

Joona Seppänen

Asfalttipäällysteen uraremix-menetelmän kehitys ja optimointi

Opinnäytetyö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tekniikan ala
Kone- ja tuotantotekniikka
Kevät 2014

Koulutusala Tekniikka ja liikenne	Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka
Tekijä(t) Joonas Seppänen	
Työn nimi Asfalttipäällysteen uraremix-menetelmän kehitys ja optimointi	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Kunnossapito Virtuaalituotanto Tuotannon johtaminen	Toimeksiantaja SL ASFALTTI OY
Aika Kevät 2014	Sivumäärä ja liitteet 40
<p>Uraremix-menetelmä on asfalttipinnan paikkausmenetelmä, jota käytetään teiden sekä katujen poikittaispäätasaisuuksien sekä verkkohalkeamien korjausmenetelmänä. Uraremix-menetelmässä hyödynnetään korjattavan päällysteen materiaaleja, mikä tekee menetelmästä ympäristöystävällisemmän.</p> <p>Nykyajan Suomessa teiden sekä katujen kunnossapitoon käytettävät määrärahat hupenevat entisestään, mikä johtaa korjaustoimenpiteiden keskittymisen tien ongelmakohtiin koko ajoradan uusimisen sijasta. Pienemmällä paikkausmenetelmillä korjaustoimenpiteet ovat kustannuksiltaan edullisimpia.</p> <p>Tässä insinöörityössä tarkoituksena oli kehittää SL Asfaltti Oy:n uraremix-kalustoa tehokkaammaksi tuotannossa. Kaluston kehitysajat perustuvat päällystyskauden 2013 kerättyjen tuotannon seurannan tuloksiin. Laitteiden kehitysajat keskittyvät lämmityskalustoon, uraremixeriin, jyrään sekä kaluston siirtämiseen käytettävään kalustoon. Kaluston kehityksessä kaikkiin tuotannon koneisiin syntyneet kehitysajat olivat joko työn laatuun, tehoon tai työergonomiaan liittyviä parannusehdotuksia.</p> <p>Lisäksi työssä esitetään toteutuneiden lisämäärärien suhdetta kohteiden lähtötilamittauksiin. Työssä selviää, että lähtötilamittaukset ajouran keskisyvyyden sekä käytetyn lisämäärän suhde ei ole suoraan toisiinsa verrannollinen ja sitä ei voida käyttää hyödyksi lisämäärän tilauksessa.</p> <p>Työssä esitetään myös tuotannon optimointiin liittyviä parannuksia asioista, jotka tulee huomioida tuotannossa. Työtekijöiden koulutus ja työtehtävissä erityisesti huomioon otettavat asiat työn toteutuksessa on kerrottu tässä insinöörityössä.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	Päällysteet, kunnossapito, paikkaus
Säilytyspaikka	<input checked="" type="checkbox"/> Verkkokirjasto Theseus <input type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto



School Engineering	Degree Programme Mechanical and Production Engineering
Author(s) Joonas Seppänen	
Title Process Optimization and Machine Development of Asphalt Pavement Method Uraremix	
Optional Professional Studies Maintenance Virtual Modeling of Production Production Management	Commissioned by SL ASFALTTI OY
Date Spring 2014	Total Number of Pages and Appendices 40
<p>Uraremix method is a pavement maintenance method which is used to fixing asphalt pavements damages caused by wear and tear in transverse direction. The method utilizes materials from the pavement that is under repair. This will make the uraremix method more ecological and economical.</p> <p>Nowadays in Finland road maintenance budget is decreasing and there is less money to spend in road maintenance. Instead of paving the whole lane paving only damaged part of the lane, the methods costs are less expensive.</p> <p>This thesis deals with uraremix method's machinery development, asphalt consumption and process output optimization. These conclusions are based on the research from the asphalt paving season 2013. The research consists of results of process output, asphalt consumption, quality observation, and calor gas consumption measurements.</p> <p>Machinery development ideas focused on heating fixtures, uraremix pavement machine, roller machine, and machines mobilizing fixture. The thesis development ideas comprise all the machines of the uraremix methods process.</p> <p>Asphalt mass consumption are compared to the work site's initial state measurement about the average depth of the slot. The comparison results do not give reliable information for ordering material to the work site.</p> <p>The output optimization development part includes tips that the employees should attend to their machine-specific tasks. Using those tips, working will be faster and the quality of the product will be better. This section also includes information on how the distance between working sites affects process output.</p>	
Language of Thesis	Finnish
Keywords	Road maintenance, Pavement
Deposited at	<input checked="" type="checkbox"/> Electronic library Theseus <input type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 KATUJEN KUNNOSSAPITOLAINSÄÄDÄNTÖ	2
2.1 Maantieverkon kehittäminen ja kunnossapito	2
2.2 Kunnossapito	2
3 ASFALTTIPINNAN PAIKKAUS	3
3.1 Päällystevauriot	3
3.2 Paikkausmenetelmät	6
3.2.1 Asfalttibetonipaikkaus	6
3.2.2 Valuasfalttipaikkaus	7
3.2.3 PAB-paikkaus	7
3.2.4 Sirotepaikkaus	7
3.2.5 Urapaikkaus	8
3.2.6 Halkeamien korjaus	8
4 URAREMIX-MENETELMÄ	10
4.1 Tuotantoketju ja kalusto	10
4.1.1 Esilämmitys	11
4.1.2 Jyrsintä	14
4.1.3 Lisämangan sekoitus	14
4.1.4 Levitys	16
4.1.5 Jyräys	17
4.2 Henkilöstö	20
4.2.1 Levitysryhmän koko	20
4.2.2 Henkilöstön koulutus	20
5 LISÄMASSA	22
5.1 Asfalttibetoni (AB)	22
5.2 Kivimastiksiasfaltti (SMA)	22
6 LAADUNVAATIMUKSET JA -SEURANTA	24
7 KALUSTON KEHITTÄMINEN	25

7.1 Esilämmitin	25
7.1.1 Puhallinlaite	25
7.1.2 Lämmitysteho	26
7.2 Uraremixer	27
7.2.1 Nopeuden säätö	27
7.2.2 Umpikumipyörät	29
7.2.3 Jyrsinterät	29
7.2.4 Lisälämmitin	30
7.2.5 Lisämassan syöttäminen	31
7.3 Urajyvä	31
7.3.1 Ergonomia	31
7.3.2 Jyrän koko	31
7.4 Uraremix kaluston siirtäminen	32
7.4.1 Lavetti	32
7.4.2 Lisämassa-auto	33
8 LISÄMASSAN KULUTUS	34
9 TUOTANNON TEHOKKUUDEN OPTIMOINTI	36
9.1 Lisämassa-autojen määrä	36
9.2 Lämmitys	36
9.3 Työkohteiden etäisyys	37
10 TULOSTEN ARVIONTI	38
11 YHTEENVETO	40
LÄHTEET	41

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

AB – Asfalttibetoni, on tien päällysteessä käytettävä yleinen päällystemateriaali. Merkinnässä (AB16/25) 16 tarkoittaa materiaalin kiviaineksen maksimiraekokoa ja 25 tarkoittaa levitettävää ainevahvuutta 25 kg/m²

Asfaltti – On kiviaineen, lisäaineiden sekä bitumisen sideaineen seos.

Asfalttimassa – Asfalttimassalla tarkoitetaan asfalttia ennen sen tiivistämistä.

Asfalttimastiksi – On tiivis, hienon kiviaineksen, bitumisen sideaineen, hienoaineen sekä mahdollisten lisäaineiden seos.

Asfalttipäällyste – Asfalttipäällyste on levitetty sekä tiivistetty asfalttimassa.

Bitumi – Bitumi on maaöljystä valmistettu tai luonnonasfaltista saatu hiilivetyjä sisältävä tuote.

Deformaatio – Päällysteen pysty- ja vaakasuuntainen liikkuminen

Kumibitumi – On asfalttimassassa käytetty sideainebitumi, jonka ominaisuuksia on muutettu lisäämällä bitumiin kumia. Tällä saadaan bitumiin kumimaisia ominaisuuksia. Esimerkiksi lyhenteen KB65 numero ilmoittaa kumibitumin tyypillisen pehmenemispisteen.

Pohjamassa - Pohjamassalla tarkoitetaan uraremix-menetelmässä korjattavaa päällystettä, joka jyrsitään ja sekoitetaan uuden massan sekaan.

Tunkeuma – Tarkoittaa bitumin tunkeumaväliä tunkeumatestissä esim. (70/100), yksikkönä on 1/10 mm.

Uraremix – Uraremix-termillä tarkoitetaan tässä insinööriyössä uraremix-menetelmää.

Uraremixer – Uraremixerillä tarkoitetaan uraremix-menetelmässä käytettävää jyrshintä sekä asfalttimassan levityskonetta.

1 JOHDANTO

Taustaa

Nykyajan yleinen rahojen vähyys sekä päällystysmenetelmien kallistuminen teiden kunnossapitotöissä johtaa teiden ja katujen paikkauksiin. Paikkaustoimenpiteet keskittyvät pienempiin taloudellisempiin menetelmiin, joissa kohdistetaan korjaukset tien ongelmakohtiin koko kadun tai tien uudelleen päällystämisen sijasta. Uraremix-menetelmä on paikkausmenetelmä, jossa hyödynnetään korjattavan päällysteen materiaaleja sekä paikkaustoimenpide keskitetään tien ongelmakohtiin. Tämä tekee menetelmästä uusiopäällystysmenetelmän ja siten edullisen sekä ympäristöystävällisemmän teiden kunnossapitomenetelmän. Menetelmän hyödyllisyys kohdistuu teille, joissa päällyste on muulta osin kunnossa kuin esimerkiksi ajourien kohdalta.

Tietoa yrityksestä

SL Asfaltti Oy on pääasiassa Suomessa toimiva päällystealan yritys. Yritys on tällä hetkellä Suomen neljänneksi suurin päällystealan toimija. Yritys on aloittanut toimintansa vuonna 2001 Kuopiossa. Vuonna 2010 yritys liittyi osaksi Andament groupia. Yritys toimii myös Pohjois-Savon alueella toteuttaen yksityisteiden ja pihojen päällystystöitä. SL Asfaltti Oy:n kalusto kattaa kaikenkokoiset sekä kaikentyypiset päällysteet. Päällystymenetelmät kattavat kuumista asfalteista kylmiin sekä rakennushankkeista uusiopäällysteisiin.

Tavoitteet

Työn tavoitteena on edistää yrityksen uraremix-menetelmän tuotannon kaluston kehitystä tehokkaammaksi tuotannon tehon sekä paremman laadun osalta. Kaluston kehityksen ideointi yleisellä tasolla on olennaisimpana osana työtä. Lisäksi lisämassan kulutus sekä tuotannon optimointitavoitteet ovat osana työtä. Työn tulokset perustuvat päällystyskaudella 2013 mitattuihin tietoihin. Tutkimuksissa seurattiin tuotannon tehoa, työn laatua, lisämassan kulutusta sekä nestekaasun kulutusta.

2 KATUJEN KUNNOSSAPITOLAINSÄÄDÄNTÖ

2.1 Maantieverkon kehittäminen ja kunnossapito

Maantielain (23.6.2005/503) 3§:ssä ohjeistetaan maantieverkon kehitettäessä ja pidettäessä kunnossa sitä, että liikennejärjestelmän tulee edistää valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden toteutumista ja alueiden kehittämistä sekä maankäytön suunnittelussa yhdyskuntarakenteelle ja ympäristölle asetettujen tavoitteiden toteuttamista. [1.]

Maantieverkkoa kehitettäessä ja pidettäessä kunnossa on kiinnitettävä huomiota siihen, että tieliikennejärjestelmä osana koko liikennejärjestelmää edistää valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden toteuttamista ja alueiden kehittämistä sekä maankäytön suunnittelussa yhdyskuntarakenteelle ja ympäristölle asetettävien tavoitteiden toteuttamista. [1.]

2.2 Kunnossapito

Laki kadun ja yleisten alueiden puhtaana- ja kunnossapidossa (31.8.1978/669) 33§:ssä kerrotaan kadun kunnossapidon käsittävän ne toimenpiteet, joiden mukaan on maantien, kadun, yleisten alueiden kunto pidettävä yleisen liikenteen tarpeiden edellyttämässä tyydyttävässä kunnossa. Kunnossapidon tason määräytymiseen vaikuttavat tien liikenteellinen merkitys, liikenteen määrä ja laatu sekä säätila ja sen ennakoitavissa olevat muutokset, vuorokaudenaika sekä muut olosuhteet. [2.]

Liikenteen ja liikenneturvallisuuden lisäksi kunnossapidossa on otettava huomioon ympäristönäkökohdat. [2.]

3 ASFALTTIPINNAN PAIKKAUS

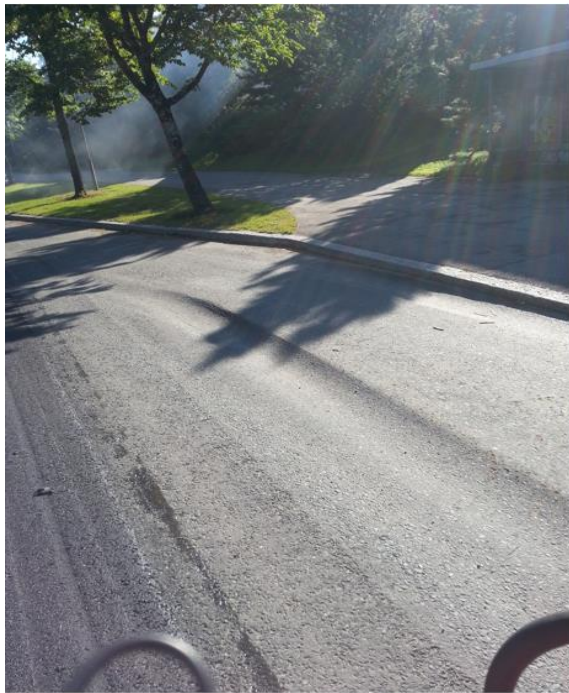
3.1 Päälystevauriot

Pitkittäisepätasaisuudet

Pitkittäisepätasaisuuksilla tarkoitetaan painaumia tai kohoumia tien pituussuunnassa. Pitkittäiset epätasaisuudet tuntuvat aaltomaisina epätasaisuuksina autolla ajaessa. Pitkittäisepätasaisuudet johtuvat yleensä päällysteen deformaatiosta, päällysteen rakenteen jälkitiivistymisestä, rouhimisesta, tien pohjan painumisesta tai työvirheistä. [3.]

Poikittäisepätasaisuudet

Poikittäisepätasaisuudet ovat päällysteen kulumisesta tai deformaatiosta johtuvia uria (kuva 1). Poikittäisepätasaisuudet johtuvat myös tierakenteen muodonmuutoksista pyöränurien kohdalla. Kulumisurien muotoon vaikuttaa tien leveys sekä tien kaarteisuus. Suoralla tiellä kulumisurat ovat selviä ja niiden väliin syntyy selkeä harjanne. Kun taas mutkaisella tiellä päällysteen kuluminen on tasaisempaa. Kulumisen vauhtiin vaikuttaa ajoneuvojen nopeus, liikennemäärä sekä tien raaka-aineet ja sen koostumus. [3.]



Kuva 1. Päällysteen poikittaisepätasaisuusvaurio.(Kuva Iiris Miettinen).

Purkaumat, reiät sekä avoimet kohdat

Purkautuminen tarkoittaa päällysteen kiviaineksen irtoamista aiheuttaen vähitellen kuopan. Kuopan koko voi olla laaja-alainen ja loiva reunainen tai alaltaan pieni ja jyrkkäreunainen. Loivat purkaumat kasvavat yleensä hyvin nopeasti ja aiheuttavat siten liikennehaitan. Reiät ovat pitkälle kehittyneitä purkaumia ja esiintyvät usein lähekkäin. Suuremman liikennehaitan aiheuttaa reikien jyrkkäreunaisuus. [3.]

Purkautuminen voi johtua useista eri syistä kuten esimerkiksi:

- päällysteen lajittumisesta
- puutteellisesta liimauksesta,
- huonosta saumojen tiivistämisestä,
- huonoista rakenne olosuhteista (esimerkiksi vesisateen aikana työskentely) (kuva 2),
- liian pienestä kerrospaksuudesta maksimiraekokoon verrattuna tai

- päällysteen alustavirheistä [3.]



Kuva 2. Huonon sääolosuhteen aikana työskentelyn aiheuttama purkauma. (kuva Joonas Sepänen)

Verkkohalkeamat

Verkkohalkeamat syntyvät tien puutteellisen kantavuuden takia tai tien rakenteen kantavan kerroksen sitomattoman kiviaineen liian suuresta hienoainepitoisuudesta. Verkkohalkeamat nimensä mukaan näyttävät verkkomaiselta monikulmaisilta repeämiltä. Verkkohalkeamia esiintyy yleensä yksikerroksisissa päällysteissä. Vaurio ei ole itsestään liikenteelle haitta, mutta halkeamien tihentyessä vaurio lähtee yleensä purkautumaan. [3.]

Halkeamat

Halkeamia syntyy tiensuunnassa kaikkiin suuntiin. Halkeamia syntyy tien epätasaisen routimisen sekä pakkasella päällysteen kutistumisen takia. Pitkittäiset saumahalkeamat syntyvät tien keskiosan reunojen suuremmasta routanoususta. Poikittaiset halkeamat johtuvat pakkasella päällysteen kutistumisesta. Päällysteen rakenteesta johtuvat halkeamat ovat usein syviä ja ulottuvat pitkälle. [3.]

3.2 Paikkausmenetelmät

Paikkausmenetelmä valitaan siten, että vuosikustannukset olisivat mahdollisimman pienet. Ja että paikkaus on riittävän hyvä ja vastaa lähes alkuperäisen päällysteen tiiveyttä, muun päällysteen mukaista ehjyyttä, tasaisuutta sekä tyydyttävää ulkonäköä. Laatutavoitteena on, että paikkaus vastaa ehjää entistä päällystettä ja sen tulisi myöhemmin kulua samalla nopeudella. [3.]

3.2.1 Asfalttibetonipaikkaus

AB-paikkauksessa paikattava kohde tehdään AB-massalla joko käsin tai koneellisesti levittämällä. AB-paikkauksella pystytään korjaamaan kaikkia vauriotyyppejä paitsi halkeamia. Pienemmillä kohteilla työ tehdään käsin ja isommilla kohteilla työ tehdään koneella. Paikkausta rajoittaa asfalttibetonin sekoitusaseman etäisyys tai materiaalin saatavuus päällystyskauden ulkopuolella. [3.]

3.2.2 Valuafalttipaikkaus

Valuafalttipaikkausta on kahdenlaista: tavallinen valuafaltti paikkaus sekä KT-valupaikkaus (koneellisesti tiivistetty). Tavallinen valuafalttipaikkaus toteutetaan yleensä käsin tai kelkalla ja soveltuu vilkasliikenteisten teiden sekä siltojen pienien reikien, pienien purkaumien ja korkeusasemavirheiden korjaamiseen.

KT-valupaikkaus on valuafaltin levittämistä koneellisesti, jossa valuafalttimassa tiivistetään samalla kohteeseen. KT-valupaikkaus soveltuu yli 30 mm leveiden halkeamien, reikien, urien ja painumien paikkaukseen. Käsittelyleveys vaihtelee välillä 20 – 70 cm.

Molemmissa valuafalttipaikkaus menetelmissä levitetty pinta karhennetaan kitkan lisäämiseksi kuivatulla tai bituminoidulla murskeella. [3.]

3.2.3 PAB-paikkaus

PAB-paikkaus eli pehmeäsfalttibetoni paikkauksella tarkoitetaan kaikkia PAB-massalla tehtäviä paikkaustöitä. PAB-paikkaus soveltuu ainoastaan PAB-massalla tehtyihin kohteisiin. Menetelmä on lähes samanlainen kuin AB-paikkaus, mutta materiaali ja kohteiden koko ovat erilaiset. PAB-paikkauksessa levitettävän massan kerrospaksuus on yleensä suurempi, mutta pinta-alaltaan pienempi. PAB-paikkaus pienemmillä kohteilla tehdään käsiin ja suuremmilla koneella. [3.]

3.2.4 Sirotepaikkaus

Sirotepaikkaus soveltuu päällysteille, jonka pinnalla on vähäisissä määrin verkkohalkeamia, avoimuutta tai lajittumia. Paikkauksessa side- ja kiviaineella pyritään täyttämään vauriokohdan pinnan avoimuus.

Sirotepaikkauksessa sideaine ruiskutetaan vauriokohtaan ja heti sen jälkeen lisätään sirotekiviaines. Sirotepaikkaus jyrätään kumipyöräjyrällä. Irtoava ylimääräinen kiviaines harjataan pois 1-5 vuorokauden kuluessa riippuen liikennemäärästä.

Sirotepaikkauksena käytetään myös sirotepuhalluspaikkausta, jossa runkoainetta ja sideainetta sekoitetaan jatkuvasti paikan päällä. Seos puhalletaan suoraan vauriokohtaan. Liikennehaitta menetelmässä on pieni, koska toimenpiteeseen tarvitaan vain yksi yksikkö. [3.]

3.2.5 Urapaikkaus

Urapaikkausta käytetään lähinnä tien kulutuskerroksen urien, verkkohalkeamien ja reunapainaumien korjausmenetelmänä. Urapaikkausta on olemassa kolme erilaista menetelmää:

- 1,0 m leveään kylmäjyrsittyyn laatikkoon massapintauksen tekeminen, jossa massan kulutus on n. 100kg/m²
- remix-menetelmällä, jossa paikattava kohta ensin lämmitetään ja jyrsitään uusiokäyttöön ja massa menekki on pienempää n. 15 – 30 kg/m² tai
- Uraremo-paikkaus, joka eroaa remix-menetelmästä siten, että paikkaus tehdään Pab-massoille ja vähintään 1,2 m leveydeltä. [3.]

Urapaikkauksen remix-menetelmää käsitellään syvällisemmin siihen varatussa osiossa.

3.2.6 Halkeamien korjaus

Päällysteen halkeamien korjauksessa käytetään pääsääntöisesti juotossaumausta tai massa-
saumausta. Juotossaumaus jakautuu kahteen eri menetelmään: avarrussaumaus ja kannukaato-
saumaus. Saumauksessa halkeamat korjataan juottamalla ne kiinni bitumisella sideaineella.

Avarrussaumauksessa halkeama ensin avarretaan isommaksi, minkä jälkeen avarrettu hal-
keama puhdistetaan ja kuumennetaan. Sen jälkeen halkeamaan levitetään saumausaine. Avar-
russaumauksessa pyritään siirtämään päällysteen päällystysajankohtaa usealla vuodella. Mene-
telmää käytetään mm. pohjavesialueilla vesitiiviiden päällystekerroksien korjaamiseen.

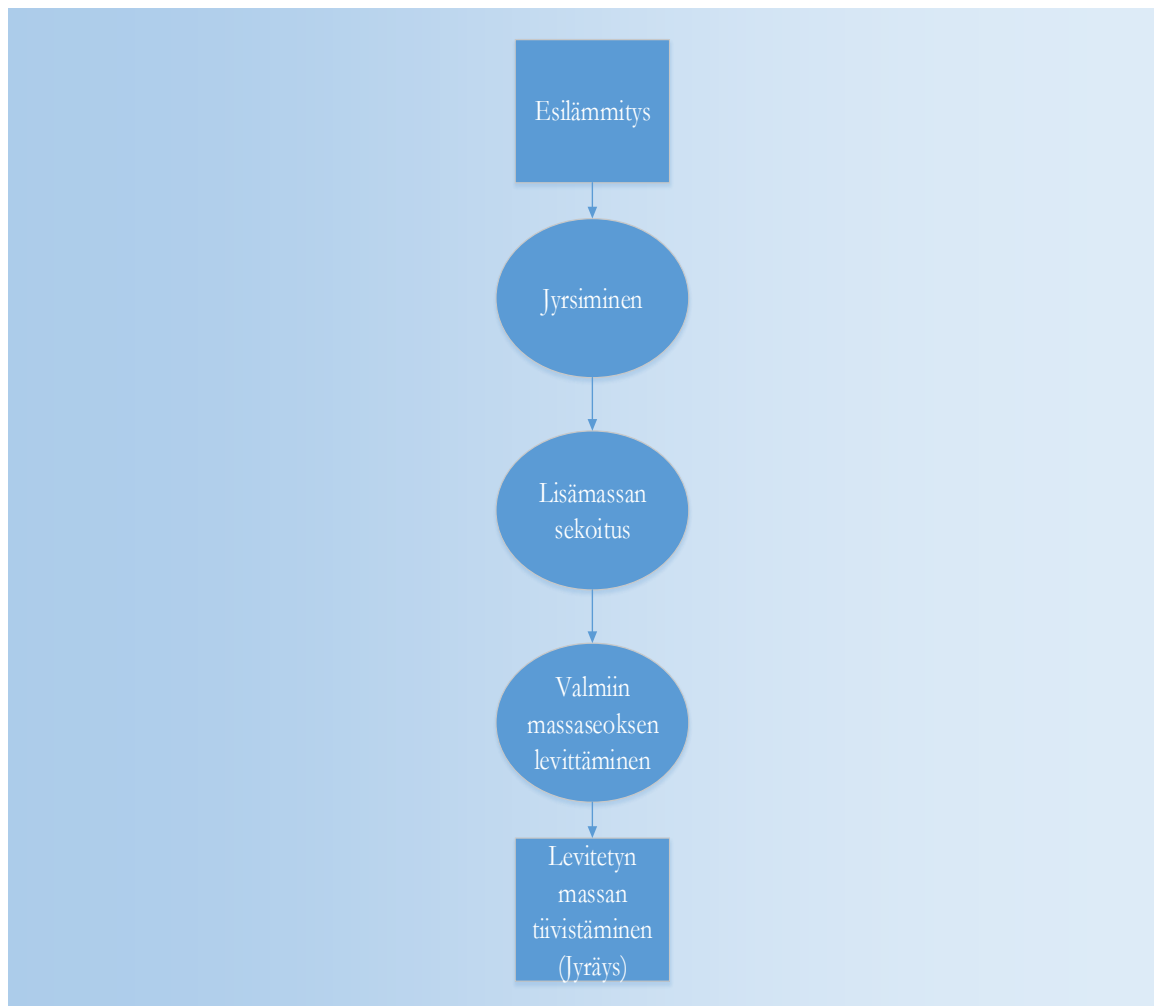
Kannukaatosauhausmenetelmällä pyritään vähentämään seuraavan puolen vuoden ajaksi pintavesien pääsy päällysterakenteisiin. Sideaine kaadetaan käsin kannulla tai ruiskutetaan suuttimesta suoraan halkeamaan ilman muita toimenpiteitä. Saumaus on uusittava lähes vuosittain, koska sauma aukeaa usein jo seuraavana talvena.

Massasaumauksella korjataan 20 – 50 mm levyisiä halkeamia, pieniä reikiä sekä purkauksia. Massa saumauksessa käytetään valuasfalttia. Työ tehdään yleensä käsin lapiolla sekä asfalttikolalla. Paikattu kohta karkeutetaan kitkan parantamiseksi hienolla murskeella. [3.]

4 URAREMIX-MENETELMÄ

4.1 Tuotantoketju ja kalusto

Uraremix–menetelmän tuotantoketju (kuva 3) koostuu esilämmityksestä, korjattavan päällystekerroksen jrsinnästä, lisämassin sekä uudelleenikäytettävän päällysteen sekoittamisesta, sekoitetun asfalttimassan levityksestä ja jyräyksestä.



Kuva 3. Uraremix-menetelmän tuotantoketju.

4.1.1 Esilämmitys

Koko uraremix-tuotantoprosessi alkaa esilämmityksestä. Esilämmitys tapahtuu lämmittimellä, jota kutsutaan grilliksi. Lämmittämiseen käytetään nestekaasua ja lämmönsiirtokeino on säteileminen. Vanha päällystettävä pinta lämmitetään ≥ 200 °C:kseen (kuva 4). Nyrkkisääntönä toimii niin riittävä lämpö, että kengällä saa pintaan kaivettua kevyesti n. 30 mm kolon. Lämmittämisen tavoitteena on saada riittävä lämpö riittävän syvälle päällysteeseen, jotta jyrsiminen onnistuu vaivattomasti.



Kuva 4. Aloituksen lämmittäminen. (Kuva Iris Miettinen)

Koska esilämmitin on kokonaisuudessaan noin 30 m pitkä sekä taittuu vain neljästä kohdasta eturenkaiden lisäksi, tärkeää on pyrkiä pitämään esilämmitin suorassa koko ajan uran päällä, jotta paikkauksesta tulee siisti, suora sekä kohdistuu ajoradan oikeaan kohtaan. Oikean kohdan lämmitystä kompensoi lämmitin kennojen 1,5 m leveys vaikka käsittelyleveys on 1,0 – 1,2 m (kuva 5).



Kuva 5. Esilämmitin. Hinattava lämmityslaitte on vasemmalla ja säiliöauto takana oikealla.(Kuva Joonas Seppänen).

Esilämmityksessä käytettävä kalusto on usein omavalmisteinen, mutta mm. saksalainen yritys Wirtgen oy valmistaa asfalttipinnan lämmitykseen käytettävää kalustoa. Lämmittimenä käytetään vanhaa kaasunjakelu kuorma-autoa, johon on valmistettu omatekoinen hinattava lämmityslaite. Lämmittimen etuna on laitteen siirrettävyys paikasta toiseen ajamalla eikä siihen tarvita erillistä kuljetuskalustoa. Isokokoinen kaasusäiliö mahdollistaa useamman työpäivän kaasun tankkauksien välillä.

Työskennellessä lämmittimen liikkumiseen tarvittava voimansiirto otetaan kuorma-auton moottorista ulosoton kautta hydraulimoottorilla, joka kytketään lämmitinauton kardaaniksi. Hydraulimoottorin ohjaus (nopeus ja pyörimissuunta) tapahtuvat kauko-ohjaimella.

Palamiseen tarvittava nestekaasu muutetaan nestemäisestä kaasumaiseen muotoon, mikä tapahtuu hinattavan lämmityslaitteen päällä olevalla nestekaasuhöyrystimellä. Höyrystin on sylinterimuotoinen, ontto ja kaksi vaippainen. Metallivaippojen sisällä on vesi, jonka seassa kulkevat kaasuputket. Höyrystimen keskellä sijaitsee lämmitysputket, joita lämmitetään nestekaasulla. Lämmitysliekkiä säädellään termostaatilla.

Lämmitinauton käyttäminen työmaalla on tehty helpommaksi muuttamalla toimi- ja laitteen hallintalaitteiden ohjaus langattomaksi. Ongelmatilanteissa on tarvittaessa lämmittimeen olemassa myöskin langallinen ohjaus. Langattoman ohjauksen myötä kuljettajan on helpompaa hahmottaa pitkän ajoneuvon asento sekä sen paikka ajoradalla. Lisäksi kuljettaja pystyy työskentelemään turvallisemmin etäämmältä poissa päällysteen sideaineen eli bitumin palamisesta johtuvista savuista ja käryistä. Ohjattavissa olevat toiminnot kauko-ohjaimessa ovat:

- nopeuden säätö,
- veturin renkaiden kääntäminen, hinattavan lämmityslaitteen aisan kääntäminen, lämmityslaitteen teliakselin kääntäminen, lämmittimen hännän kääntäminen,
- lämmityskennojen sulkuventtiilien käyttö, kaasun paineiden puolitusventtiilien käyttö sekä
- hätäseis-toiminto, joka kytkeytyy myös päälle jos kauko-ohjaimen akun varaus loppuu tai yhteys auton vastaanottimeen katkeaa.

4.1.2 Jyrsintä

Jyrsiminen alkaa lämmityksen jälkeen uraremixerissä olevan kuumajyrsimen avulla. Jyrsin sijaitsee uraremixerin perässä levittimen ja perän levitysosan välissä. Kuljettajan paikka on sijoitettu siten, että kuljettaja pystyy pitämään koko ajan näköyhteyden jyrsimiin.

Tuotannon laadun kannalta jyrsintäsyvyys on tärkeä, jotta lopputulos saadaan laatuvaatimusten mukaiseksi ja lopputuotteesta tulee kestävä. Jyrsintäsyvyyden tulee olla 30-40mm, jotta lisämassana käytetty kiviaines pystyy tiivistymään riittävästi tienpintaan. Koholle jäänyt reuna purkautuu helposti. Jyrsintäsyvyyttä pystytään säätämään mekaanisesti perän sivulla olevista pulteista. Jyrsinnän leveyttä ei uraremix–menetelmässä pystytä joustavasti muuttamaan. Mutta jos käsittelyleveyttä halutaan muuttaa, on koneeseen asennettava kokonaan uusi leveämpi jyrsin perä paketti.

4.1.3 Lisämassan sekoitus

Lisämassa lisätään uraremixerin tuuttiin töiden alkaessa koneen ollessa paikallaan (kuva 6), myöhemmät massan lisäykset pyritään tekemään koneen liikkuessa (kuva 7). Tuutin kapasiteetti on n. 3,5 - 4 tonnia kerrallaan. Täyttövälit vaihtelevat paikattavan uran muodon, leveyden ja syvyyden suhteen 100 – 250:aan metriin. Tuutin täyttämisestä huolehtii massa-auton kuljettaja, ettei lisämassa pääse loppumaan ja tuotanto pysähtymään.



Kuva 6. Lisämassin täyttö koneen ollessa paikallaan.(Kuva Iris Mietinen).



Kuva 7. Massan lisäys koneen liikkeessä (Kuva Iris Mietinen).

Lisämassan sekoitus tapahtuu jyrsinnän yhteydessä. Lisämassa tuodaan elevaattorilla uraremixerin tuutista suoraan jyrsimen eteen. Jyrsimen pyöriessä vanha jyrsitty pohjamaassa sekoittuu uuden massan sekaan ja siirtyy levittäjän perän etuosaan. Lisämassan syöttäminen tapahtuu koneen kuljettajan toimesta. Laadullisesti tärkeää on lisätä lisämassaa tasaisesti koko ajan.

4.1.4 Levitys

Levitettäessä koneen perä levittää tasaisesti sekoitetun massan kuumajyrsittyyn laatikkoon (kuva 8). Perässä on etuosassa hydraulitoiminen tampparin levy, joka esitiivistää hakaten ylhäältä massaa valmiiksi oikealle paikalleen. Perän alla on lämmitettävä tasauslevy, jottei perä rupea repimään uutta pintaa. Perän asentoa muuttamalla koneen kuljettaja pystyy säätämään uuden pinnan kerrospaksuutta.



Kuva 8. Uraremixerin levittämää massaa jyrsittyyn laatikkoon. (Kuva Joonas Seppänen)

Aloituksissa lähtö täytyy loiventaa ≥ 2 m matkalta, jottei synny liikenteelle haittaavia epätasaisuuksia. Loiventaminen on ensisijaisesti levittäjän kuljettajan tehtävä, mutta joka tapauksessa myös kolamies osallistuu aloituksien tekemiseen. Tarkoituksena on saada aloitus lähes täysin samalle tasolle kuin tie on alun perin ollut ajomukavuuden lisäämiseksi. Aloituksen jälkeen paremman paikkauksen kestävyuden lisäämiseksi, on paikkaus tehtävä kuitenkin hieman koholle alkuperäisestä, mutta kuitenkin alle 5 mm.

Lopetuksissa uraremixer täytyy ensin pysäyttää lopetusviivalle kokonaan jyrsimen pyöriessä. Sen jälkeen jyrsin sammutetaan ja ajetaan perä alhaalla vetämällä perässä oleva massa niin pitkälle, että pohjamassa on kylmä. Ylimääräinen massakasa poistetaan massa-auton kahmarinos-timella. Lopetuksissa sekä aloituksessa on ensin poistettava pohjamassan ja lisämässan sekoitettu massa, minkä jälkeen lisätään ainoastaan uutta pohjamassaan sekoittamatonta massaa massa-autosta paremman kestävyuden lisäämiseksi.

4.1.5 Jyräys

Jyräyksessä viimeistellään ja tiivistetään korjattu tienpinta. Uraremix-menetelmässä on yleistynyt pienien yhdistelmä eli combi-jyrien käyttö, joissa edessä on teräsvalssi ja takana kumipyörät (kuva 9).



Kuva 9. yhdistelmä eli combi-jyvä. (Kuva Iris Miettinen)

Kumipyörien avulla levitetyn massan reunat painuvat paremmin sekä tiivistävä pinta-ala on pienempi kapeammaksi jaetulla valssilla. Kumivalssijyrässä etuvalssi on teräsvalssi ja jyrällä ajetaan pääsääntöisesti takaperin (kuva 10). Teräsvalssilla tasoitetaan kumivalssien aiheuttamat painaumajäljet. Aloitukset sekä lopetuksen täytyy jyrätä poikittain siten, että n. 5-10 cm jyrän teräsvalssista on uuden paikkauksen päällä.



Kuva 10. Urapaikkauksen jyrääminen.(Kuva Joonas Seppänen).

Kumivalsseja täytyy jyräyksen aikana jatkuvasti lämmittää. Lämmitys tapahtuu nestekaasun avulla säteilemällä. Tällöin kuuma levitetty asfaltti ei tartu kumivalsseihin jättäen reikiä uuteen pintaan ja samalla asfalttimassa ei kantaudu muualle päteiksi. Teräsvalseja tulee samasta syystä valesella koko ajan vedellä.

Asfalttipinnan jäähtyminen on tärkeää työn päätyttyä. Lämmin uusi asfaltti ei ole vielä täysin tarttunut paikkauskohtaan ja se voi purkautua helposti. Jäähtymisen aikana on tärkeää, ettei liikennettä päästetä kulkemaan kuumalla pinnalla. Liikenne aiheuttaa paikatulla pinnalla alkuvaurioita ja urautuminen alkaa helpommin.

4.2 Henkilöstö

4.2.1 Levitysryhmän koko

Tuotantoryhmän koon tulee olla vähintään 1+5, eli yksi työnjohtaja ja viisi työntekijää. Lisäksi työkohteista riippuen tarvitaan riittävä määrä liikenteenohjaajia. Työryhmässä tulee olla jyrän kuljettaja, levittimen kuljettaja, lämmitinauton kuljettaja, lisämassa-auton kuljettaja sekä lisäksi huoltoauton kuljettaja, joka vastaa myös liikennejärjestelyistä sekä kaluston huoltamisesta. Ylimääräisiä työntekijöitä ei tarvita, koska huoltoauton kuljettaja pystyy hoitamaan oman työnsä ohessa myös muita tehtäviä, kuten esimerkiksi auttaa tai tauottaa muun levitysryhmän työntekijöitä.

4.2.2 Henkilöstön koulutus

Uraremix-työryhmän tarvittava koulutus jakautuu yksilöllisesti. Työmaahan perehdyttäminen on pakollinen jokaiselle levitystyömaalla työskentelevälle, mikä tulee suorittaa huolellisesti työnjohtajan toimesta yksilöllisesti tapaturmien ehkäisemiseksi.

Liikennevirasto vaatii tieturva 1-pätevyyttä kaikilta tiellä työskenteleviltä-, päällystysmateriaaleja kuljettavilta-, työkoneita kuljettavilta- sekä muissa tehtävissä yleisillä teillä työskenteleviltä henkilöiltä. [4.]

Liikennevirasto edellyttää tieturva 2-pätevyyttä:

- Teillä tehtävässä työssä urakoitsijan liikenne – ja työturvallisuudesta vastaavalta henkilöltä sekä
- Työnjohto-, valvonta ja liikenteenjärjestelyjen suunnittelutehtävässä työskentelevältä [5.]

Lisäksi osalla työntekijöistä täytyy olla käytynä vähintään ensiapu 1-kurssi.

Jyrän kuljettajalle on olemassa jyräysoppaita, joista selviää oikeanlaisen jyräyksen menettelytavat. Oppaiden ohjeiden avulla jyräyksen laatu saadaan vastaamaan suunnitelma-asiakirjoja.

Lämmittimen kuljettajalla työn suorittamiseen täytyy olla käytynä vaarallisten aineiden kuljetukseen tarvittava adr-koulutus, koska lämmitinautossa kuljetetaan nestekaasua. Lämmittimen kuljettamiseen vaaditaan myös yhdistelmäajoneuvon kuljetukseen vaadittava CE-ajokortti.

5 LISÄMASSA

Lisämassana yleensä käytetään uusiopäällystämässä uraremix-menetelmässä joko asfalttibetonia tai kivimastikiasfalttia. Lisämassa työkohteille määräytyy pohjamassan eli entisen päällysteen materiaalista, mikä on vähintään samaa tai parempaa päällystettä kuin vanha päällyste. Yleisimmin käytetyt asfalttityypit ovat uraremix-menetelmässä AB16, AB11, SMA16 ja SMA11. [6.]

5.1 Asfalttibetoni (AB)

Asfalttibetoni on yleinen paikkausmateriaali tien kunnossapidossa. Asfalttibetonin rakeisuuskäyrä on jatkuva ja sen sideaineen tunkeuman tulee olla 25 °C:ssa mitattuna alle 250 [1/10mm]. Asfalttibetonin sideaineina käytetään tiebitumeja joiden bitumiluokka on välillä (35/50 – 160/220) [1/10mm] sekä kumibitumeja (KB65 ja KB75). [6.]

AB11 tarkoittaa asfalttibetonia, jonka kiviaineksen maksimi raekoko on 11 mm. AB11 sideaineena käytetään tiebitumia, jonka tunkeuma on väliltä (50/70 - 160/220) [1/10mm]. Sideainepitoisuus AB11:ssa on 5,2 – 6,2 [massa- %]. [6.]

AB16 on asfalttibetoni, jonka kiviaineksen maksimiraekoko on 16 mm. Sideaineena AB16:ssa käytetään tiebitumia (35/50 – 160/220) [1/10mm] tai kumibitumia KB65 ja KB75. Sideainepitoisuus AB16:ssa on 5,0 – 6,0 [massa- %]. [6.]

5.2 Kivimastikiasfaltti (SMA)

SMA-massojen pääosa muodostuu karkeasta, lähes tasarakeisesta murskatusta kiviaineksestä. Karkeasta aineksesta johtuva tyhjätila kiviainesrungossa täytetään stabiloidulla asfalttimastiksilla. SMA-massoissa käytetään kiviaineena kalliomursketta vähintään 85 %. Kivimastikiasfaltissa sideaine bitumeina käytetään tiebitumeja, joiden tunkeumaväli on (35/50 – 100/150) [1/10mm] tai kumibitumeja (KB65 tai KB75). Lisäksi SMA-massoissa sideaineen sitovana lisäaineena käytetään kuitua. Yleisin lisäainekuitu on selluloosakuitu. [6.]

Sma11:ssa kiviaineen maksimiraekoko on 11 mm ja sen sideaineena toimivat tiebitumit (35/50 – 100/150) [1/10mm] tai kumibitumit (KB65 tai KB75). Sideainepitoisuus SMA11:a on 6,4 – 7,2 [massa- %]. Lisäaineen (esim. selluloosa) pitoisuus on välillä 0,2 – 0,5 %. [6.]

Sma16-massan kiviaineen maksimiraekoko on 16 mm ja sideaineena käytetään tiebitumia (35/50 – 100/150) [1/10mm] tai kumibitumia (KB65 tai KB75). Sideainepitoisuus SMA16-massassa on pienempi kuin SMA11:ssa (6,0 – 7,0) [massa- %] ja kuitulisäainepitoisuus 0,2 – 0,5 %. [6.]

6 LAADUNVAATIMUKSET JA -SEURANTA

Uraremix-menetelmän laatuvaatimuksia ei ole annettu niin paljon kuin koko kaistan leveyden uusivalle remixer-töille, johtuen siitä että uraremix-tyo pienemmän käsittelyleveyden vuoksi on määritelty paikkaustyöksi. Vaikka uraremix-menetelmässä työmenetelmä on sama kuin remixer uusiopäällysteessä. Koko kaistan päällystäminen remixer-menetelmällä on laadunvalvonnan osalta monipuolisempaa.

Uraremix-työn laatua tarkkaillaan saumaportaan korkeuden osalta, joka saa olla maksimissaan 5 mm, mitä seurataan oikolaudan avulla työn aikana jatkuvasti. Tasaisuutta seurataan autolla ajamalla paikatun uran päällä. Lisämäärän laatu tutkitaan asfalttiasema näytteistä ja niiden laatuvaatimukset ovat samat kuin muilla päällystysmenetelmillä.

Laadunvalvontatyöt nostavat päällystyksestä aiheutuvia kustannuksia mitä enemmän niitä suoritetaan. Taulukossa (1) on esitetty tarvittavia valmiin päällysteen laadun seurantamenetelmiä remixer-menetelmän (REM) sekä uraremix-menetelmän (UREM) välillä.

Taulukko 1 uraremix- sekä remixer-menetelmän valmiin päällysteen laadunseurantamenetelmät.

Laadunvalvonta menetelmä	REM	UREM	Lisätieto
Massamäärä	x		
Tasalaatuisuus	x	x	
Päällysteen koostumus	x		
Tyhjätila	x		
Kitka	x		
Tasaisuus	x	x	UREM-menetelmässä yleensä ilman IRI-mittauksia
Kaltevuus ja korkeusasema	x		
Kulumiskestävyys	x		
Deformaatiokestävyys	x		

7 KALUSTON KEHITTÄMINEN

Tässä osiossa käsitellään tuotannon kehityskohteet tehon, laadun, massan- sekä nestekaasun kulutukseen päällystyskaudella 2013 kerättyjen tietojen perusteella. Kehitysideoita esitetään koko kaluston osalta konekohtaisesti.

7.1 Esilämmitin

7.1.1 Puhallinlaite

Esilämmittimen toiminnan tehostamiseen olisi suotavaa kehittää sekä asentaa polttomoottorilla tai hydraulikalla toimiva puhallinlaite. Laite tulisi asentaa lämmitinauton ja lämmitinlaitteen väliin siten, että puhallinlaitteen puhallusilman suutinosaa tulee lämmitinkenttien etupuolelle. Puhallusilman tulee kohdistua tien uralle poistaen kaiken seisovan veden ajourasta noin 15 cm leveämmältä alueelta kuin lämmitettävä alue. Laitteen toiminta olisi vastaava kuin isoihin remixer-töihin valmistettu vastaava laite (kuva 12). Puhallinlaite edistäisi työntekoa myös sateisilla keleillä. Pienetkin vesisateet voivat pahimmillaan estää kokonaisen työvuoron toteutumisen.



Kuva 12. Remixer-menetelmässä käytettävä esilämmittimen puhallinlaite. (Kuva Joonas Seppänen)

7.1.2 Lämmitysteho

Esilämmittimen säteilylämmittimien tehoa pystyisi tehostamaan kaikkien ylimääräisten aukkojen tukkimisella lämmitinkenttien ylä- sekä alapuolelta siten, että tuulinen sää ei pystyisi vaikuttamaan suuresti lämmitystehtoon. Säteilylämmittimien palamiseen tarvittava ilma saadaan

kennojen yläpuolelta, joten palamisilmaa ei tarvitse syöttää alapuolelta ja lämmön hyöty saataisiin pysymään paremmin lämmitettävässä tienpinnassa. Umpinaisempi järjestelmä vähentäisi myös nestekaasun kulutusta, koska syöttöpaineiden eivät tarvitse olla isoja. Esilämmityksessä tärkeintä on saada entinen päällyste lämpiämään mahdollisimman tasaisesti myös syvältä (n. 50 mm) polttamatta tien pintaa, koska palavasta bitumista irtoaa nokea ja epäpuhtauksia, jotka tukkivat lämmityskennot helposti ja vähentävät niiden tehoa.

Lämmitystehoa pystytään lisäämään puhaltamalla palamiseen tarvittavaa ilmaa lämmityskennojen alle. Lisähapen antaminen on tehokkaampaa isommissa lämmittimissä, koska lämmitys on leveämmällä alueella. Lisäilman puhaltimesta on etua kaasun kulutuksessa, koska saavutettava lämpötila saadaan pienemmällä määrällä nestekaasua. Kapeassa uraremixer töissä käytettävässä lämmittimessä ilman saaminen on helpompaa. Lisähapen puhaltamisen tulee kohdistua kennojen alle siten, että se ei pääse jäähtytämään ja siirtämään lämmintä ilmaa pois lämmittimen alta.

7.2 Uraremixer

7.2.1 Nopeuden säätö

Uraremixerin tekemän laadun parantamiseksi levittäjän nopeuden säätö tulisi muuttaa sähköiseksi nykyisen vaijeritoiminnan sijasta (kuva 13). Eli nykyisestä mekaanisesta hydrauliventtiilin ohjauksesta sähköinen ohjaus, joka toimii portaattomasti. Sähkötoimiseksi muuttaminen vaatii myös erillisen hallintalaitteen (esim. 3-asentoinen vipukatkaisin) suunnanvaihtajaksi, jossa kytkimen asennot olisivat eteen, taakse sekä seis. Sähköisen nopeuden säätimen sijoittaminen onnistuisi helpoimmin ohjaustauluun.



Kuva 13. Uraremixerin ohjaintaulu ja ohjaamo. Nykyinen mekaaninen nopeuden ohjaus on merkitty kuvassa punaisella. (kuva Joonas Seppänen)

Jatkuva nykiminen vauhdissa turhauttaa koneen kuljettajaa ja pahimmillaan näkyy myös työn jäljessä. Koneen pysähtyminen perä alhaalla aiheuttaa päällysteessä painauman, jonka pystyy korjaamaan käsin tasaiseksi. Liian nopea vauhti voi aiheuttaa paikallisesti jyrsimättömyyttä jolloin päällysteen tiivistyminen ei ole mahdollista oikealle tasolle. Lisäksi tiivistymättömyys pienentää lopputuotteen kestävyyttä ja voi purkautua nopeasti.

7.2.2 Umpikumipyörät

Umpikumipyörien asentaminen levittäjään tekee koneen kulkemisesta stabiilimman ja ylimääräiset nytkytykset loppuisivat. Levittimen keinuminen ja jousto-ominaisuus saattaa aiheuttaa paikkauksessa pitkittäisepätasaisuutta ja huonontaa autoilijoiden ajomukavuutta. Umpikumipyörä investointi on pitkäikäinen ja kallis, mutta umpikumirenkaat eivät pääse menetelmässä kulumaan, koska ne kulkevat koko ajan lämmittämättömän pinnan päällä. Lisäksi koneen vetoisuus etu- ja takapyörille estäisi sutimista, sivuttaisliikkeitä sekä koneen kulkeminen työajossa on tasaisempaa. Umpikumipyörät tekevät koneesta jäykemmän ajettavan siirtoajossa, eli jousitusominaisuudet heikentyvät. Ajomukavuutta voi parantaa jousitetulla kuljettajan istuimella.

7.2.3 Jyrsinterät

Uraremixerin jyrsimen teriä tulee jatkuvasti vuoron aikana puhdistaa, etteivät ne pääse kulumaan liikaa. Puhdistaminen täytyy tehdä aina tuotannon keskeytyessä. Jäähdyntynyt asfalttimateriaali jyrsimien reunoilla kovettuu ja haittaa jyrsimen pyörimistä. Kuluneet jyrsinterät pienentävät jyrsintäsyvyyttä ja lisämäärän tiivistäminen jää vajaaksi. Reunaterät kuluneina aiheuttavat jyrsittävän laatikon reunojen epätasaisuutta ja aiheuttavat lyhyessä ajassa reunojen purkautumisen. Jyrsimen reunojen terinä tulee käyttää tasapäisiä suorakaiteen muotoisia ja keskiterinä olevat teräviä leikkaavia teriä.

7.2.4 Lisälämmitin

Uraremixer-levittäjään todettiin kesällä käyttöön otettu lisälämmitin (Kuva 14) hyväksi tuotannon tehoa lisääväksi uudistukseksi. Levittimen keulaan on asennettu kolme metriä pitkä nestekaasu säteilylämmitin, johon polttoaine saadaan nestekaasuletkulla etupuolella kulkevasta esilämmittimestä. Lisälämmitintä pystyy pienillä muutoksilla pidentämään rakentamalla nykyiseen lisälämmittimen eteen taitettava yhtä pitkä lämmitinosa. Lämmityspituudesta on hyötyä tuotannon tehoon, koska uraremixerillä pystytään jyrsimään nopeammin lämmitettyä pintaa. Toisaalta lämmityspituuden lisääminen lisää myös nestekaasun kulutusta.



Kuva 14. Uraremixerin keulaan asennettu lisälämmitin, joka sijaitsee kuvassa oikealla. (Kuva Joonas Seppänen)

7.2.5 Lisämassan syöttäminen

Koneen kuljettajalle opetettava lisämassan syöttö on tärkeää työn tasalaatuisuudessa. Sähköinen lisämassan syötön säädin olisi hyvä sijoittaa koneen kuljettajan ohjaustauluun. Lisämassaa tulee syöttää jatkuvasti jyrityn massan sekaan, jotta joka kohdassa olisi tarvittavaa lisämassaa. Uran syvyys vaikuttaa oleellisesti lisättävän massan määrään. Vaikka uraa ei juuri olisikaan, tulisi lisämassaa syöttää pieniä määriä jyrityn sekaan päällysteen tasalaatuisuuden säilyttämiseksi. Tasalaatuisuus kärsii massan sekoittamattomuudessa ja näkyy harvoina kohtina (lajittumina) uudessa päällysteessä.

Levittäjässä lisämassan käyttökelpoisen säilyvyyden kannalta massatuuttiin lämmitysjärjestelmä tai tuutin eristäminen sekä suojaaminen sateelta parantaisivat lisämassan laatua. Massa myös liikkuisi sujuvammin tuutin reunoilta elevaattoreille jäämättä kiinni tuutin reunoille.

7.3 Urajyvä

7.3.1 Ergonomia

Uraremixer-töissä käytettävä tämänhetkinen kumivalssijyvä on toiminnaltaan tuotantoon soveltuva, mutta kuljettajan ergonomiseen työskentelyasentoon olisi syytä ottaa huomiota. Jatkuvat niska- ja selkäkivut johtuen huonosta työasennosta ovat varsinkin päällystyskauden loppupuolella jatkuva valituksen aihe. Koko ohjaamon kääntyminen auttaisi työskentelyssä, koska jatkuva takaperin ajaminen rasittaa niskaa ja selkää. Vaikka jyrässä onkin peilit ei niitä välttämättä jakseta koko työpäivää katsoa. Peilit heikentävät työturvallisuutta suoran näköyhteyden sijasta.

7.3.2 Jyrän koko

Toisaalta kumivalssijyrän on kuljettava koko ajan kuuman massan päällä reunojen sisäpuolella, jotta riittävä tiivistys saavutetaan. Jos jyvä on liian leveä käsittelyleveyteen verrattuna ja jyrän

reunat kulkevat kylmän asfaltin päällä, jyrällä on vaikea ajaa suoraan sekä tiivistys jää riittämättömäksi. Suurempi alaisilla (m²) sekä leveämmällä (1,2 m) käsittelylevyden vaativilla yhtäjaksoisilla kohteilla nykyinen jyrä voisi olla hieman suurempi tai ainakin raskaampi paremman tiivistyksen ja laadun saavuttamiseksi.

7.4 Uraremix kaluston siirtäminen

7.4.1 Lavetti

Lyhyiden työkohteiden takia työkoneiden siirtäminen on oltava sujuvaa, koska tuotannon tehokkuutta parannetaan nopeilla siirroilla kohteelta toiselle. Uraremixer työryhmän liikuteltauuden suurin parannuskehitys on työkoneiden siirtoon tarkoitettujen lavetin kehittäminen siten, että kuljetettavat jyrä sekä uraremixer voidaan mahdollisimman nopeasti ajaa kyytiin.

Lavetin suurimmat ongelmat olivat sen keulalla olevat vesisäiliöt sekä ajosillan jyrkkyys (Kuva 15). Kaksiakselisen lavetin alla akselien välissä oleva tila pystyttäisiin käyttämään vesisäiliöiden sijoituspaikkana. Tällöin levittimen lisälämmityslaite saadaan laskettua alemmaksi ja kuljetuksen maksimi korkeus putoaisi. Ajosillan lähimmäksi maata tuleva kulma on liian jyrkkä, joka estää levittimen pääsyn lavetin kyytiin. Levittimen perä ottaa maahan kiinni liian jyrkän nousukulman takia, mikä voi vääntää perän väärään asentoon ja vaikuttaa siten tuotannossa laatuun. Lavettiin voisi rakentaa kevyen erillisen sillan/rampin. Taikka nykyiseen siltaan tulisi taitettava siltaa pidentävä osa.



Kuva 15. Uraremix-kaluston siirtoon tarkoitettu lavetti (kuva Iris Miettinen)

7.4.2 Lisämassa-auto

Asfalttimateriaalin säilyvyyden vuoksi lisämassa-autoissa on syytä olla lämpöeristetyt lavat sekä peitot lavojen päälle mahdollisten pienten sateiden takia, koska massan jäähtyttyä materiaalista tulee tiivistämätöntä kovaa asfalttia ja on siten levityskelvotonta. SMA-massa jäähtyy nopeammin kuin AB-massat.

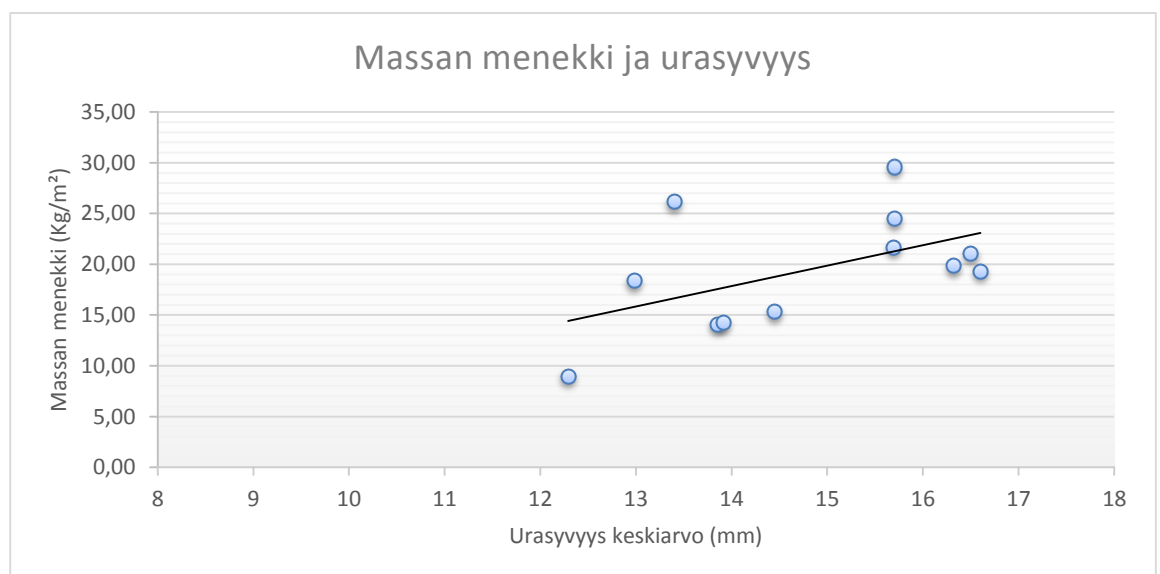
Lisämassa-autossa olevan kahmarinostimen kauhan on syytä olla riittävän suuri tilavuudeltaan uraremixerin tuuttiin nähden, jotta levittimen tuutin täyttö onnistuu vaivattomasti ja tuotannon keskeytymättä myös koneen liikkuessa. Liian pienikokoinen kauha aiheuttaa sen, että pienellä kauhalla lastaus täytyy tehdä usealla nostolla lisämassa-autosta uraremixerin tuuttiin. Lastaus liikkuvaan koneeseen täytyy tehdä kuorma-auton ollessa paikoillaan nostimen tukijalkojen vuoksi. Liiallinen kiihdyttäminen lastauksessa on myös suurempi turvallisuusriski. Huolimattoman täyttämisen seurauksena lisämassa voi pudota ohi tuutista, mikä aiheuttaa siivouksella lisätöitä.

8 LISÄMASSAN KULUTUS

Lisämässan oikean määrän tilaaminen työkohteelle on uraremix–menetelmässä haastavaa. Lisämässan oikean määrän tilaamisen helpottamiseksi tulisi kehittää kohteiden lähtötietomittauksien tuloksia siten, että niitä pystyttäisiin tarkemmin hyödyntämään lisämässan kulutuksessa. Mittaustulokset tulisi pyytää tilaajalta etukäteen ja tietoja täytyy tuotannon aikana tutkia työkohde kerrallaan. Nykyisissä mittaustuloksissa ei tule selville uran poikittaisprofiilia, mikä vaikuttaa suuresti lisämässan kulutukseen. Mittaustuloksissa esitetään ajouran keskisyvyys millimetreissä 100 m matkalla. Suurin tekijä uran muotoon sekä paikkaan ajoradalla Suomen teillä vaikuttavat nastarenkaiden käyttö sekä talvikunnossapidossa auruksen leveys. Talvella auruksen leveys ohjaa tienkäyttäjien kulkua ajoradoilla ja sen seurauksena ajourat ovat leveämpiä tai urat sijaitsevat useassa kohdassa.

Uran syvyys sekä leveys vaikuttavat lisämässan määrään työkohteissa. Myös työkohteen käsittelyleveys on merkittävä tekijä. Yleisimmät käsittelyleveydet uraremixerissä ovat 1,0 m sekä 1,2 m leveät perät.

Lisämässamääriä verrataan vuoden 2013 Uudenmaan korjattujen uraremix -kohteiden mittaustuloksiin, joita voidaan verrata toteutuneeseen massan kulutusmääriin. Kuvassa 16 on esitetty urasyvyyden ja lisämässan kulutuksen suhdetta päällystyskohteissa.



Kuva 16. Kaaviossa on päällystyskohteiden lähtötiamittaus (ajouran keskisyvyys) sekä päällystysmassan menekki.

Taulukosta huomaa kuinka massan menekki ei ole suoraan suhteutettu ajouran syvyyteen. Lähtötilamittauksissa usein mitataan vain kohteen toisen uran syvyys, joka on yleensä ojan puoleinen ura, koska sen kuluminen on yleensä nopeampaa.

Lisämässan menekkiin vaikuttavat enemmän uran poikkileikkausprofiili sekä kohteiden avoimuus ja reikiintyminen. Pelkästään uran keskisyvyydellä ei pystytä ennustamaan riittävän tarkasti lisämässan määrää kohteissa. Tiehallinnon päällysteiden paikkaus oppaassa uraremix-menetelmän lisämässan kulutusta on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Lisämässan menekki sekä lisäsideaineen tarve päällystevauriotyypeittäin. [3]

	Lisämässamenekki kg/ m ²	Lisäsideaine
Kulumisurat	15 - 30	yleensä ei tarvita
Deformaatiourat	10 - 20	- " -
Verkkohalkeamat	10 - 40	- " -
Pituussuuntaiset halkeamat	5 - 15	- " -

Taulukon 2 tulokset ovat suuntaa antavia. Huono puoli tulee esille suuremmissa kohteissa. Seuraavassa esimerkissä on esitetty lisämässan tilauksessa aiheutuvat ongelmat.

Esimerkki ongelmasta massan tilauksessa:

Työkohteen koko on 3000 m² ja kohteen vauriot ovat suurimmaksi osaksi kulumisuria. kohteelle taulukon 2 mukaan lisämässamenekiksi on laitettu 15 – 30 kg/m². Lisämässatilauksesta vastaava on arvioinut ja tilannut lisämässan työkohteelle 20 kg/m² mukaan eli yhteensä 60 tn, mutta kohteen valmistuessa menekki onkin ollut 15 kg/m². Työkohteelle onkin mennyt siis 45 tn ja hukkamassaa on 15 tn. Hinta-arvio hukkamassalle on noin 50 e/tn eli 750 e. Hukkamassa täytyy ajaa kaatopaikalle ja jää urakoitsijan maksettavaksi. Lisäksi kaatopaikalle ajattamisesta lisäkustannuksia tulee kuorma-autosta aiheutuvat kustannukset.

9 TUOTANNON TEHOKKUUDEN OPTIMOINTI

9.1 Lisämassa-autojen määrä

Lisämassan kuljetukseen tarvittavien kuorma-autojen määrä määräytyy työkohteiden etäisyydestä asfalttiasemaan nähden. Tärkeää on, että lisämassan saaminen ei keskeydy työmaalla, jolloin koko tuotantoketju pysähtyy. Uraremix-menetelmässä yleensä yksi perävaunullinen lisämassa-auto kuormaimella riittää, mutta asfalttiaseman ollessa etäällä ja käynti työmaalta asfalttiasemalla kestää yli tunnin olisi syytä ottaa toinen perävaunullinen kuorma-auto ajamaan lisämassaa. Tällöin tuotanto ei keskeydy juuri ollenkaan materiaalin riittämättömyyden takia.

9.2 Lämmitys

Lämmittämisessä tärkeää on pitää yllä jyrshintään vaadittava lämpötila siihen tarvittavalla alalla. Tuotannon nopeus määräytyy lämmityksestä ja jatkuvat lämpötilojen heittelyt aiheuttavat nopeudessa vaihtelua. Kun pinnan lämpötila on liian suuri sekä liian laajalla alalla, jyrshintävyys kasvaa ja uraremixerin perä rupeaa usein repimään paikattavan kohdan reunoja. Esilämmittämissä olevaa nestekaasun puolittajaa tulee käyttää tarvittaessa liiallisen lämmittämisen ehkäisemiseksi. Liian kylmässä pohjamassa jää kovaksi ja se estää jyrshimen pyörimisen. Kylmän pohjamassan jyrshiminen kuluttaa jyrshinteriä voimakkaasti. Lämmön riittämättömyys lisäksi tekee lopputuotteesta paljon haluttua heikomman.

Pohjamassan lämmittäminen on nopeampaa kun pohjamassan sideainepitoisuus on riittävä. Niin sanotun kuivan pohjamassan lämmittäminen on hidasta ja hankaloittaa jyrshimistä.

Tuulisessa säässä pohjamassan pintalämpötila laskee nopeammin kuin poutaisessa säässä. Tuulisissa olosuhteissa on tärkeää laskea lämmittimen reunoilla olevat tuulta estävät pellit mahdollisimman alas, mutta ei kuitenkaan maahan asti, koska reunapellit saattavat repiä paikauksen ulkopuolelle jäävän pohjamassan pintaa ja heikentää lopputuotteen kestävyyttä.

Riittävä nopeus täytyy löytää heti mahdollisimman alussa työvuoron tuotannon alkaessa. Lämmittimen kuljettajan sekä uraremixerin kuljettajan välinen yhteistyö on tärkeää oikean nopeuden löytymisessä. Työvuoron aikana nopeutta voidaan lisätä, jos lämpötila on jatkuvasti liian korkea, mutta nopeutta ei tule lisätä liikaa, koska se aiheuttaa vauhdissa liikaa vaihtelua.

9.3 Työkohteiden etäisyys

Työkohteiden välinen etäisyys on otettava huomioon siten, että onko nopeampaa siirtyä kohteelle koneet ajamalla vai lavetilla siirtämällä. Riippuen työntekijöiden kokemuksesta koneiden laittaminen lavetin kyytiin sekä kuorman sitominen vievät aikaa n.10min sekä kuorman purkaminen saman verran. Puolen tunnin aikana koneet kerkeävät 8-10km/h nopeudella siirtyä n. 4 – 5km. Lisäksi huomioon otettava liikenne järjestelyiden siirtäminen kohteelta toiselle, mikä vie eniten aikaa riippuen liikenteen järjestelijän kokemuksesta ja nopeudesta.

10 TULOSTEN ARVIONTI

Työssä esitettyjen kehitysideoiden toteuttamisella poistetaan uraremix tuotannon tämän hetken suurimmat ongelmakohdat. Muutoksilla pystyttäisiin lisäämään energiatehokkuutta sekä työntekijöiden työskentelyyn tarvittavaa motivaatiota että tuotannon tehokkuutta. Kaluston helppokäyttöisyys sekä toimivuus vaikuttavat oleellisesti tuotannon tulokseen. Tuotannon kehittämisen tehokkuuden lisäämisessä on myös huomioitava työntekijöiden turvallisuuteen liittyvät tekijät.

Esilämmittimeen tehtäviä muutoksia ovat puhallinlaitteen asentaminen, joka mahdollistaa myös kostealla kelillä työskentelyn. Lämmitystehon lisäämiseen umpinaisempi kennojärjestelmä poistaa lämmön karkaamista tien pinnasta. Palamista edistävän puhallinlaitteen kehittäminen vähentää nestekaasun kulutusta.

Uraremixerissä nopeuden säätö muutetaan sähköiseksi, jolloin mahdollistetaan tasaisempi nopeus. Umpikumipyörät tekevät koneesta stabiilimman sekä hieman jäykemmän, mikä vaikuttaa työn laatuun. Lisälämmittimen jatko-osalla lämmitystehoa pystytään lisäämään enemmän. Lisämassin syötön ohjaus muuttamalla tarkemmin säädettäväksi vaikuttaa uuden päällysteen tasalaatuisuuteen.

Urajyrän kuljettamista helpotetaan muuttamalla istuinta siten, että takaperin ajaminen ei vaadi kuljettajalta olan yli katsomista. Parhaan laadun saavuttamiseksi valitaan työkohteittain sopiva urajyrän koko.

Kaluston siirtämisen kehittämiseen lavetin rakenteen muutokset nopeuttavat uraremixer kaluston liikuteltavuutta kohteelta toiselle. Vesisäiliöiden siirtäminen lavetin päältä rungon tasolle akseleiden väliin lisää tilaa sekä madaltaa kuljetettavaa kuormaa. Taitettavan rampin loiventaminen poistaa erillisten ajosiltojen käytön koneiden kyytiin laittamisessa.

Lisämassa-auton lavan lämpöeristäminen pidentää lisämassin säilyvyyttä levityskelpoisena. Kahmarinostimen kauhan suurempi koko vähentää lastaus aikaa ja tekee lastauksesta myös turvallisemman poistamalla ylimääräisen kiireen.

Suurimmalla osalla toteutuneista kaluston kehitysideoilla päällystyskaudella 2013, kuten uraremixerin lisälämmittimellä havaittiin olevan tuotannon tehokkuuden kannalta hyvinkin suuria etuja myös kustannusten suhteen, jolloin energian kulutuksen kasvu jäi paljon pienemmäksi saavutettuun tehoon nähden.

Tuotannon tehokkuutta kustannusten suhteen parannetaan merkittävästi tarvittavien lisämassa-autojen oikealla määrällä, asfaltti aseman sijainnin huomioon ottamisella, työkohteiden välinen etäisyydellä sekä lämmittämisen tehostamisella.

Jatkossa panostettavana aiheena tuotantoon tulisi selvittää lisämassan menekki järkevämmiin sekä tarkemmin. Lisäksi koneisiin konekohtaiset sähkö- sekä hydraulikkakaaviot helpottaisivat ongelmatilanteissa vian löytymisessä ja sen korjaamisessa.

11 YHTEENVETO

Uraremix-menetelmä on paikkausmenetelmä, jossa korjattavan päällysteen materiaalit käytetään uudelleen. Menetelmän käyttö tulee yleistymään Suomen tiekunnossapidossa alhaisempien kustannuksien vuoksi. Materiaalien hintojen nousun myötä jatkossa tiekunnossapidossa keskitytään enemmän vain tien ongelmakohtiin kokonaan uudelleen rakentamisen sijasta.

Tuotannon tehokkuuden kannalta uraremix-menetelmässä suurin tehon parannus on lämmitystehon lisääminen tuotannossa. Tämä lisää nestekaasun kulutusta, mutta aikaisemmin esitetyillä kehitysideoilla kaasun kulutus ei pääse nousemaan liikaa saavutettavaan tulokseen nähden. Kokonaisen työvuoron tehokkuutta parantaa laitteiden kuljetukseen tarkoitettujen laitteiden kehittämisellä helppokäyttöisemmiksi. Tuotannon tehokkuuteen suuri tekijä on työkohteiden etäisyydet toisistaan sekä työkohteiden koko. Päivittäinen teho laskee myös kaluston siirtämiseen vaadittavat kerrat työvuorojen aikana.

Puhallinlaitteiden asentaminen mahdollistaa pohjamassan lämmittämisen myös kostealla säällä. Rankkojen sateiden aikana työskentely ei kuitenkaan kannata suurien purkautumisriskien takia, jolloin työn laatu on huonoa. Laitteen on tarkoitus puhaltaa paikattavassa urassa olevat vesilammikot syrjään.

Laadulliset parannukset saavutetaan koneiden käsiteltävyyteen liittyvillä parannuksilla kuten esimerkiksi uraremixerin nopeuden säädön muuttamisella sähköiseksi tai umpikumipyörien asentamisella.

Jatkokehitystoimenpiteenä lisämassan kulutukseen keskittyminen työkohteiden lähtötietoihin nojautuen vähentää kustannuksia hukkamassamäärien suhteen. Lähtötietojen hankkiminen tulisi olla entistä tarkempaa myös kulutusurien poikkileikkausprofiilien suhteen.

LÄHTEET

1. Maantielaki 23.6.2005/503, 1 luku 3§, <http://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2005/20050503?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=maantieverkon%20kehitt%C3%A4minen>
2. Laki katujen ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta 31.8.1978/669 <http://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1978/19780669?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=31.8.1978%20F669%20>
3. Päällysteiden paikkaus 31.12.2009, Tiehallinto; http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2200009-v-09-paallysteiden_paikkaus.pdf
4. Tieturva 1 pätevyys Suomen pelastusalan keskusjärjestö SPEK <http://www.spek.fi/Suomeksi/Koulutus/Tieturvakoulutus/Tieturva-1>
5. Tieturva 2 pätevyys Suomen pelastusalan keskusjärjestö SPEK <http://www.spek.fi/Suomeksi/Koulutus/Tieturvakoulutus/Tieturva-2>
6. Asfalttinormit 2008, Päällystealan neuvottelukunta PANK ry