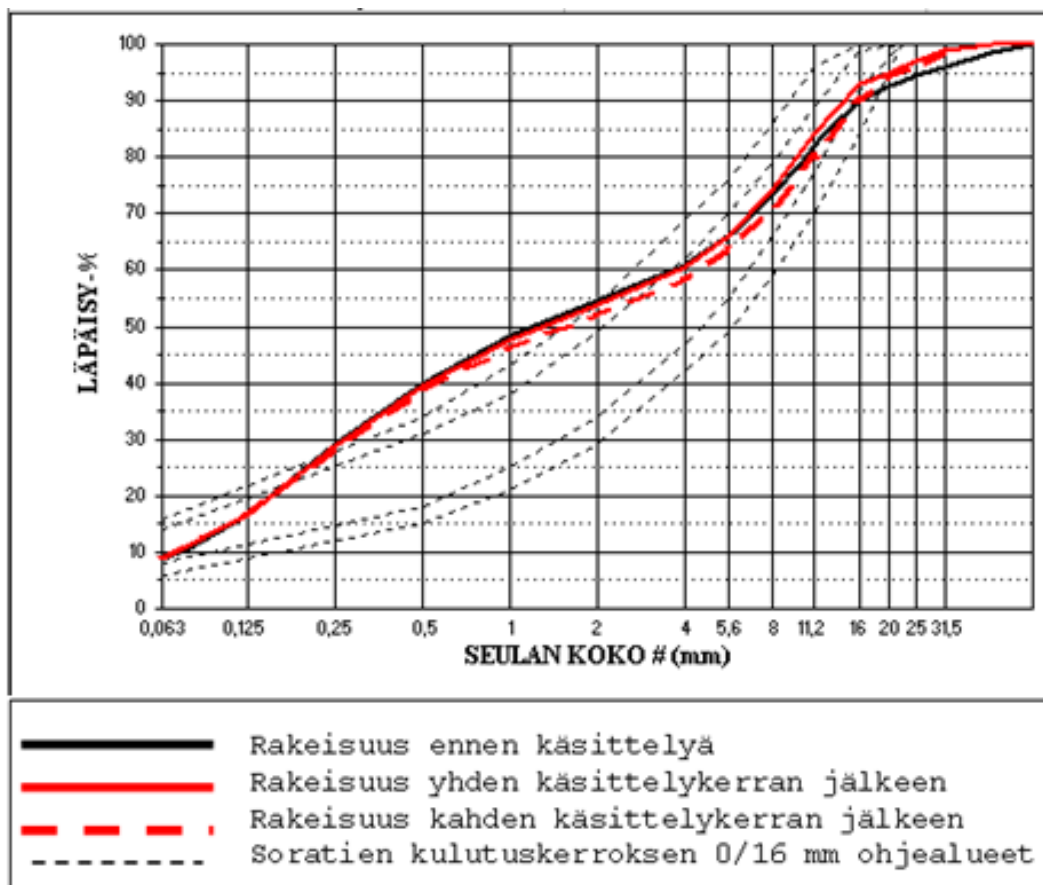
Tien pintaosan käsittely ei todennäköisesti muuta mainittavasti soratien kantavuutta. Käsittelysyvyys ei saa olla niin suuri, että käsittely ulottuisi rakennekerrokseen, joiden kantavuusmoduuli on selvästi kulutuskerrosmurskeita suurempi. Tällaisia voivat olla esimerkiksi kelirikkokorjauksissa käytetyt tierakenteet.

Kun Remix-käsittely tehdään oikein ja niin, että alempia kerroksia ei käsitellä, sillä ei ole vaikutusta tien kantavuuteen. Taulukosta kolme (taulukko 3.) nähdään että Remix-käsittely ei ole vaikuttanut soratien kulutuskerroksen rakeisuuteen (taulukko 4.) merkittävällä tavalla. Etenkään niin, että rakeisuudet kyseisellä tieosuudella olisivat huonontuneet. Täytyy kuitenkin muistaa, että ohjeiden mukaisiin rakeisuuskäyriin ei päästä ilman ulkopuolisen materiaalin lisäämistä tielle.

Taulukko 3. Kulutuskerroksen 0/16 mm rakeisuus vaatimukset. (Liikennevirasto, Sorateiden kunnossapito-2014-1)



Taulukko 4. 15923 Vastimon pt, käsittelykertojen vaikutus rakeisuuteen. (Huuskonen-2009-2-18)



On myös olemassa erillisiä Remix-työkoneita, joiden hampaat keräävät materiaalin suoraan tienpinnasta ja noin 10 cm syvyydestä. Tämä työskentelytapa ei tarvitse tiehöylää eteenä nostamaan materiaalia "karheiksi" vaan tekee sen suoraan maanpinnasta. Tämän jälkeen tiehöylä tasoittaa käsitellyn materiaalin poikkileikkauksien mukaisesti.



Kuva 5. Tie 15919 Heinäsuo-Jokikylä keväällä ennen Remix-käsittelyä (Huuskonen-2009-03-29)

Kuvassa (Kuva 5.) on esimerkki Remix-työmenetelmällä käsiteltävästä tiestä. Voimme havaita, että tien alemmaa isompaa kiviainesta on jo noussut ylös tien pintaan ja tie on sorastuksen tarpeessa. Remix-käsittelyllä tien pinnassa olevat kivet murskataan ja niistä tehdään uusi kulutuskerros.



Kuva 6. tie1519 Heinäsuo-Jokikylä Remix-käsittelyn jälkeen (Huuskonen-2009-03-29)

Kuvassa (Kuva 6.) havaitsemme teiden pinnassa olleiden kivien kadonneen ja tien kulutuskerroksen selvästi parantuneen. Samalla tien poikkileikkaus on parantunut ja tie on myös saatu ojitettua.



Kuva 7. Tiehöylä ja sen tekemä karhe (Huuskonen 2009-03-18)

Remix-työmenetelmän etuja (Huuskonen 2009, 52):

Ympäristöhyödyt

- vähennetään tielle tuotavan materiaalin käyttöä
- Kuljetusten määrä vähenee – > Polttoaineen kulutus ja siitä seuraavat päästöt vähenvät

Tienpidon hyödyt

- materiaalihankinta- ja kuljetuskustannusten vähentyminen, kun materiaalia ei tarvitse kuljettaa
- Poiskuljetettavan materiaalin määrä vähäinen
- Tienhoitoa haittaavat, pinnaosissa sijaitsevat kivet saadaan poistettua

3.2 Käyttö hoitourakoinnissa

Remix-työmenetelmä soveltuu erinomaisesti kohteisiin ja tieosuuksiin, joiden lähellä ei ole materiaallivarastoja tai monttuja, joissa soveltuvaa kulutuspintamateriaalia olisi saatavilla. Lisämateriaalia ei tarvitse lisätä, kun tarvittava materiaali tuotetaan paikanpäällä. Kuitenkin vetiset olosuhteet voivat aiheuttaa materiaalihukkaa niin, että tiehen joudutaan lisäämään ulkopuolista materiaalia, mikä vie kannattavuutta pois Remix-työstä.

Työmenetelmän käyttöä rajoittaa tien taipumus pinta- tai etenkin runkokelirikkoon (Huuskonen 2009, 90). Vaikka Remix-työmenetelmä ei pintakelirikkoo merkittävästi lisää, eikä pintakelirikkoutumatonta tietä ole, on pahojen kelirikko-kohteiden välttäminen kannattavaa. Lisäksi on huolehdittava, että ei heikennetä tien rakenteellista kantavuutta keräämällä materiaalia liian syvältä tien alemmista kerroksista.

Kelirikolla tarkoitetaan pinnan tai tierakenteen heikentymisen aiheuttamaa kulkukelpoisuuden huonontumista tai estymistä. Kelirikko voi vaikuttaa joko pintaan tai rakennekerroksiin, jotka voivat pehmentyä keväällä roudan sulamisen yhteydessä tai muutoin rakenteiden vettyessä etenkin märkänä myöhäissyksynä tai lämpimänä alkutalvena. Tien rakenne voi pehmentyä ja kantavuus heikentyä joko vain tien pinnalta tai myös syvemältä. Sorateillä voi erityyppistä kelirikkoa: pintakelirikkoa ja runkokelirikkoa (Liikennevirasto 2014, 17).

Remix-työmenetelmän jälkeen tien ojitus on tärkeää, sillä tiehöylän tieltään ojiin työntämä materiaali tulee poistaa ja samalla ojitus voidaan suorittaa koko Remix-käsittelylle tieosuudelle. Ojituksen suoritus on tärkeää, jotta tieltä valuvaa vettä saadaan kerättyä ja ohjattua riittävän hyvin pois itse tierakenteista. Ojituksen yhteydessä voidaan myös vaihtaa tai korjata rikkoutuneet rummut, jotka eivät enää toimi.

Hyvissä olosuhteissa ja oikein tehty Remix-työ tuottaa pintaa, jota ei välttämättä tarvitse sorastaa arviolta seitsemään vuoteen. Samalla saadaan kuntoon tien poikkileikkaus, hoitoa haittaavat maakivet pois tien pinnasta uudeksi pintamateriaaliksi, voidaan poistaa suuremmat kivet joita ei bugnotmurskan läpi voida laittaa ja kantoja tien rakenteista. Myös tien sivuun kertyvä maa-aines ja humuspitoinen aines saadaan poistettua tien reunasta. Oikein tehty Remix-pinta on hyvin kiinteää eli se ei välttämättä kaipaa edes suolausta, ainakaan välittömästi. Ongelmia Remix-työssä on se, että menetelmä ei poista pintakelirikoon vaikuttavaa hienoa hiekkapitoista ainesta vaan saattaa jopa lisätä sitä.

Remix-menetelmää on käytetty nyt vuodesta 2007 Destian Nurmeksen alueurakan alueella ja haastattelemani työmaapäällikkö Tapio Talvinen (2015-2-4) on pitänyt kokemuksia Remix-menetelmän käytöstä positiivisina. Talvisen mukaan Remix-menetelmän ansiosta saadaan korjattua tien kulutuskerros, sekä samalla tien poikkileikkaus, ylileveys ja kuivatusjärjestelmät. Menetelmä tuottaa myös oikealla tavalla tehtynä lähes hoitovapaan pinnan pitkäksikin aikaa. Tulee huomioida että menetelmän käyttö vaatii paljon niin tekijöiltä kuin työnjohdolta. Pinnan onnistuminen on työntekijöiden ammattiaidosta kiinni. Lisäksi työnjohdolta vaaditaan näkemystä ja tietoa, jotta menetelmän käyttö voidaan kohdistaa oikeisiin teihin, eikä sitä viedä paikkoihin, missä menetelmän käyttö ei ole kannattavaa tai järkevää. Etenkin runkokelirikkoherkät kohteet on parempi jättää käsittelemättä, vaikka sitten ohittamalla tietyt tieosuudet. Työnjohdon vastuulla on myös seurata sääoloja niin että Remix-käsittelyä ei suoriteta rankkojen sateiden aikaan, millä pilataan lopputulos. Oikein käytettynä ja oikein tehtynä Remix-käsittely hyödyttää kaikkia osapuolia, niin urakoitsijaa, tilaajaa kuin tienkäyttäjää.

Toinen haastattelemani henkilö, aluevastaava Olli Meriläinen (2015-2-5) Pohjois-Savon ELY-keskuksesta kertoi, että Remix-työmenetelmä on käyttökelpoinen ja toimiva työtapana. Menetelmän onnistuminen vaatii vain oikeat välineet ja osaavan henkilöstön. Erityisen tärkeänä Meriläinen piti tiehöylän käyttöä, jotta tien muoto ja poikkileikkaus saadaan oikeaksi.

4 OPINNÄYTETYÖN TULOKSET

Tuloksia varten on tutkittava suoritettuja sorastuksia vuosilta 2007–2013. Tällöin voimme tarkastella onko Remix-menetelmällä käsitellyille teille ajettu vähemmän soraa kuin perinteiseen tapaan sorastetuille teille samoina vuosina. Vertailuksi (taulukko 6 ja 10.) otetaan joku toinen, liikennemääriltään yhtä suuri tie samoilta alueilta jotta menetelmiä voidaan verrata. Tuloksissa tulee ottaa huomioon, että tilastoihin ei ole otettu huomioon pieniä kertaluontoisia, rajattuja hoitotoimenpiteitä, joissa soraa on lisätty tielle. Tilastoista on myös jätetty pois 2007 ja 2008 tehtyjen Remix-töiden osalta ne tiet, missä Remix-menetelmällä on käsitelty ainoastaan tien jokin osa. Näillä teillä lisätyn soran määrää ei ole määriteltänyt niin tarkasti, että niistä selviäisi mille tien osalle soraa on ajettu. Tällöin emme voi tarkasti tietää, onko soraa ajettu tien Remix-käsitellylle osalle, sen muille osille vai tasaisesti koko tielle.

4.1 Vuonna 2007 Remix-käsitellyt tiet

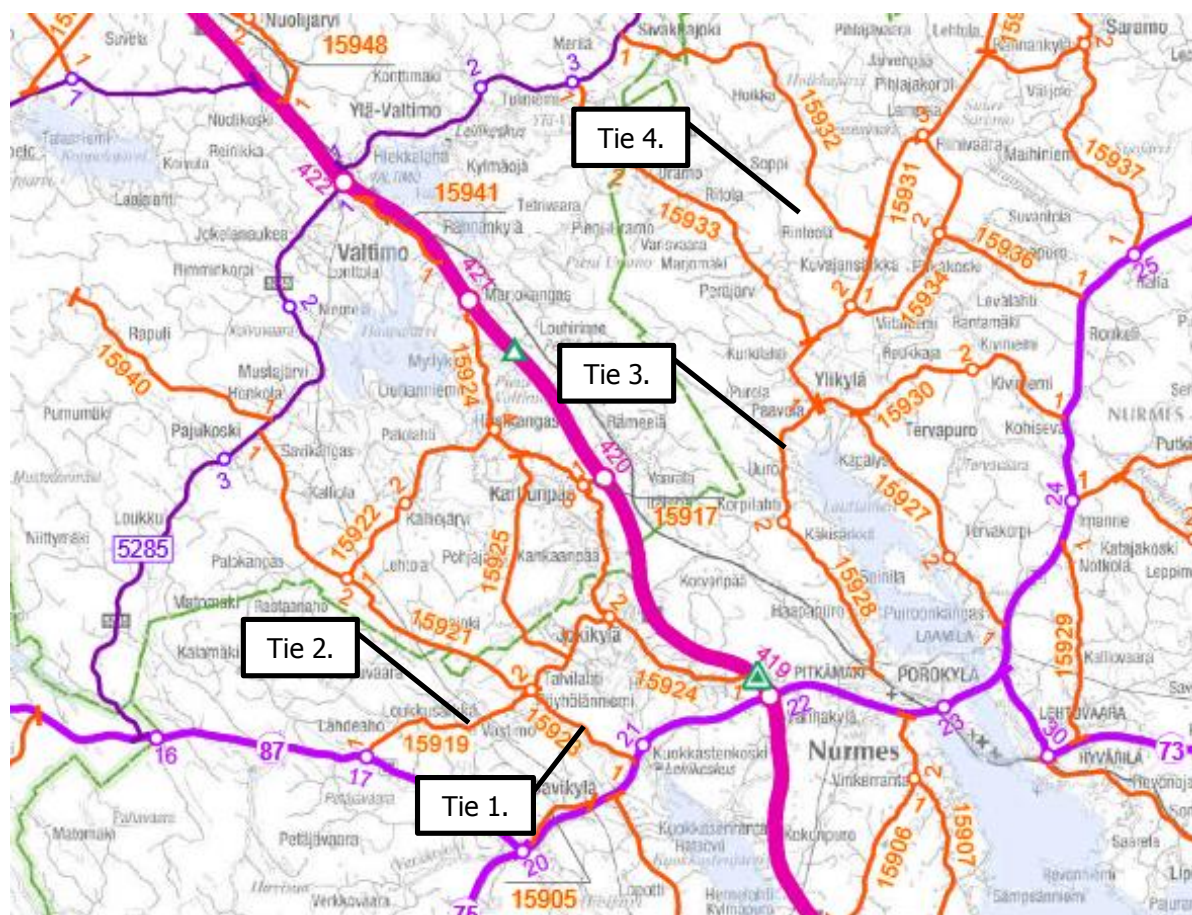
Tutkimuskohteina olevat tiet sijaitsevat Nurmeksen alueurakan alueella. Kunnat Valtimo, Nurmes ja Lieksa sijaitsevat alueella. Vuonna 2007 Remix-kohteena oli kolme tietä (taulukko 5.). Tarkastelua tiestä 15872 Ahonpää-Kuivasalmi ei tehty, sillä sen Remix-käsittely oli sen verran lyhyt osa tiestä, että myöhempi tarkastelu sorastusmääriin ei kerro, onko soraa ajettu Remix-käsitellyille vai muille tien osuuksille. Täten oli vaikea tutkia miten käsittely niihin on vaikuttanut. Alempana on kartta teiden sijainneista (kuva 8.).

Taulukko 5. Vuonna 2007 käsitellyt tiet.

Tien nimi (Remix)	Tiennumero	Pituus km
1. Vastimo	15923	1,3
2. Heinäsuo-Jokikylä	15919	8,8 km
Ahonpää-Kuivasalmi	15872	2,87 km.

Taulukko 6. Vertailutiet. Vuonna 2007 sorasetut tiet.

Tien nimi (Vertailu)	Tiennumero	Pituus km
3. Ylikylä-Porokylä	15928	8,5
4. Hoikantie	15932	11,1

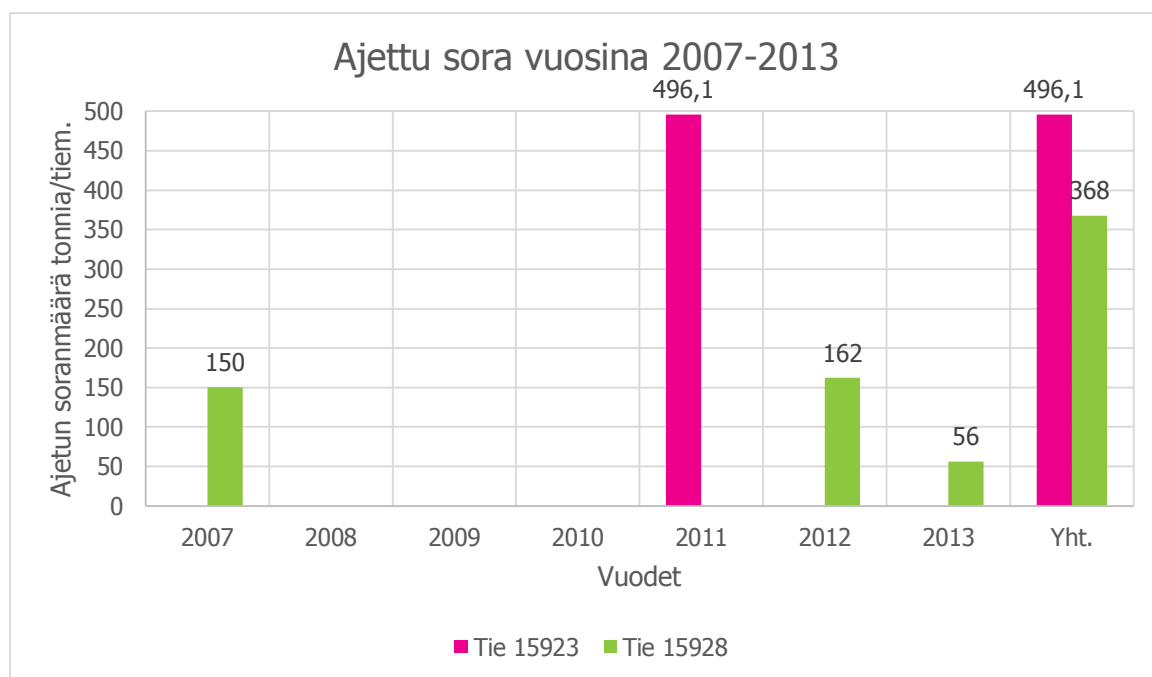


Kuva 8. Vuonna 2007 Remix-käsitellyt tiet ja niiden vertailutiet.

4.1.1 Tienumero 15923 Vastimo

Vertailu aloitetaan vuonna 2007 Remix-työmenetelmällä käsitelty tiestä nro. 15923 Vastimo-75, joka on ensimmäinen Suomessa Remix-käsitelty tie. Tie toimi koeosuutena, jossa haettiin oikeanlaista työtappaa ja -menetelmää. Tie 15923 on Nurmeksen kaupungin alueella sijaitseva 2. hoitoluokan so-ratie. Pituutta tiellä on 1,3 kilometriä. Remix-käsittelyn jälkeen tielle ei ajettu uutta materiaalia muu-
 alta (Huuskonen 2009, 61). Myöhemmin vuonna 2011 tielle ajettiin lisää materiaalia 645 tonnia eli 496,1 tonnia/tiekilometri. Vertailuun otetaan saman hoitoluokantie: tie 15928 Ylikylä-Porokylä. Pi-
 tuutta tiellä on 8,5 kilometriä. Vuonna 2007 tielle ajettiin soraa 795 eli 150 tonnia/tiekilometri
 Urakka-asiakirjoja tarkastellessa huomataan, että tielle 15928 on ajettu soraa vuonna 2012 yh-
 teensä 1374 tonnia eli 162 tonnia/tiekilometri ja uudelleen vuonna 2013 478 tonnia eli 56 tonnia/tie-
 kilometri.

Kuvio 7. Ulkopuolisen soran määrän vuosina 2007–2013 teille 15923 ja 15928.



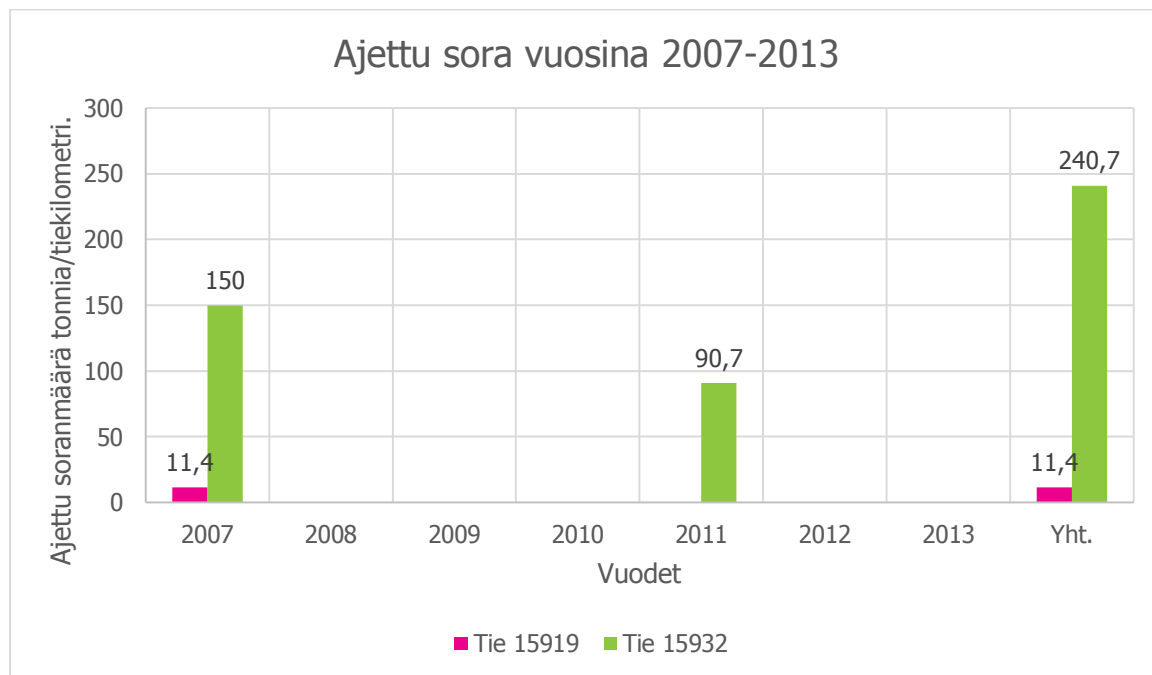
Kuviosta (kuvio 7.) nähdään että Remix-käsitellylle tielle on vuonna 2011 lisätty huomattava määrä uutta materiaalia. Tähän on vaikuttanut luultavimmin se että tie oli ensimmäinen Remix-käsitelty tie Suomessa ja tiellä lähinnä haettiin oikeanlaista käsittelytapaa myöhempisiin Remix-käsitteilyihin.

4.1.2 Tie numero 15919 Heinäsuo-Jokikylä

Seuraavana tarkastellaan samana vuonna 2007 Remix-käsiteltyä tietä nro. 15919 Heinäsuo-Jokikylä. Tie on soratie, jolla on pituutta 8,8 kilometriä. Nurmeksien kunnan alueella sijaitseva tie on soratieluokitukseltaan luokkaa 3. Käsiteltävää materiaalia tiestä saatiin yhteensä 3,7 tonnia eli 420 tonnia/tiekilometri. Tielle myös ajettiin muualta tuotua materiaalia noin 100 tonnia kohteisiin, joissa havaittiin pinnan liettymistä. Tämä tarkoittaa 11,4 tonnia/tiekilometri ajettua materiaalia. Tämän jälkeen tielle ei ole ajettu ulkopuolista materiaalia (Huuskonen 2009, 64).

Remix-käsitellyn tien verrokiksi otetaan saman soratieluokan omaava tie, joka on samana vuonna normaaliin tapaan sorastettu. Tähän valitsin vuonna 2007 sorastetun Hoikantien nro. 15932 Nurmeksien kunnan alueelta. Pituutta tällä tiellä on 11,1 kilometriä. Hoikantielle ajettiin vuonna 2007 yhteensä 1665 tonnia soraa eli 150 tonnia/tiekilometri. Myöhemmin tielle on ajettu materiaalia uudelleen vuonna 2012 yhteensä 972 tonnia eli 87,5 tonnia/tiekilometri. Yhteensä Hoikantielle on ajettu seitsemän vuoden aikana yhteensä 2672 tonnia eli 240,7 tonnia/tiekilometri.

Kuvio 8. Ulkopuolisen soran määrän vuosina 2007–2013 teille 15919 ja 15932.



Kuviosta (kuvio 8.) havaittiin että ulkopuolisen soran määrä tielle 15932 Hoikantie on ajettu soraa huomattavasti enemmän kuin Remix-käsitellylle tielle 15919. Ylempänä olevista kuvista nähdään että sorastuksen puute tiellä 15919 ei johdu tienhoidon puutteista. Kuvasta yhdeksän (kuva 9.) nähdään, että kulutuskerroksen materiaalia tiellä on vielä, vaikka tie onkin muokattu muutama päivä ennen kuvan ottamista, jolloin tien pinta ei ole ehtinyt tasaantua.



Kuva 9. Tie 15919 Heinäsuo-Jokikylä tie seitsemän vuotta Remix-käsittelyn jälkeen ja muutama päivä pinnan muokkauksen jälkeen.(Vartiainen-2014-10-9)

4.2 Vuonna 2008 Remix-käsitellyt tiet

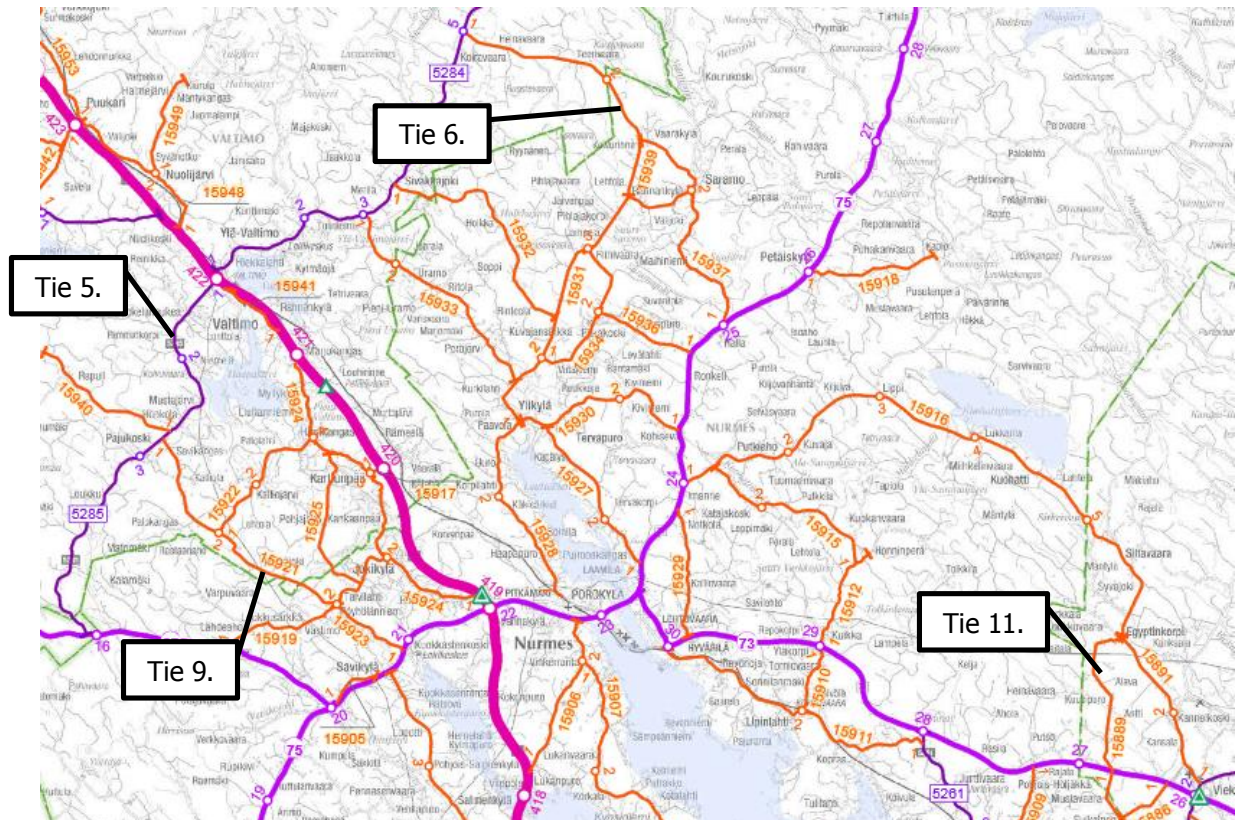
Seuraavana vuonna Remix-käsittely suoritettiin seitsemälle tielle (taulukko 9). Näistä jälleen karsittiin vajaille tienosuuksille tehdyt käsittelyt niiden tuloksien tarkastelun vaikeuksien vuoksi. Tässä tapauksessa se tarkoittaa tietä numero 5200 Lylyvaara-Väärälampi. Tarkastelusta poistaminen johtuu sen lyhyen osuuden vuoksi joten ei tiedetä tarkasti onko mursketta ajettu juuri tien tuolle osuudelle. Samalla tien tämä osuus on 1. hoitoluokan soratie, jolle ei ole vastinetta 2008 sorastetuissa teissä. Alempana on kartta teiden sijainneista (kuvat 10 ja 11.).

Taulukko 9. Remix-käsitellyt tiet vuonna 2008

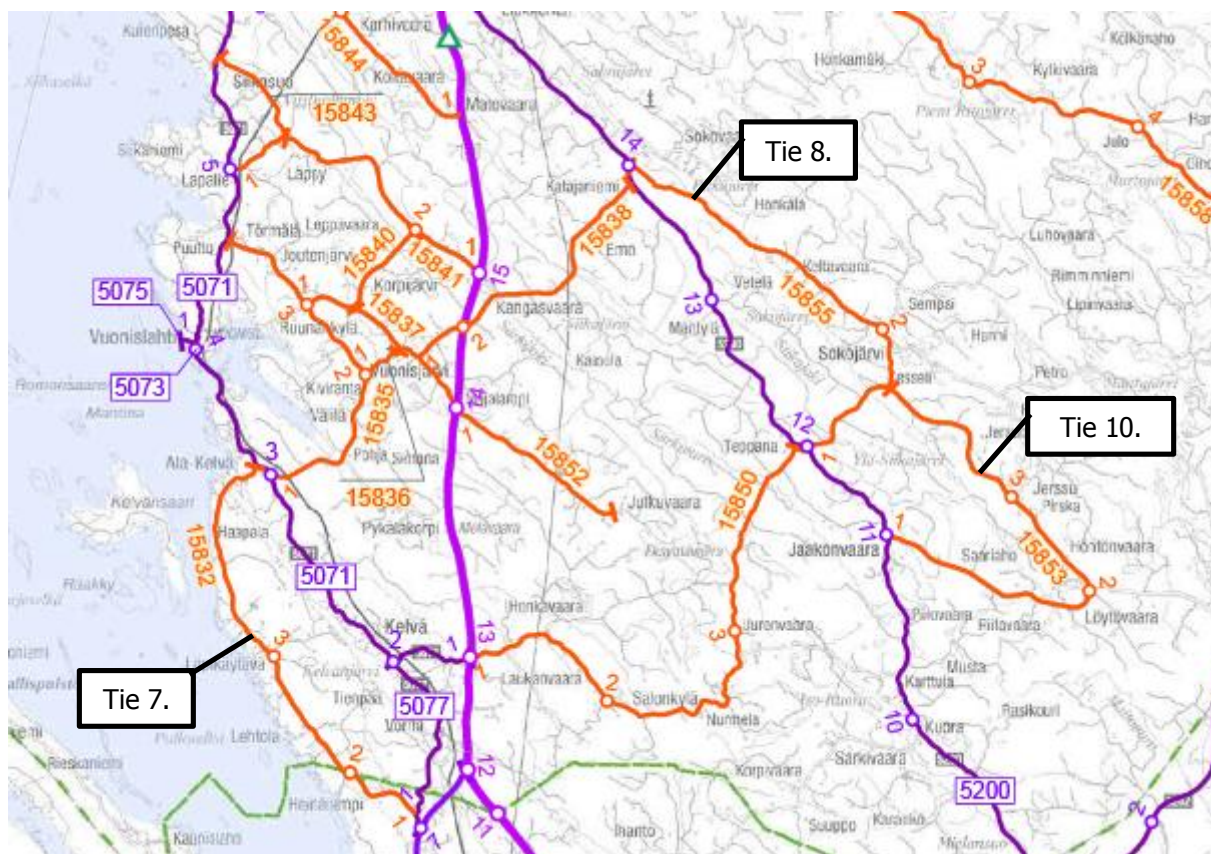
Tien nimi (Remix)	Tien numero	Pituus km
5. Valtimo-Lotma	5285	16,1 km
6. Sivakka-Saramo	15939	9,3 km
Lylyvaara-Väärälampi	5200	5,6 km
7. Lehtola	15832	6 km
8. Sokojärvi	15855	4,9 km

Taulukko 10. Vuonna 2008 Remix-käsitellyt tiet ja niiden vertailutiet

Tien nimi (Vertailu)	Tien numero	Pituus km
9. Pajukoski-Vastimo	15921	11,8 km
10. Höntönvaara	15850	14,3 km
11. Egyptinkorpi	15889	8 km



Kuva 10. Vuonna 2008 Remix-käsitellyt tiet ja niiden vertailutiet.



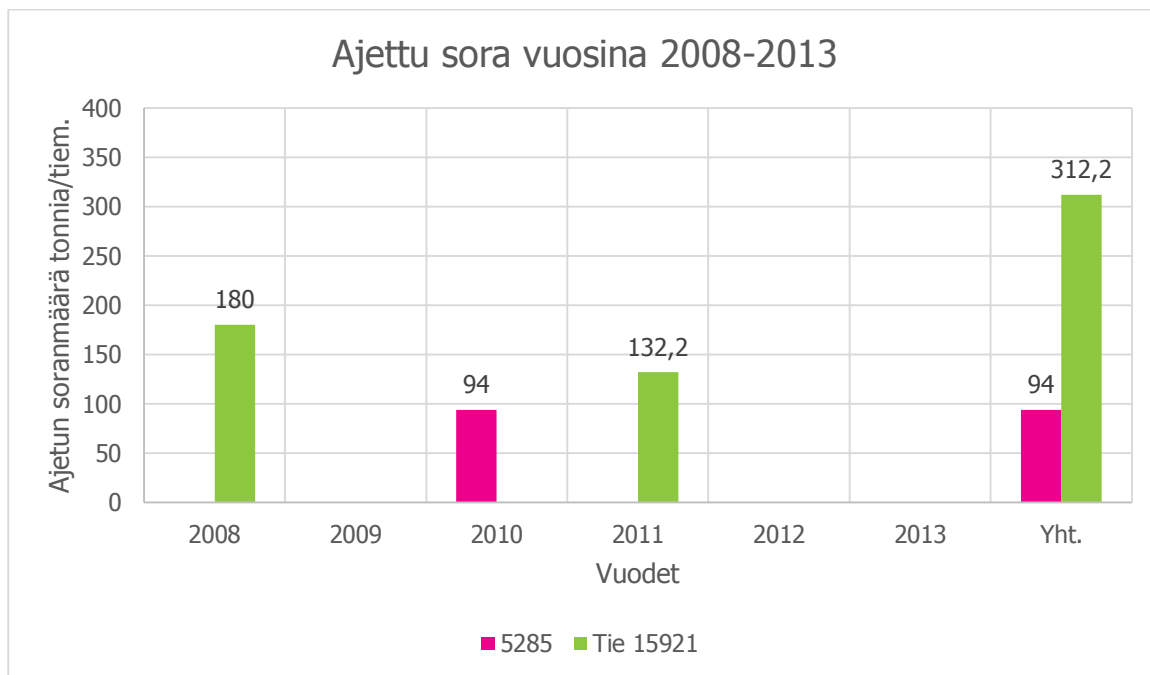
Kuva 11. Vuonna 2008 Remix-käsitellyt tiet ja niiden vertailutiet.

4.2.1 Valtimo-Lotma nro. 5285

Ensimmäisenä tarkastellaan tietä 5285 Valtimo-Lotma, joka Remix-käsiteltiin vuonna 2008. Tie Lähtee Valtimolta valtatie 6:n varresta ja päättyy kantatie 87:n varteen Rautavaaran kunnan ja Nurmeksen kaupungin rajalle. Soratieluokitukseltaan tie on 1. ja 2. luokan tietä. Käsiteltävää pituutta tiellä on 16,6 kilometriä. Vertailutieksi otetaan tie numero 15921 Pajukoski-Vastimo, joka 11,8 kilometriä pitkä 2. luokan tie.

Remix-käsitellylle tielle numero 5285 ei ajettu Remix-käsittelyn jälkeen muualta tuotua materiaalia. Remix-käsitellyllä saatiin tiestä yhteensä 7060 materiaalia eli 440 tonnia/tiekilometri. Myöhemmin tielle ajettiin vuonna 2010 1560 tonnia muualta tuotua materiaalia (Huuskonen 2009, 68). Tämä tarkoittaa 94 tonnia tiekilometri. Vertailutienä oleva tie numero 15921 Pajukoski-Vastimo sorastettiin vuonna 2008 2100 tonnilla eli 180 tonnia/ tiekilometri. Vuonna 2011 tietä sorastettiin jälleen 1560 tonnilla eli 132,2 tonnia/ tiekilometri. Tämä tekee yhteensä 312,2 tonnia/ tiekilometri.

Kuvio 9. Ajetun soran määrä teille 5285 ja 15921 vuosina 2008–2013.



Samat tulokset toistuvat yllä olevassa kuviossa (kuvio 9.) kuten aiemminkin: Vuonna 2008 sorastetulle tielle ajetun soran määrä on suurempaa kuin Remix-käsitellylle tiellä.

4.2.2 tie 15939 Sivakka-Saramo

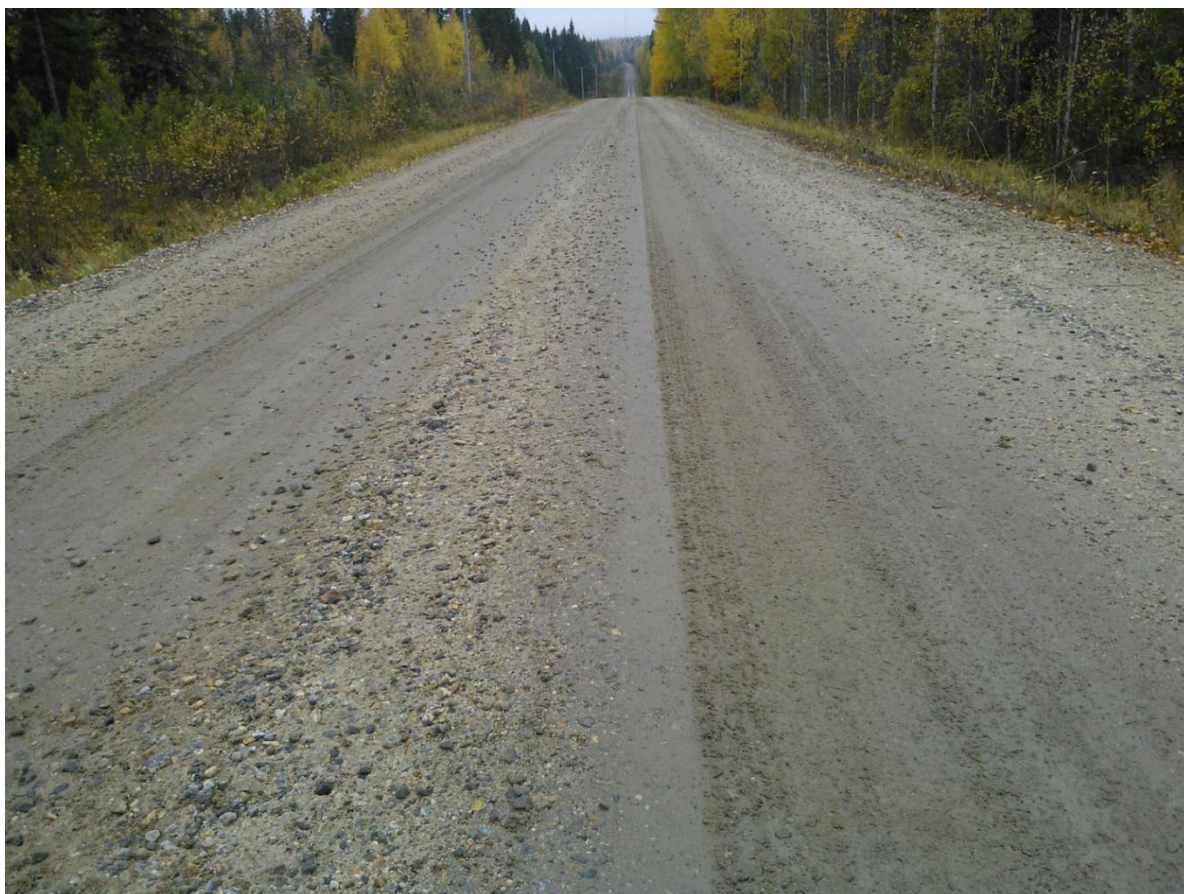
9,6 kilometriä pitkä Sivakka-Saramo on 3. hoitoluokantie, joka Remix-käsiteltiin 2008 syksyllä kun sen kulutuskerroksen huomattiin heikentyneen (kuva 12.). Remix-käsittelyn jälkeen (kuva 13.) tielle ajettiin 60 tonnia materiaalia paikkoihin joissa havaittiin pinnan liettymistä (Huuskonen 2009, 69). Tien kulutuskerroksen kunto on säilynyt hyvänä vaikka tielle ei materiaalia ole ajettu vuoden 2008 jälkeen (kuva 14.). Vertailuksi otetaan 14,3 kilometriä pitkä tie numero 15850 Höntönvaarantie Lieksan kaupungin alueella. Tietä sorastettiin vuonna 2008 1430 tonnilla eli 100 tonnia/ tiekilometri. Kummallekaan ei tämän jälkeen ajettu materiaalia (Destia).



Kuva 12. Kuva tieltä 15939 Sivakka-Saramo ennen Remix-käsittelyä. (Huuskonen 2009-03-18)

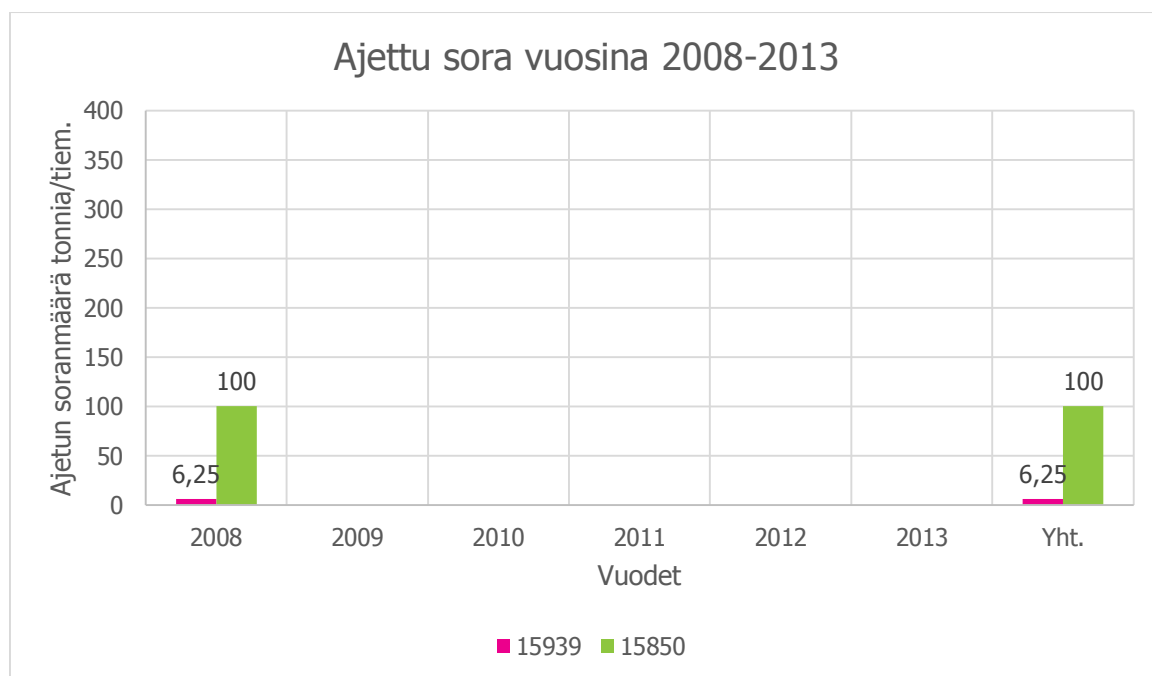


Kuva 13. Tie 15939 Sivakka-Saramo Remix-käsittelyn jälkeen. (Huuskonen 2009-03-18)



Kuva 14. Tieltä 15939 Sivakka-Saramo 6 vuotta Remix-käsittelyn jälkeen.(Vartiainen-2014-10-9)

Kuvio 10. Ajetun soran määrä teille 15939 ja 15850 vuosina 2008–2013.

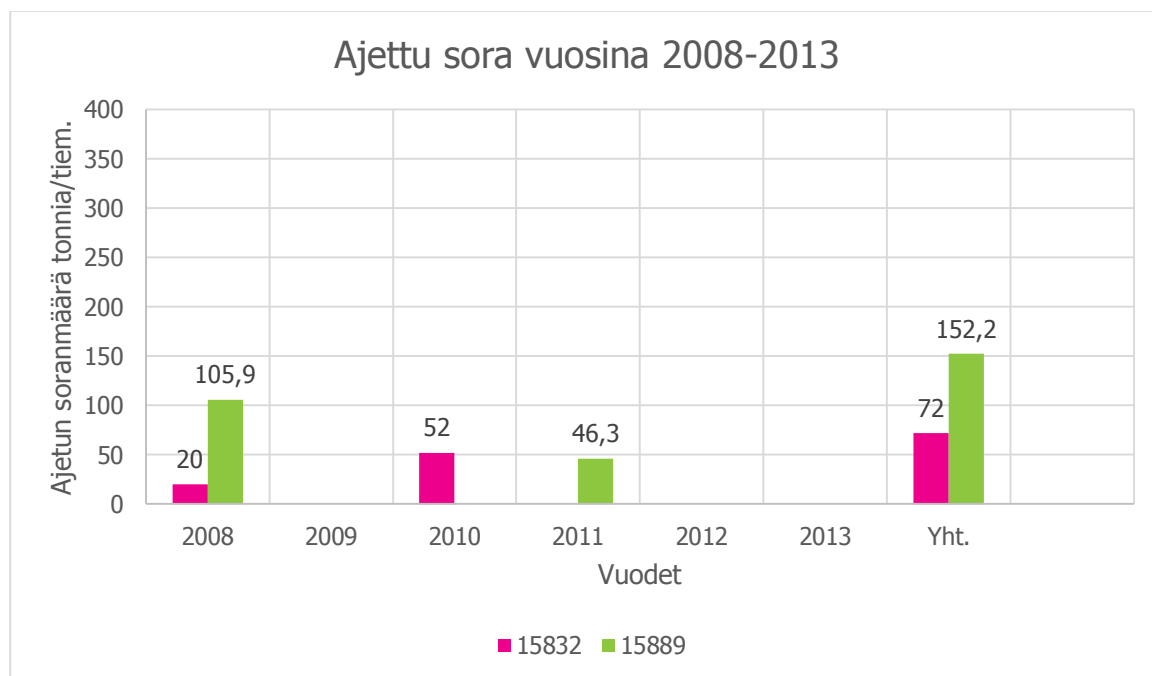


Kuviosta (kuvio 10.) nähdään että kummallekaan tielle ei ole ajettu vuoden 2008 jälkeen materiaalia, mahdollisesti teiden hiljaisuudesta ja kulutuskerroksen laadusta johtuen.

4.2.3 Tie 15832 Lehtolantie

Lehtolantie on Lieksan kaupungin alueella sijaitseva osittain päällystetty tie. Tie on luokitukseltaan 2. hoitoluokan soratie. Lehtolantien Remix-käsittely koski ainoastaan sen kolmatta, ei pinnoitettua osuutta. Pituutta osuudella on 6 kilometriä. Käsittelyn aikana käsiteltiin 1990 tonnia materiaalia eli 330 tonnia/tiekilometriä kohden. Käsittelyn jälkeen tielle lisättiin 120 tonnia, 20 tonnia/ tiekilometri paikkoihin, joissa lisämateriaaliin havaittiin tarvetta (Huuskonen 2009, 74). Myöhemmin 2010 tielle ajettiin 312 tonnia soraa eli 52 tonni/ tiekilometri. Vertailun kohteena on 2. hoitoluokan tie numero 15889 Egyptinkorventie, jonka sorastus tapahtui 2008. Kohteeseen ajettiin 847 tonnia soraa eli 120 tonnia/ tiekilometri ja uudelleen 2011 373 tonnia.

Kuvio 11. Ajetun soran määrä teille 15832 ja 15889 vuosina 2008–2013.

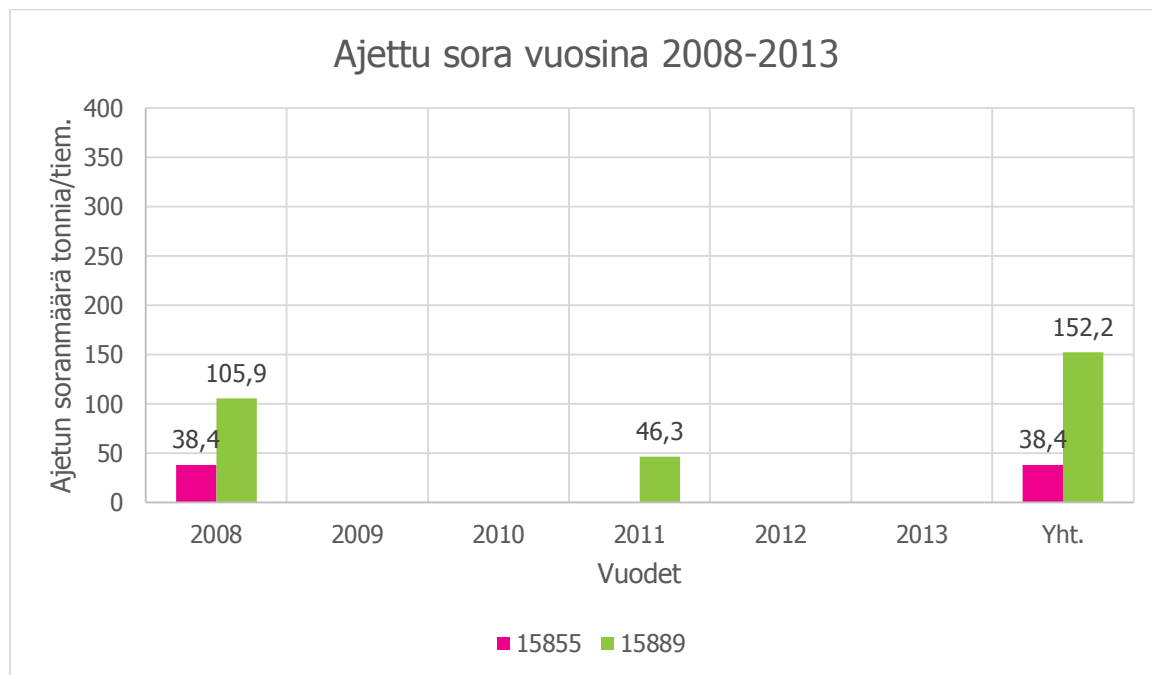


Kuviosta (kuvio 11.) nähdään että Remix-käsittelylle tielle ajettun soran määrä on pienempi. Ero ei ole suuri, mutta Remix-menetelmällä sorastetun tien sorastus määrät ovat kuitenkin merkittävästi pienempiä kuin tavallisesti sorastetun tien. Tämä tukee aikaisempien tarkastelujen tuloksia, joissa myös havaittiin Remix-teiden soritusmäärien olevan pienempiä kuin vertailuteiden.

4.2.4 Tie 15855 Sokojärvi

Viimeisenä tarkastelun kohteena on tie numero 15855 Sokojärventie Lieksan kaupungin alueella. Tien pituus yhteensä on 13 kilometriä, pääosin 2. hoitoluokan tietä. Remix-käsittelyn kohteena oli tästä 5,2 kilometrin pituinen osuus. Remix-käsittelyn aikana materiaalia käsiteltiin 1700 tonnia. Tielle lisättiin käsittelyn jälkeen noin 200 tonnia mursketta (Huuskonen 2009, 72). Tämän jälkeen mursketta ei ole lisätty. Vertailuun otetaan jälleen tie numero 15889 Egyptinkorventie. Kuten aiemmin kirjoitin tie sorastettiin 2008 847 tonnilla ja 2011 373 tonnilla.

Kuvio 12. Ajetun soran määrä teille 15855 ja 15889 vuosina 2008–2013.



Kuviosta (Kuvio 12.) nähdään että myös tiellä 15855 Remix-käsittelyn jälkeen ajettun murskeen määrä tielle on pienempää kuin tavallisesti sorastetulle tielle ajettun murskeen määrä. Tulos tukee jo aikaisemmin nähtyä mallia, jonka mukaan Remix-käsittely on vähentänyt murskeen ajon määrää.

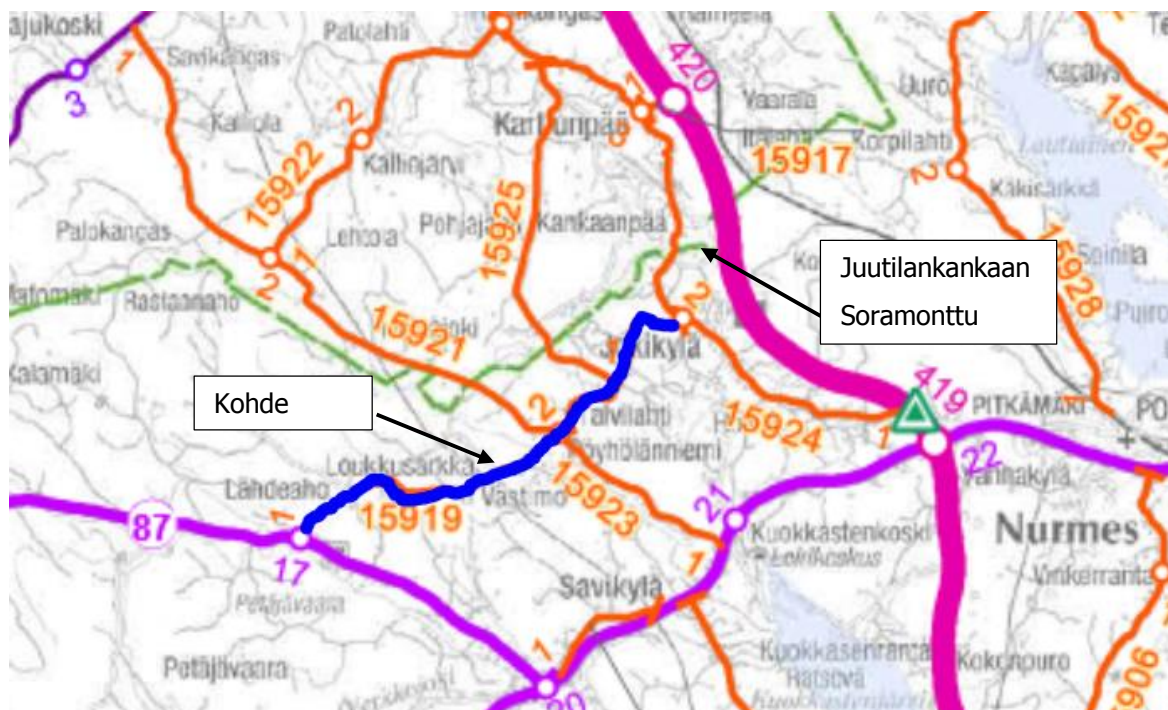
Tuloksia tarkastellessa huomataan, että useimmissa tapauksissa Remix-käsittelyille teille on ajettu jopa kolme-neljä kertaa vähemmän mursketta kuin normaaliin tapaan sorastetuille teille. Useimmissa tapauksissa Remix-käsittelyille osuuksille ajettiin kyllä mursketta käsittelyn jälkeen estämään liettymistä pienissä kohteissa, mutta vähemmän kuin pelkän sorastuksen yhteydessä. Samalla Remix-käsittelyillä teillä on vähentynyt tarve myöhempään murskeen lisäämiseen. Ainoa kohde, missä Remix-käsittelyn jälkeen materiaalin määrä ylittää tavallisesti sorastetun vertailutien sorastusmäärän, on tiellä numero 15923. Kyseisellä tiellä murskeen määrä Remix-käsittelyllä tiellä ylitti tavallisesti sorastetun tien määrän yli 100 tonnilla, vertailtaessa sitä tarkastelu ajanjaksolla 2007–2013. Kaikissa muissa tapauksissa Remix-käsittely on vähentänyt murskeen määrää joissain tapauksissa jopa 3–4-kertaisesti suhteessa tavallisesti sorastettuun tiehen.

4.3 Päästöjen väheneminen

Remix-käsittelyn yhtenä etuna on myös ympäristön säästäminen, kun vältetään suurilta ajomääriltä materiaaliavarastoilta kohteeseen. Vaikka uudet kuorma-autojen päästöt ovatkin vähentyneet huomattavasti uuden teknologian ja EURO-luokitusten ansiosta, kuorma-autojen päästöt ovat silti huomattavat suuremmat kuin traktoreiden päästöt. Vaikka kuorma-autojen päästörajat ovat tiukemmat kuin traktoreiden, on traktoreiden kulutus jopa tuplasti pienempi kuin kuorma-autojen. Lukuja kuitenkin tasoittaa Remix-kohteissa tarvittava tiehöylä jonka kulutus nostaa sen ja traktorin yhteismäärän kuorma-auton tasolle. Asiaan vaikuttaa se, että traktori ja tiehöylä kulkevat Remix-kohteissa keskimäärin kolme kertaa tien pituuden, kuorma-auton pitää ajaa useampaan kertaan samalla tielle.

Näistä puuttuu vielä matka, jonka kuorma-auto joutuu ajamaan materiaalinottoalueelta kohteeseen.

Otetaan esimerkiksi vuonna 2007 Remix-käsitelty tie 15919 Heinäsuu-Jokikylä, joka on 8,8 kilometriä pitkä tie. Kyseisen tien kohdalla soraomonttu sijaitsee aivan tien lähetyvillä niin, että kuljetusmatkat jäävät lyhyiksi.



Kuva 15. Tarkastelun kohteena oleva tie ja lähimmän materiaalialueen sijainti. (Liikennevirasto, Tienumerokartta)

Keskimääräisesti soratietä sorastetaan noin 150–200 tonnilla mursketta/tiekilometri. Arvioidaan, että sora kuluisi noin 150 tonnia/tiekilometri, kuten kyseisellä tiellä. Materiaalin ottopaikalle on tieltä matkaa noin yhden kilometrin verran. Kuorma-autoon ja kassettiin mahtuu materiaalia noin 40 tonnia. Tämä tarkoittaisi että 8,8 kilometrin matkan auto kulkisi noin 33 kertaa. Lisäksi täytyy ottaa mukaan matka materiaalinotto paikalta itse tielle eli yhteensä noin 66 kilometriä, kun matka oli yksi kilometri ja matkoja tulee 33. Yhteensä kassetti kulkee siis noin 696 kilometriä sorastuksen aikana. Uusien EURO-5 luokituksen mukaiset ajoneuvot tuottavat kuljettajan mukaan arviolta 2,26 kg CO₂/polttoainelitra, kun kulutus on kuljettajan mukaan arviolta noin 35 litraa 100 kilometrillä. Kuorma-auton hiilidioksidipäästöt ovat 696 kilometriä * 0,35 litraa = 243,6 litraa * 2,26 kg = 550,5 kg hiilidioksidia sorastettaessa kyseistä tietä.

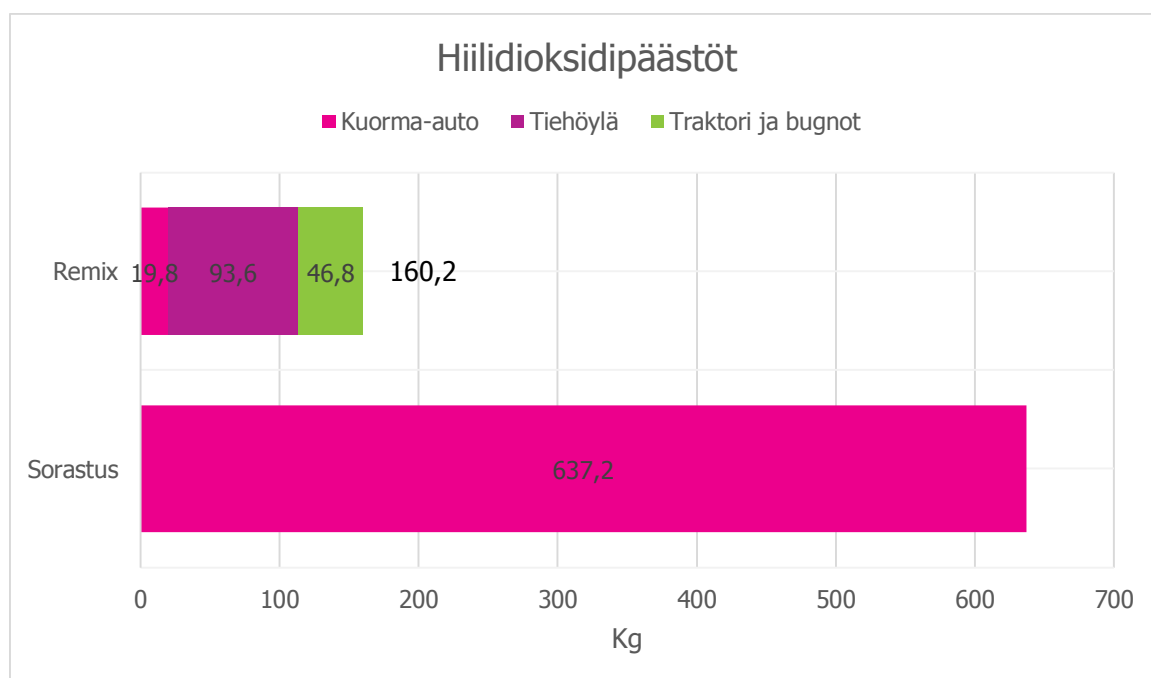
Laskemissa on vielä huomioitava että melkein jokainen tarkasteltu vertailutie on sorastettu uudelleen ainakin kerran vielä 2007 tai 2008 tapahtuneen sorastuksen jälkeen. Kuvista 15 (kuviosta 15.) voidaan nähdä että teille on ajettu keskimäärin 80 tonnia/tiekilometri jossain vaiheessa vuosina 2009–2013. Kuorma-auto ajaa jokaiselle tie kilometrille kaksi kertaa. Tämä tarkoittaa että kuorma-auto ajaa yhteensä 109,6 kilometriä.

Kuorma-auton päästöt: 109,6 kilometriä * 0,35 l/kilometri = 38,36 l * 2,26 kg CO₂/l = 86,7 kg CO₂

Remix-käsittelyssä luonnollisesti jää pois edestakaisen ajamisen vaiva, kun materiaalia ei tarvitse ajaa otto paikalle vaan työ suoritetaan paikan päällä. Tiehöylä joutuu kulkemaan matkan noin 10 kertaa, kun otetaan huomioon materiaalin karheelle nosto, reunamaan poisto ja käsitellyn materiaalin tasoitus. Tämä tekee siis arviolta 90 kilometriä kyseisen tien koko käsittelyn aikana. Saman verran kulkee myös traktori Remix-sekoittimiseen käsittelyn aikana. Tiehöylän kulutus on noin kuljettajalta kuulemani mukaan 40 litraa/100 kilometriä ja traktorin kuljettaja kertoi kulutukseksi noin 20 litraa/100 kilometriä. Tiehöylä ja traktori molemmat tuottavat kuljettajien mukaan hiilidioksidia 2,6 kg/polttoainelitra.

Tiehöylän hiilidioksidipäästöt ovat 90 kilometriä * 0,4 litraa/kilometri = 36 litraa * 2,6 kg CO₂/litra = 93,6 kg hiilidioksidia työn aikana. Traktorin hiilidioksidipäästöt ovat taas 90 kilometriä * 0,2 litraa/kilometri = 18 litraa * 2,6 kg CO₂/litra = 46,8 kg hiilidioksidia. Yhteensä siis tiehöylä ja traktori tuottavat 140,4 kg hiilidioksidia kyseisellä Remix-käsittelykerralla. Kun lasketaan vielä, että tielle ajettiin yhteensä 100 tonnia mursketta eli 11,4 tonnia/tiekilometri, huomataan, että kuorma-auto kulkee tien matkan noin kaksi ja puoli kertaa eli 25 kilometriä. Kuorma-auton hiilidioksidipäästöt ovat 25 * 0,35 litraa/kilometri = 8,75 litraa * 2,26 kg/litra = 19,8 kg hiilidioksidia.

Kuvio 13. Remix-käsittelyn ja sorituksen tuottamat hiilidioksidimäärät esimerkki tiellä 15919.



Kuviosta (kuvio 13.) nähdään että Remix-toimenpiteen tuottamat hiilidioksidimäärät ovat jopa yli kolme kertaa pienemmät kuin kuorma-auton tuottamat hiilidioksidimäärät sorastaessa. Määrät ovat vielä merkittävämmät sekä soritusmäärien kasvaessa, jolloin matkojen määrä kasvaa että matkojen materiaalinotto paikalle pidentyessä. Remix-työmenetelmän etuna onkin, että siinä työ voidaan suorittaa paikan päällä ja suuresti vaikuttava edestakainen kulkeminen jää pois. Samalla voidaan todeta Remix-käsittelyn vähentävän myös muita pakokaasujen kaasuja kuten rikki- ja typpidioksideja ja hiilimonoksidia eli häkää.

Kun vielä tarkastellaan asiaa koko urakan sorastuksen kannalta, päästöjen vähentyminen on todella merkittävää. Nurmeksen alueurakan sopimuksessa määritelty sorastusmäärä on noin 28 000 tonnia per vuosi. Tästä määrästä Remix-työmenetelmällä voidaan korvata noin kolmasosa. Tämä tarkoittaa noin 9 300 tonnia, joka kulutusmateriaalimäärien kuljettamisessa säästetään, kun kuljetetaan materiaalia kasetilla, jonka kuljetuskapasiteetti on 40 tonnia. Kun keskimäärin urakan alueella kuljetusmatkat ovat noin 13 kilometriä, suuntaansa. vastaa tämä 3022,5 kilometriä. Tilastoihin ei ole laskettu edestakaisen kulkemisen matkaa, vaan ainoastaan yksisuuntainen matka.

Remix-käsittelyllä käsitellään keskimäärin noin 250 tonnia/ tiekilometri. Tämä tarkoittaa, että 9 300 tonnilla käsitellään 37,2 kilometriä tietä. Lasketaan vielä, että kuorma-auto lisää tielle mursketta 20 tonnia/ tiekilometri parantamaan pintaa, kuten keskimäärin Remix-kohteisiin on lisätty. Tässäkin lasketaan ainoastaan yksisuuntainen matka, ei siis edestakaisin kulkemista.

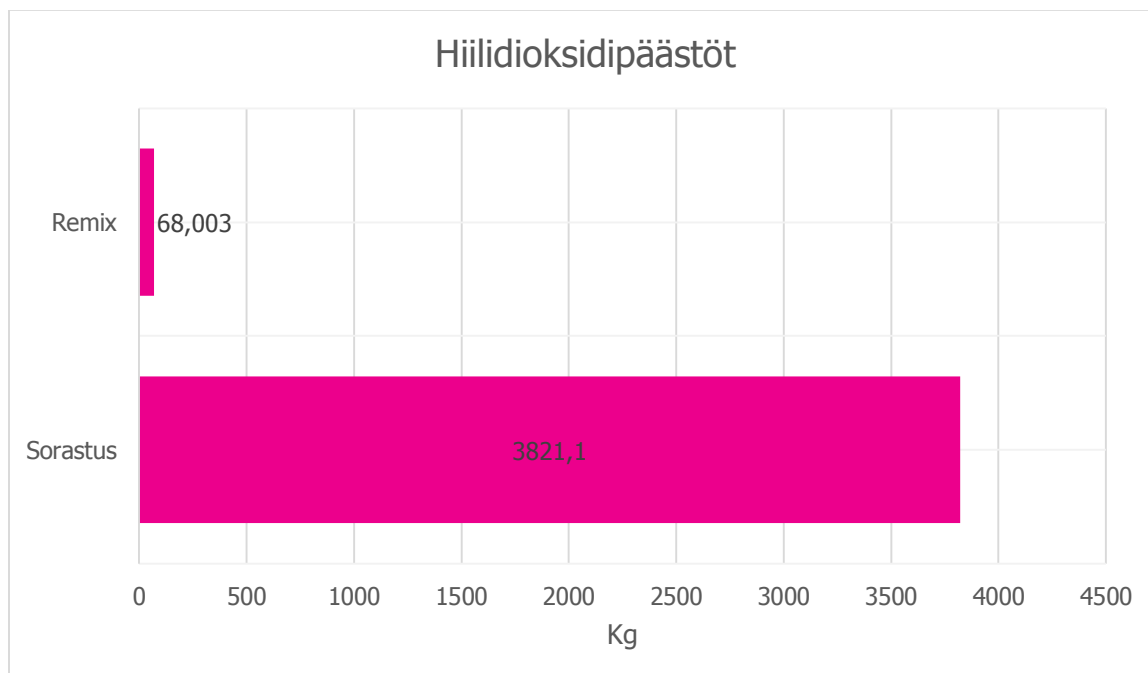
Tiehöylän päästöt: $37 \text{ kilometriä} * 0,40 \text{ l/kilometri} = 14,8 \text{ l} * 2,6 \text{ kg CO}_2/\text{l} = 38,48 \text{ kg CO}_2$

Traktorin päästöt: $37 \text{ kilometriä} * 0,20 \text{ l/kilometri} = 7,4 \text{ l} * 2,6 \text{ kg CO}_2/\text{l} = 19,24 \text{ kg CO}_2$

Kuorma-auto: $13 \text{ kilometriä} * 0,35 \text{ l/kilometri} = 4,55 \text{ l} * 2,26 \text{ kg CO}_2/\text{l} = 10,283 \text{ kg CO}_2$

Yhteensä ne siis tuottavat: $38,48 + 19,24 + 10,283 \text{ kg CO}_2 = 68,003 \text{ kg CO}_2$

Kuvio 14. Hiilidioksidipäästöt verrattaessa Remix-työmenetelmää ja sorastuksen tuottamat CO₂ päästöt koko urakan mittakaavassa.



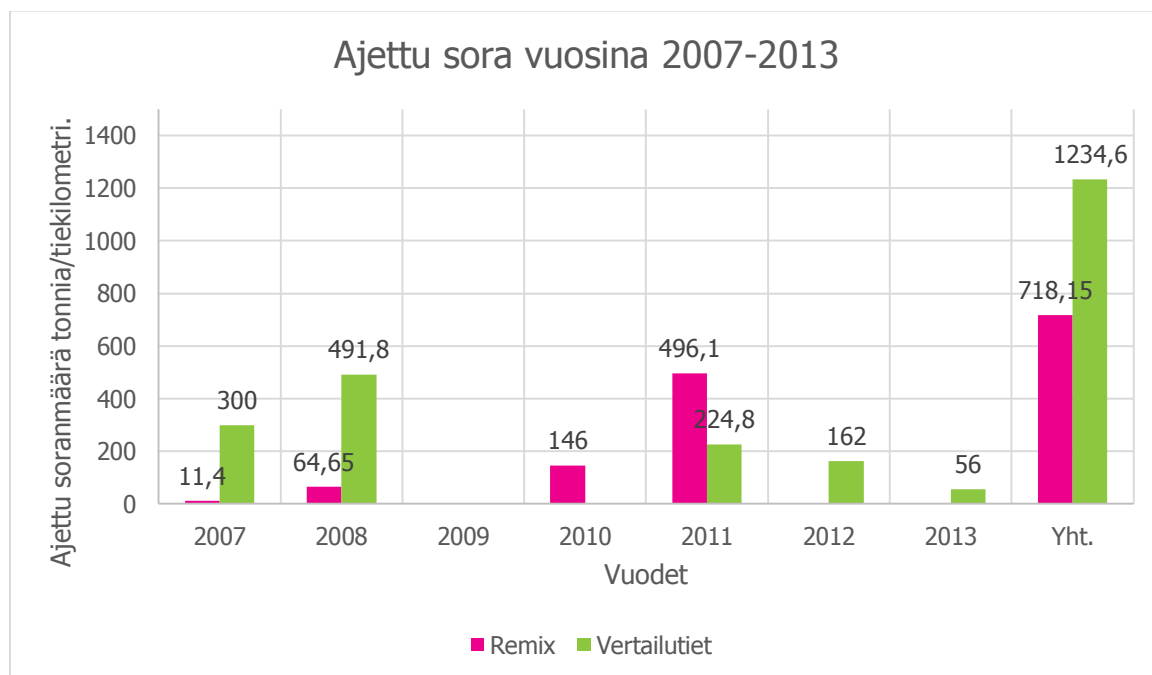
Kuviosta (kuvio 14.) huomataan, että päästöt vähenevät Remix-käsittelyllä huomattavasti. Kuorma-autolla pelkästään kulkemiseen käytetty matka tuottaa huomattavia päästöjä verrattuna Remix-käsittelyllä tuotettuun määrään, jolloin sama tie ajetaan ainoastaan kerran. Tässä meidän tulee huomioida, että matkat ovat siis ainoastaan yhteen suuntaan ajettuna, vaikka sorastuksen yhteydessä usein ajetaan samaan paikkaan useamman kerran.

5 YHTEENVETO JA POHDINTA

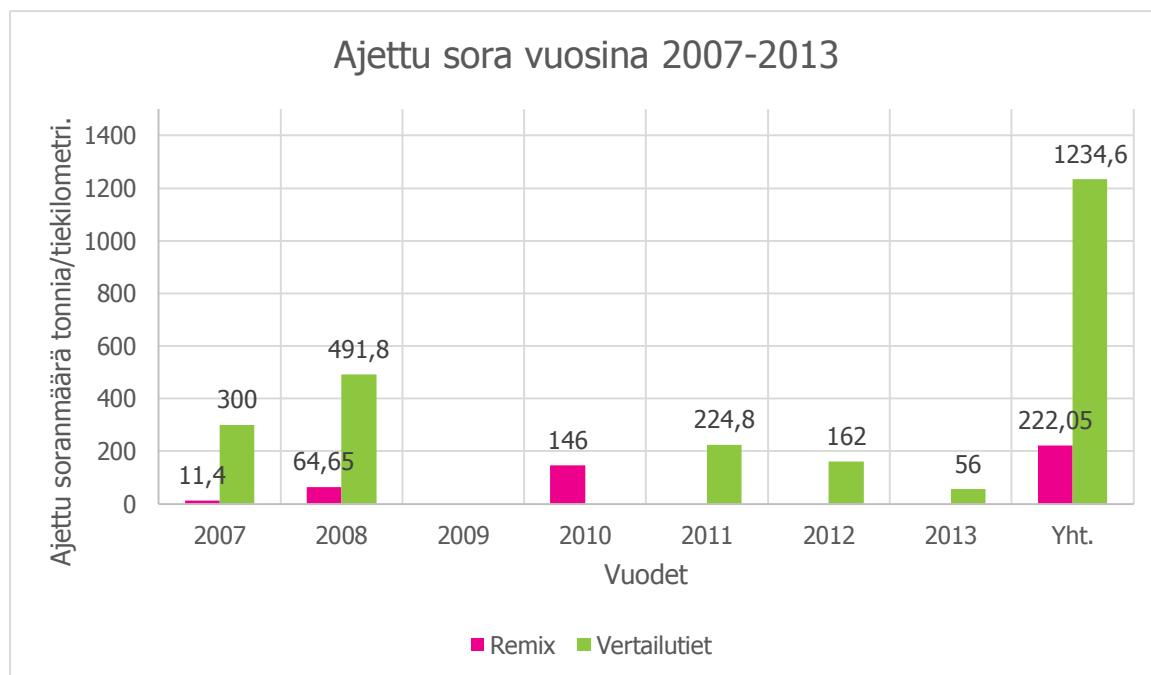
Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Remix-työmenetelmän vaikutuksia sorastusmääriin. Remix-käsittely on Suomessa vielä harvinainen ja vähän käytetty hoito-urakoinnin väline. Työmenetelmänä se on vielä niin uusi, että tutkimuksia sen toimivuudesta on voitu suorittaa hyvin vähän. Kuitenkin kokemuksen sen käytöstä ovat olleet positiivisia. Omat kokemukset menetelmän toimivuudesta olivat erittäin positiiviset.

Tuloksista voidaan huomata, että pääosin kaikissa, paitsi tien numero 15923 tapauksessa (kuvio 5.), Remix-käsittely on vähentänyt tielle ajettavan murskeen määrää jopa kaksin- tai kolminkertaisesti verrattuna tavalliseen sorastukseen. Vaikka Remix-käsittelyn jälkeen käsitellyille teille monesti lisätty myös materiaalia estämään liettymisen aiheuttamia ongelmia, on käsittely yhdessä vähäisen murskeen lisäämisen kanssa vähentänyt murskeen tarvetta myöhempinä vuosina huomattavasti verrattuna normaaliin sorastukseen

Kuvio 15. Remix-käsitellyille ja vertailuteille yhteensä, vuosittain ajettu materiaalmäärä.



Kuvio 16. Remix-käsitellyille ja vertailuteille vuosittain yhteensä ajettun materiaalin määrä ilman tietä nro. 15923 Vastimo



Kuvioista 15 ja 16 (kuviot 15. ja 16.) nähdään että Remix-käsittely on vähentänyt materiaalmääriä huomattavalla tavalla, vaikka mukana olisi tie numero 15923 Vastimontie, jolle tehtiin mittava sorastus myöhemmin. Tien koeluontoisuudesta johtuen se on poistettu alemmasta kuvioista, jotta saataisiin todenmukaisempi kuva Remix-käsittelyn toimivuudesta sorastuksen korvaajana.

Samalla voidaan nähdä, että Remix-käsittelystä aiheutuvat päästöt ovat merkittävästi pienemmät kuin jos työ tehtäisiin sorastamalla. Hiilidioksidipäästöjen merkittävä väheneminen on erittäin positiivinen lisä jo valmiiksi saavutettuihin etuihin, kuten murskemäärien vähenemiseen. Menetelmä on erinomainen alueille, joissa kuljetusmatkat kasvavat suureksi. Samalla kun murske ja soramäärien väheneminen hoitourakoinnissa vähenee, voidaan myös vähentää kallioiden ja etenkin soraomonttujen ja soraharjujen käyttöä. Soraharjujen nykyinen suojele on vähentänyt niiden käyttöä huomattavasti ja monilla on suuria huolia niiden katoamisesta, etenkin alueilla, joissa soraomonttuja on ollut jo ennestään vähän. Remix-menetelmä on omalta osaltaan erinomainen väline vähentämään soran ja murskeen tarvetta.

Tien laadullista arviointia tähän opinnäytetyöhön ei ollut mahdollista tehdä tarkemman laadunseurannan kohdistamisen puutteen vuoksi. Teistä ei ole tehty säännöllistä laatureuranta. Lisäksi olisi erittäin vaikea vertailla kahta eri tietä näiden sijainnin, erilaisen talvihoidon ja maastomuotojen vuoksi. Kuitenkin jo aikaisemmin tehty Oiva Huuskosen lisensiaattityö Soratien kulutuskerroksen uudiskäyttö osoittaa, että lyhyellä aikavälillä ei Remix-käsittelyllä ole merkittävää vaikutusta tien kulutuskerroksen laadulliseen heikkenemiseen.

Toivottavasti Remix-menetelmän yleistyy ja sen toimintamallia voitaisiin käyttää entistä useampaan tiekohteeseen ympäri Suomea. Opinnäytetyössä ja jo aikaisemmin tutkitut asiat osoittavat, että Remix-käsittely on toimiva menetelmä tien hoitoon. Remix-käsittelyllä olisi myös mahdollista muuttaa päällystettyjä teitä sorateiksi.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

DESTIA OY a. Nurmeksen alueurakka 2005–2012. Urakka-asiakirjat.

DESTIA OY b. Nurmeksen alueurakka 2005–2012. Urakan seuranta-asiakirjat 2007–2013.

DESTIA OY c. [verkkoaineisto]. [Viitattu 2015-1-10] Saatavissa: <http://www.destia.fi/fi/palvelut/inf-rahoito/sorateiden-hoito-ja-kunnostus.html>

DESTIA OY d. [verkkoaineisto]. [Viitattu 2014-10-25] Saatavissa: <http://www.destia.fi/fi/yritys/historia.html>

DESTIA OY e. [verkkoaineisto]. [Viitattu 2015-10-25] Saatavissa: <http://www.destia.fi/fi/yritys.html>

ELY-KESKUS a. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 2015-1-15] Saatavissa: <http://www.ely-keskus.fi/web/ely/ely-pohjois-savo-tehtavat-ja-toiminta#.VOylqy6IXo1>

ELY-KESKUS b. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 2015-1-23] Saatavissa: <https://www.ely-keskus.fi/documents/10191/58201/Kunnossapidon+alueurakat+2014-2015/72116278-0339-4b04-ab72-0b4438301636>

HUUSKONEN, Oiva. 2009-1-18 Soratien Kulutuskerroksen uusiokäyttö Helsingin yliopisto, Teknillinen korkeakoulu.

LIIKENNEVIRASTO a. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 2015-1-23] Saatavissa: http://portal.liikennevirasto.fi/portal/page/portal/f/urakoitsijat_suunnittelijat/investointien_kilpailutukset/tieurakoiden_kilpailutus/ennakkotietoa_tiestosta_2013/Nurmes%202013-2020%20urakan%20esitely%2026022013.pdf

LIIKENNEVIRASTO b. 2014-1, Sorateiden kunnossapito-ohje Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-01_sorateiden_kunnossapito_web.pdf

MERILÄINEN, Olli 2015-2-5. Aluevastaava. [Haastattelu]. Nurmes: Soratie Remix-käyttö alueurakassa.

TALVINEN, Tapio 2015-2-4. Työmaapäällikkö. [Haastattelu]. Nurmes: Soratie Remix-käyttö alueurakassa.