



MAANTEEAMET

Teadus- ja arendustöö

„Taastusremondi objektide ja liigi valikumetoodika analüüs ja täiendamine“

LÕPPARUANNE

AS Teede Tehnokeskus

Töö nr 2016-4



Tallinn 2016

Teadus- ja arendustöö
„Taastusremondi objektide ja liigi
valikumetoodika analüüs ja täiendamine“
LÕPPARUANNE

Projektijuht:

Marek Truu

Tallinn, 2016

Töös osalesid:

Marek Truu, Janar Tükk, Erko Puusaag, Maret Jentson (Teede Tehnokeskus AS)

Kaasa aitasid:

Taavi Tõnts, Aivo Salum, Karli Kontson, Peeter Paju, Viktor Kisseljov, Anti Palmi, Rein Kuusk, Oleg Lužetski, Rao Jürison, Margus Eisenschmidt, Gert Jürgenson, Jaan Ingermaa (Maanteeamet)

SISUKORD

SISUKORD	1
SISSEJUHATUS	2
1. ÜLDIST	3
2. TAASTUSREMONDI VALIKUPÕHIMÕTTED	5
Taasturemondi käsitlemine teehoiukavas	5
Taastusremondi liigi määramine	7
3. METOODIKA KAALUTLUSED	9
Valikumetoodika analüüs	9
Taastusremondi soovituslikud valikud	14
4. ANDMETE ANALÜÜS	17
Taasturemont teeregistris	17
Tee seisundiandmete dünaamika	20
Probleemsemate objektide analüüs	29
Taastusremondi tasasus	31
Poorsed katted	32
Lähteandmetest	34
Ehitus- ja remonttööde ülevaade	34
Teeobjektide dokumentatsioon	35
2015 taastusremondi objektide analüüs	37
5. TEISTE RIIKIDE KOGEMUS	40
Taastusremondi töömeetodi valikupõhimõtted teistes riikides	40
Mõõtmised	43
Nõupidamised Soome-Rootsi ekspertidega	48
6. MUUD TEEMAD	49
Töövõtja vabadus töömeetodi valikul	49
Uute remondimeetodite kasutuselevõtu soodustamine	51
7. JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD	53
8. KOKKUVÕTE	58
KASUTATUD KIRJANDUS	60
9. LISAD	61
LISA 1. Kohtumiste memo'd Rootsi ja Soome katteekspertidega	62
LISA 2. Lisateave kuumtaastamiste kohta Soomes	69

SISSEJUHATUS

Käesolev uuring on tellitud Maanteeameti poolt eesmärgiga selgitada, kuidas on erinevad taastusremondi töömeetodite valikud end õigustanud (2005-2014a objektide baasil) ning tuua välja probleemid ja teha ettepanekud töömeetodite valikukriteeriumite täiendamiseks.

Teadustöö laiemaks eesmärgiks on kõige optimaalsemate ning õigeaegsete taastusremondiobjektide ja tehnoloogiate valik, mis tagaksid kõige odavamad tee elukaare kulud 30 aasta jooksul.

Uuringus analüüsiti katte seisukorra muutumise dünaamikat erineva töömeetodiga rajatud katetel ning detailsemas analüüsis otsiti selgitusi erinevuste põhjuste teadasaamiseks. Andmete analüüsil tugineti teeregistrisse kantud andmetel, mida korrigeeriti olulisel määral valitud teeobjektide objektidokumentatsioonidest ja Maanteeameti regioonidest saadud teabe põhjal. Töö raames täiendavaid mõõtmisi ei teostatud. Oluline osa tähelepanekutest tugines analüüsitud objektidel teostatud vaatlustel.

1. ÜLDIST

90-ndatel tekkis maanteede katete remontimise alarahastamise tõttu ulatuslik mahajäämus, mille tulemusena sattus valdav osa kattega teede võrgustikust eelmise sajandi lõpuks seisukorda, kus kattega teid ei olnud enam võimalik taastada lihtsalt uue ülekatte paigaldamisega vaid need vajasisid rekonstrueerimist. Käesoleva sajandi alguses taasalustati katete ulatuslikemate rekonstrueerimistega, peamiselt meetodiga, mille käigus täielikult amortiseerunud katted stabiliseeriti alusteks ning rajati uued katendikonstruktsioonid. Viimasel kümnendil on laialdasemalt teostatud ka mulde remonti koos uute katendikihtide rajamisega. Selle tulemusena on tänaseks saadud suur hulk teid, mille tarind on suhteliselt heas seisukorras, kuid mille katte ülakiht on aastatega amortiseerunud ning sõidutingimused ja/või ilmastikukindlus ei ole enam piisavad. Selliste, puudulikus seisukorras ülahiga katete jaoks, millel puuduvad veeviimaritest, muldest või alusest ning mitmekihilistel katetel ka katte aluskihtidest tulenevad puudused ja defektid, on optimaalseks remondi liigiks üldjuhul taastusremont. Taastusremont on tee remondi liik, mille eesmärgiks on asfaltbetoonkattega teede puhul katte ülahihi uuendamine uue ühe- või kahekihilise ülekatte paigaldamise või kuumtaastamise teel (vajadusel üksnes roobaste piires) eesmärgiga taastada teekate loomulikust kulumisest või katte ülahihi muudest puudustest tingitud kahjustustest nt. roopad, murenemine jms. Väiksema liiklusega teedel on reeglina otstarbekas piirduda siiski säilitusremondiga (pindamine).

Riigiti on taastusremondi mõiste üsna varieeruv ning maailmas pole selleks täiesti ühest käsitlust. Siiski käsitletakse taastusremonti tüüpiliselt hoolduse (*maintenance*) ühe liigina. Kõige laiemalt on levinud määratlus, mille aastal 2005 andis USDOT FHWA välja memorandumi korras mõistete ühtlustamiseks USA osariikide vahel. Allpool on selle sisu esitatud ülevaatliku tabelina.

Tabel 1. Katte taastusremondi käsitlus rahvusvahelises terminoloogias

Pavement Preservation Guidelines					
Pavement Preservation	Type of Activity	Increase Capacity	Increase Strength	Reduce Aging	Restore Serviceability
	New Construction	X	X	X	X
	Reconstruction	X	X	X	X
	Major (Heavy) Rehabilitation		X	X	X
	Structural Overlay		X	X	X
	Minor (Light) Rehabilitation			X	X
	Preventive Maintenance			X	X
	Routine Maintenance				X
	Corrective (Reactive) Maintenance				X
	Catastrophic Maintenance				X

Memorandumi kohaselt kohaselt klassifitseeritakse katte töömeetodid sõltuvalt nende eesmärgist – läbilaskevõime suurenemine (*increase capacity*), kandevõime suurenemine (*increase strength*), katte vananemise peatamine (*reduce aging*, taastatakse algne olukord) või üksnes katte töövõime/funktsiooni taastamine (*restore serviceability*).

Memorandumi terminoloogia järgi on esimese kahe eesmärk teeläbi laskevõime või kandevõime suurendamine, viimase kahe eesmärk on aga tee säilitamine ja/või uuesarnase olukorra taastamine (*pavement preservation*) ning erakorralised remondid. Tee säilitamine/taastamine jagatakse omakorda katte taastusremondiks (*light rehabilitation*), ennetav hooldus (*preventive maintenance*) ja tavahooldus (*routine maintenance*). Taastusremondi määratlus on memorandumi kohaselt järgmine: Taastusremont jääb seega peaaesjalikult määratluste *light rehabilitation* (säilitusremont sobib paremini määratluse *preventive maintenance*) alla.

Taastusremont on seega katte osa mittekonstruktiiivne parendus, mille eesmärk on peatada keskkonnatingimuste mõjul toimuva katte vananemisega seotud ültalt alla tekkivate pragude aga kulumisroobaste areng. Taastusremont ei tegele konstruktiivsete muudatustega (kihtide omadused sisuliselt ei muutu).

2. TAASTUSREMONDI VALIKUPÕHIMÕTTED

Taastusremondi käsitlemine teehoiukavas

Riigimaanteede teehoiukava aastateks 2014-2020 [7] sätestab taastusremondi kohta järgmist:

„Taastusremont on remondi liik, mille eesmärgiks on kattega teede puhul katte ehk tee katendi pealmise kihi uuendamine, kas ülekatte või olemasoleva katte freesimise ja uuesti paigaldamise näol.“

Selline määratlus vajab üle vaatamist kuna taastusremondi võimalusi on siiski rohkem kui eelnimetatud. Ettepanek on käesolevas aruandes esitatud.

Taastusremondi peamiseks põhjuseks on teekattesse tekkinud kulumisroopad. Taastusremondi tulemusel paraneb teede sõidetavus ja liiklusohutus. Taastusremonti saab teha juhul, kui tee katend ei ole liiga defektne ja kandevõime on piisav. Väikest kandevõime puudujääki (kuni 10%) saab kompenseerida ülekattega. Taastusremondi vajaduse väljaselgitamisel on lähtutud olemasoleva asfaltbetoonkattega ja liiklussagedusega rohkem kui 1500 autot/ööp teede pikkusest 2276 km, olemasolevast seisukorrast (teeregistris mõõdetud roopa sügavusest) ning roopa arenemise kiirusest.

Roopa areng sõltuvalt liiklussagedusest:

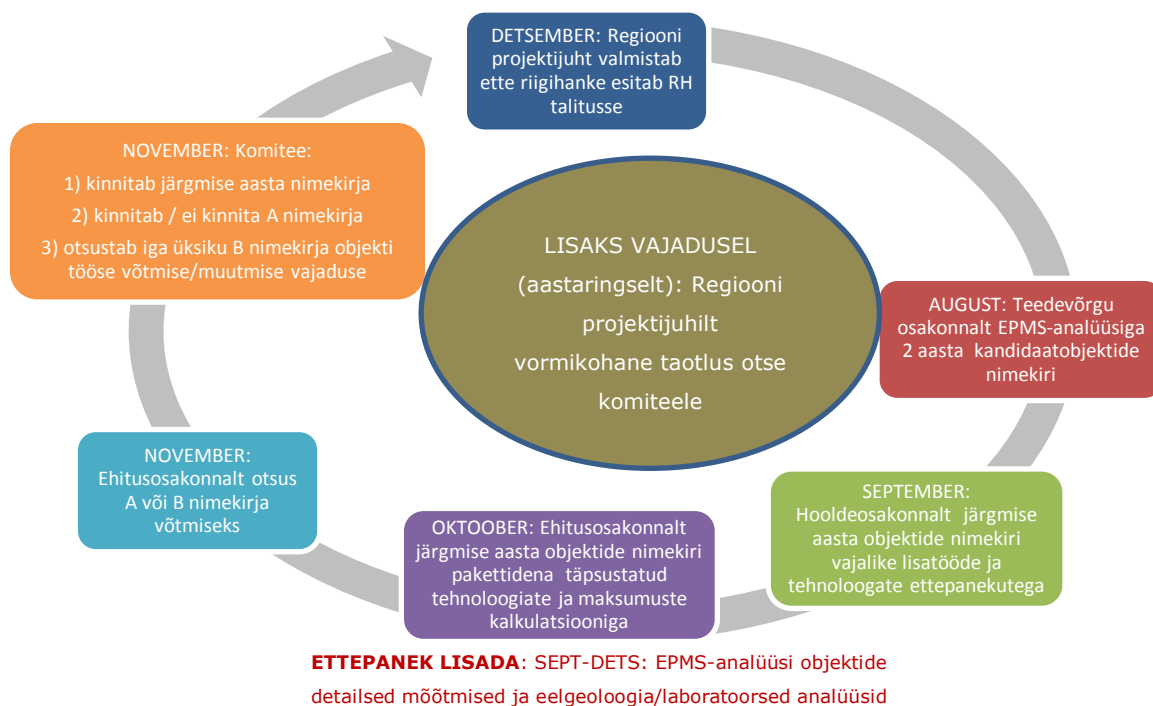
- *LS 1500 – 2999 autot/ööp, keskmine roopa sügavuse juurdekasv 1,3 mm/aastas*
- *LS 3000 – 5999 autot/ööp, keskmine roopa sügavuse juurdekasv 1,8 mm/aastas*
- *LS 6000 - 9999 autot/ööp, keskmine roopa sügavuse juurdekasv 2,0 mm/aastas*
- *LS 10000 ja enam autot/ööp, keskmine roopa sügavuse juurdekasv 2,5 mm/a-s*

Arvestuslik taastusremondi aastavajadus on 150-200 kilomeetrit ning eelarve koostamisel arvestatakse juurde uute teede, liiklussõlmede ja teede laiendamistelt lisanduvad kilomeetrid ning ka vahendid ootamatute kevadiste teedefektide likvideerimiseks. Konkreetsete taastusremondiobjektide valik toimub juhendi „Kattega teede taastusremondi objektide valikumetoodika, Maanteeamet“. Taastusremondi objektide nimekiri koostatakse 2 aastaks. Nimekirja teise aasta plaan on indikatiivne, mida täpsustatakse, arvestades teostatud teekatte seisukorra mõõtmiste tulemusi ja katte remonditöid. Lõpliku nimekirja koostamisel täpsustatakse objekti töömeetod ja planeeritav maksumus. Taastusremondi objektide nimekiri vaadatakse üle iga-aastaselt.

[7]

Taastusremondi objektide valikumetoodika

Maanteeametilt saadud info kohaselt toimub taastusremondi planeerimine lihtsustatult järgmistes etappides:



Joonis 1. Taastusremondi objektide valiku protsess [Maanteeamet]

Kogu protsessi algatab teedevõrgu osakond EPMS analüüsiga augustis kui on olemas kevadised defektide inventeerimise tulemused ning eelmise aasta seisundi andmed. Sepembris lisandub sellele hooldeosakonna hinnangutel tuginevate objektide nimekiri. Oktoobris analüüsib nimekirjad läbi ehitusosakond, täpsustades tehnoloogia ja maksumused. Novembris esitab ehitusosakond komiteele otsuse objektide jagamiseks A ja B nimekirjadesse ning viimane teeb kinnitab järgneva aasta objektide lõplikud nimekirjad. Detsembris valmistavad regioonide projuektijuhid ette hanked ning esitavad hangete läbiviimiseks RH talitusse. Järgnevatel kuudel viiakse läbi riigihanked ning alustatakse töödega. Lisaks on projektijuhtidel võimalik aastaringelt vajaduspõhiselt taotleda komiteelt täiendavate objektide nimekirja lisamist.

Taastusremondi kavandamine on mitme-etapiline protsess, milles keskset rolli täidab nn. EPMS-analüüs. Kavandamise esimesel etapil jagatakse maanteed analüüsitavateks lõikudeks peamiselt katte vanuse järgi. Erinevate parameetrite

- katte vanus, roopa sügavus ja katte defektid (nn. VAM-defektid e. võrkpraod, augud ja murenemine) põhjal arvutatakse EPMS'ga igale sellisele lõigule katte (ülakihi) seisundit iseloomustav taastusremondi indeks TRI, mis on aluseks taastusremondi teelõikude pingerea koostamisel. Väga halvas seisus kattega teelõikude indeks on 100 ning heas seisus 400. Taastusremondi kandidaatobjektide nimekirja valitakse need, mille $TRI < 300$. Seejärel analüüsitakse valitud lõike ja nimekirjast eemaldatakse need teelõigud, millele on eelnevalt valitud töömeetodiks rekonstrueerimine. [4]

Taastusremondi liigi määramine

Lõplik nimekiri analüüsitakse Maanteeameti inseneride poolt, omistades neile sobiva töömeetodi (remondimeetme). Pindamata lõikudel on peamisteks taastusremondi töömeetoditeks ROOPAREMIX, REMIX, AKA (tuntud ka kui MPKJ, REPAVE, mõningate erisustega NOVAFLEX, REMIX+), ning ÜLEKATE enamasti koos freesimise või tasanduskihiga (üldjuhul koos osalise freesimisega), pinnatud lõikudel aga ühekihiline tasandav ÜLEKATE või tasanduskihiga e kahekihiline KATE. Kandidaatlõikudele määratakse esialgne töömeetod alloleva kirjelduse kohaselt, mida hiljem vastavalt konkreetse objekti iseärasustele ja eripäradele täpsustatakse. [4]

- ROOPAREMIX – liiklussagedus > 3000 autot/ööpäevas; roopa sügavus kuni 15 mm; töömeetodiks pindamata teedel olemasoleva katte uuendamise remix tehnoloogiaga; Uue katte laius roobaste arv $\times 1$ m;
- REMIX - liiklussagedus > 3000 autot/ööpäevas; töömeetodiks pindamata teedel sõiduraja olemasoleva katte uuendamise remix tehnoloogiaga; Uue katte laius ≤ 7 m;
- NOVAFLEX¹ – liiklussagedus > 3000 autot/ööpäevas; töömeetodiks pindamata teedel katte uuendamine koos väikese kandevõime puudujäägi likvideerimisega; Uue katte laius = olemasolev põhitee katte laius ilma laiendusteta;

¹ Novaflex on ühe ettevõtte tootenimi, mistõttu on soovitatav kasutada üldnimetust - Eestis AKA e. asfalteerimine kuumfreesitud alusele (Soomes MPKJ, Rootsis REPAVE)

„Taastusremondi objektide ja liigi valikumetoodika analüüs ja täiendamine“ LÕPPARUANNE

- ÜLEKATE – liiklussagedus > 1500 autot/ööpäevas; töömeetodiks pinnatud teedel uue katte ülemise kihi paigaldamine koos tasandusfreesimise ja profiiliparandusega; Uue katte laius = olemasolev põhitee katte laius ilma laiendusteta;
- KATE – liiklussagedus > 1000 autot/ööpäevas; töömeetodiks uue 2 kihilise katte paigaldamine koos tasandusfreesimise ja profiiliparandusega; olemasoleva tee $IRI \leq 3$; Uue katte laius = olemasolev põhitee katte laius ilma laiendusteta
- PINDAMINE - väiksema liiklussagedusega teed, objekte käsitletakse edasi reeglina katete korduspindamise vajaduse määratlemisel

Taastusremondiobjektide nimekiri koostatakse 2 aastaks, aasta 2 on indikatiivne. [4]

Eeltoodu põhjal saab koostada alloleva tabeli.

Tabel 2 Töömeetodite eelvalik kehtiva juhendi järgi

TÖÖMEETOD	€/m2	IRI		AKÖL			PINDAMINE		RBS		FWD	
		<3	>3	1000-1500	1500-3000	>3000	EI	JAH	<15	>15	<VAJ	>VAJ
ROOPAREMIX	8											
REMIX	10									!		
REPAVE/NOVAFLEX	12										!	
ÜLEKATE	15				!		!	!				
KATE (2 KIHTI)	25		!	!			!					

Tabelis on toodud ka eelnimetatud metoodikas toodud remondi maksumused.

Pärast EPMS analüüsi vaadatakse eelvalikud üle ehitusosakonnas ja täpsustatakse valikuid.

3. METOODIKA KAALUTLUSED

Valikumetoodika analüüs

Täna puudub protsessis eeluuringute faas ning täpsemate valikute tegemisel tuginetakse juba regioonis töötavate ja kogenud teedeinseneride visuaalsetele vaatlustele, käsitsi teostatavatele mõõtmistele ja kogemustele. Samas on metoodikate täpsustamisel suur vajadus täpsemate andmete järele, millest omakorda sõltub meetodi valik. Täpsemad mõõtmised saavad selgitada olulisi näitajaid nagu katte paksus, roopa laius ja maht, katte kalded ning laboratoorsete uuringutega ülakihi segu omadused ja muutmise vajadused. Kuna selliseid mõõtmisi on vähe tehtud, on konkreetseid piire raske välja tuua, seda saab teha pärast vastavate uuringute läbiviimist.

Seega tuleb tabelit mõista nii, et eelistatud on tabelis eespool olevad, ehk suhteliselt soodsamad meetodid. Samas on eespool olevate meetodite rakendamine tehnoloogilistel põhjustel piiratum kui allpoololevate oma. Hüüumärkidega ongi märgitud tingimused, milles konkreetse meetodi rakendamise tingimused erinevad eelnevast.

Esmalt tuleb märkida, et eeltoodud töömeetodite liigitus vajab täpsustamist ja tegelikult kasutatavatega ühtlustamist, samuti tuleb talitada teerigistris kasutatavate töömeetoditega. Taastusremondimeetodina ei ole otstarbekas käsitleda eraldiseisvat pindamist (so. säilituremondimeede), küll aga pindamisi koos tasafreesimisega või tasanduskihiga, seda siis väiksema liiklusega teedel. Tasanduskihina on sellisel juhul otstarbekas kaaluda mustsegu kasutamist. Ka tuleks taaastusremondina käsitleda roopataastamisi, seda nii kuumtaastamisena (rooparemix) kui ribafreesimise ja ülekattena, mille puhul sisuliselt seatakse eesmärgiks algse olukorra taastamine.

Tabelis on koos väga erineva liiklussagedusega lõigud kuid ka tabelist on näha, et reeglina on kasutatavad meetodid erinevad. Väiksema liiklusega teedel (liiklussagedus $LS < 3000$) on üldjuhul valitud konstruktsioon arvestusega, et katte vananemist pidurdatakse perioodilise pindamisega ning profiiliparanduseks kasutatakse vajadusel tasandussegu koos pindamisega. Seda eelkõige põhjusel, et paradoksaalsel kombel on muud soodsamad tehnoloogiad (tabelis eespool olevad) on kasutatavad eelkõige tugeva tarindiga teedel, mis on iseloomulikud

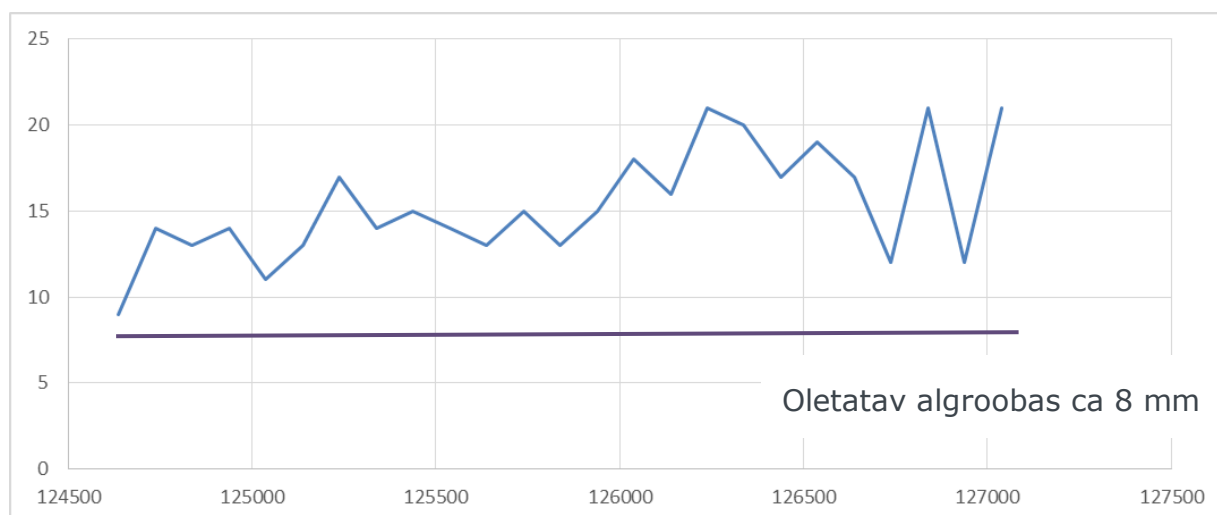
suurema liiklusega teedele. Siiski, asulatesse sobivad ka väikese liiklusega teede korral paremini ülekatted.

Teiseks on küsitav, kas kuumtaastamine on ikka sobiv tehnoloogia suurte ebatasaste katete korral (IRI vahemikus 2...3 m/km). Teiste riikide kogemuse põhjal on kuumtaastamine põhjendatud eelkõige siiski suhteliselt heas seisus katete korral, kus probleemid ei ole jõudnud alusekihtidesse. Halb tasasus kipub viitma aga just sellele ning teisalt ei võimalda kuumtaastamine katte profiili oluliselt parendada, tagades seejuures kvaliteetse lõpptulemuse.

Rooparemixi on hea võimalus taastada ainult roopad ning sobib eelkõige kiirestiarenevata kulumisroobaste korral. Eelis remixi ees on suhteliselt suurem värske segu kogus roopa ulatuses, miinuseks aga uute vuukide teke ning katte mitteuuendamine ülejäänud osas. Hinna poolest on tehnoloogiad sarnased – remixi mõnevõrra suurema materjalikulu kompenseerib rooparemixi töömahukus – töö on pea 2x aeglasem. Rooparemix'i rakendamiseks on hetkel nõutav, et roopa sügavus jääks alla 15 mm. Ühelt poolt tagab see et kuumutamise käigus ei kuumutata roopa põhja liiga sügavalt, tunduvalt rohkem aga asjaolu, et sügavama roopa puhul hakkavad liiklejad otsima sageli võimalusi roopa põhja vältimiseks ning roobas hakkab arenema enam ka laiusesse. Rooparemix ei suuda siis katta kogu roobast ja vältimatuks muutub katte taastamine laiemalt. Teatud roopa laiuseni on üheks võimaluseks kasutada laiemat, 1,2 m laiuse tööalaga rooparemixerit või siis teha asendus juba remixiga. Roopa sügavus on küll lihtne indikaator kuid see ei anna siiski piisavalt informatsiooni roopa laiusesse kasvamise kohta. Viimase selgitamiseks on soovitatav minna roopa mõõtmisel üle mõõteseadmetele, mis võimaldavad täpselt hinnata ka roopa kuju. Lisaks tuleks rooparemix'i kasutamisel hinnata katte üldist seisundit tasasuse ja defektide mõttes. Suhteliselt ebatasase ja/või defektse katte korral ei kaitse rooparemix teetarindit piisavalt ilmastiku ja liikluse koosmõju eest.

Remix'i – lisaseguga kuumtaastamine (kuumutamine-kobestamine-materjali lisamine-tihendamine) kasutamine on rooparemixi kõrva praktiliselt sama ökonoomne lahendus. Remix-protsess võimaldab ka segu uuendada, lisades protsessis värsket segu ja/või bituumenit. Kuigi selle rakendamiseks roopa sügavuse nõuet sätestatud ei ole, on olemas oht, et roopapõhi kuumutatakse

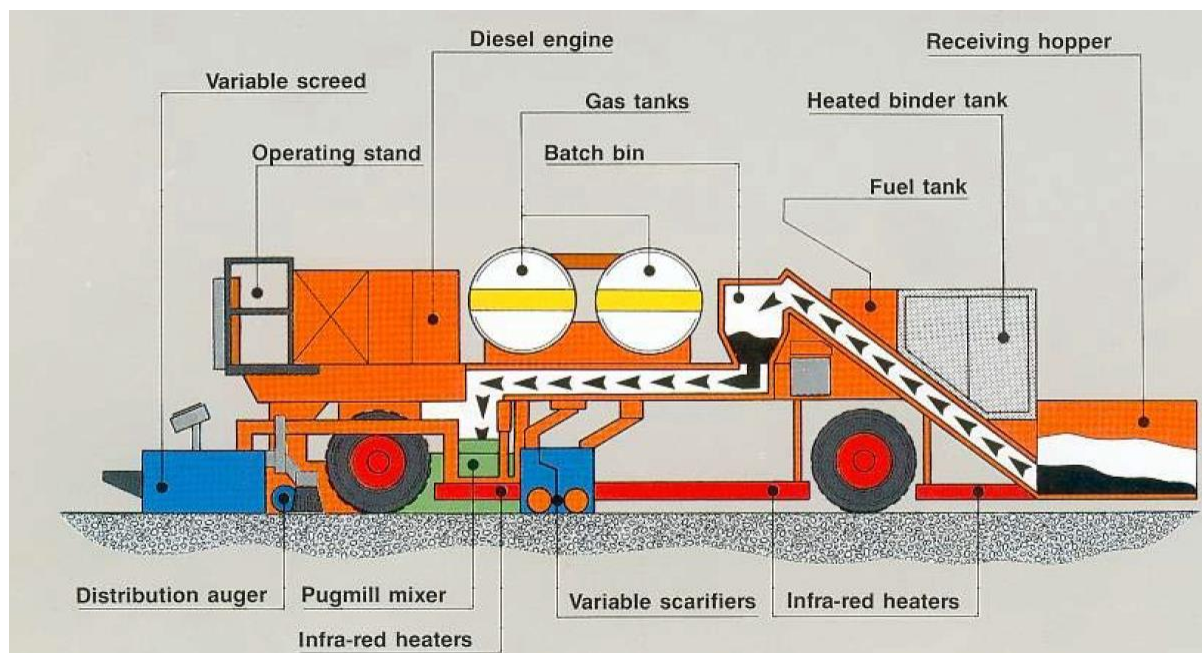
märksa sügavamalt kui ülejäänud kate, mis freesimise käigus mõnevõrra rohkem kobestub. Hiljem tihendades võivad need kohad jääda ülejäänuga võrreldes mõnevõrra poorsemad ja osutada altiks järeltihenemisele. Statistilist tuge sellise lähenemise paikapidavusele oleks võimalik saada kui hakata uurima ka algroopa teket ja selle seost valitud taastusremondimeetodiga. Remix'i eelis rooparemiksi ees on kindlasti parem võime tasandada ebatasasusi kuid ennekõike võime tulla toime katte ülakihi defektidega – murenemine, viimasest arenenud võrkpraod, augud ning nende parandamiseks tehtud lapid. Ka juhul kui katte defektid on tingitud altpoolt, võimaldab remix taastada katte ja aeglustada defektide progresseerumist ülalt lisanduva vee koostoimel. Siiski on sellises olukorras enamasti otstarbekas lokaalsed defektide kohad ja tekkepõhjused välja selgitada ning rakendada lokaalseid abinõusid ja rakendada remix-tehnoloogiat alles pärast seda. Soomes on Remix'i kasutamisel peetud optimaalseks olukorda, kus roopa sügavus jääb alla 15 mm. Juhul kui teetarind on hästi ehitatud, on maanteetingimustes tekkiv roobas suhteliselt ühtlane. Praktikas näeme sageli roopa suhteliselt ebaühtlast kasvu. Alloleval näitel muutub 100m keskmine roobas üsna lühikesel lõigul vahemikus 10...20 mm, seejuures lõigu algusosas jääb roobas valdavalt 13-15 mm vahele, lõpuosas aga 16-20 mm vahele. Taastusremondimeetodi valikul on otstarbekas selliste erinevuste põhjused välja selgitada. Arvestada tasub, et sageli tekib katete ehitamise järgselt nn. algroobas kuni 8 mm, mis tähendab, et lõigu algusosas on täiendav juurdekasv olnud 5-7 mm ja lõigu lõpuosas 8-12 mm ehk erinevus on pea 2-kordne.



Joonis 2. Roopa sügavuse ebaühtlane kasv 2002-2014

AKA ja Remix+ - ülekattega kuumtaastamine (lihtne või lisaseguga kuumtaastamine koos kohese ülekattega) täidavad sarnast rolli – olemasolev kate kobestatakse ja tasandatakse kuumalt ning peale rajatakse värsket segust kattekiht. Erinevus on seisneb aga asjaolus, et Remix+ korral on ülekatte kihi rajamise protsessi sisseehitatud, AKA puhul rajatakse see eraldi asfaldilaouturi abil. Esimesel juhul on peaks tulemus olema mõnevõrra ühtlasem, mida AKA puhul saaks kompenseerida värsket kihi mõnevõrra suurema paksusega (+1 cm).

Remix+ võimaldab sisuliselt sama, mis Remix kuid osutub põhjendatuks eelkõige juhul kui liikluse kasvust tingituna või muul põhjusel on vaja kasvatada minimaalselt ka tee kandevõimet. Remix+ eelised Remix ees tulevad aga paremini esile juhul kui kuumtöödeldava katte omadused pole piisavalt homogeenised või pole olemasoleva katte baasil võimalik täielikult tagada uuevärset segu, vaatamata. Remix+ protsessi käigus jääb pealmiseks kihiks suhteliselt õhuke kuid täielikult uuest materjalist kattekiht (ca 30-40 kg/m²), mille omadused on samuti võrreldavad uue katte omadustega. Lisaks on võimalik aluskihi segu oadusi parendada „elustava“ bituumeni lisamisega. Eestis seda tehnoloogiat seni kasutatud pole.



Joonis 3. REMIX+ tööpõhimõte [Wirtgeni käsiraamatust]

Juhul kui kandevõime puudujääk on suurem, on mõeldav kasutada AKA-tehnoloogiat (Rootsis Repave), mille käigus rajatakse remix-tehnoloogiaga rajatud kattele täiendav ülekate (ca 60-70 kg). Eestis on laialdasemalt kasutuses just see meetod kuid mitte niivõrd kandevõime suurendamise vajaduse tõttu, vaid põhjusel, et Remix tehnoloogia ei ole taganud piisavalt head tulemust. Ilmselt on tellijal otstarbekas jätta töövõtjale vabad käed AKA ja Remix+ vahel valiku tegemiseks.

Kuumtaastamine pole siiski alati võimalik lahendus, seda näiteks juhul kui kattele on varasemalt tehtud pindamine. Pindamise näol on üldjuhul tegemist väiksema liiklusega teede remondimeetmega, mille eesmärk ei ole katte taastamine vaid säilitamine. 90-ndatel olid noore riigi rahalised võimalused katete taastamiseks piiratud, mistõttu kasutati teedevõrgu säilitamiseks ulatuslikult pindamist ka suurema liiklusega teedevõrgul. Sellisel juhul tuleb sõltuvalt tee seisundist kombineerida ülekatte koos tasandusfreesimisega ja vajadusel koos tasanduskihiga. Viimastel aastatel on aga praktiseeritud ka kombineeritud lahendust, kus teostatakse nii tasandusfreesimine kui tasanduskihi paigaldamine.

Erandi moodustavad olukorrad, kus korras profiiliga teedel on pindamist kasutatud ajutise lahendusena ülakihi kvaliteediprobleemide leevendamiseks.

Sellisel juhul eeldatakse, et paari –kolme aastapärast pindamine (1-2 cm) eemaldatakse ning teostatakse kuumtaastamine allolevale kattele.

Ameerika ühendriikides kasutusel 3 kuumtaastamise (HIR, Hot In-place Recycling) meetodit. Lisaks meilgi tuntud Remix ja Repave (AKA, Remix+) meetoditele on laialdaselt kasutatav surface recycling (lihtne kuumtaastamine, so. kuumutamine-kobestamine-tihendamine), kus uut segu ei lisata.

Põhjamaades lihtsat kuumtaastamist üldjuhul ei kasutata, kuna kuumtaastamist on peetud otstarbekaks kasutada eelkõige suure liiklusega teedel kus tekib ka roogas.

Taastusremondi soovituslikud valikud

Olemasolevat taastusremontide valikumetoodika Soome/Rootsi eeskujul kombineerimisel teeme ettepaneku võtta kasutusele järgmised taastusremondiliigid.

Tabel 3. Taastusremondiliikide ettepanek

Taastusremondi liik

Roopa kuumtaastamine 10-20^{2*} Rooparemix tehnoloogiaga (nt. RREM15)

Roopa ülekate 100 roopafreesimisega (RÜ100RF)

Kuumtaastamine 10-20 Remix tehnoloogiaga (nt. REM15)

Kuumtaastamine 30-40 Remix+ tehnoloogiaga³ (nt. REM+35)

Kuumtaastamine 60-70 AKA tehnoloogiaga⁴ (nt. AKA65)

Ülekate 100 tasandusfreesimisega (Ü100TF)

² Numbriga on toodud tüüpiline lisatava segu kogus

³ Eestis ei ole veel tehtud

⁴ Katte kuumutamine, tasandamine ja kohene ülekatte paigaldamine (Soomes MPKJ, Eestis tuntud kui Novaflex)

Ülekate 100 tasandavate meetmeteta (Ü100)

Ülekate 100 tasanduskihiga 40-80⁵ (Ü100TK50)

Pindamine (P)

Kuumtasandamine (KT)

Tasandusfreesimine (TF), pindamisega (TFP)

Tasanduskiht 40-80 (nt. TK50)⁶, pindamisega (TKP)

Taastusremondiliikide nimetuste ja sisu täpsustamine on oluliseks sammuks kasutatavate meetodite üheseks mõistmiseks. Loomulikult peab see olema ühtmoodi mõistetav nii kavadamise, ehituse kui hilisema teeregistrisse kandmise faasis hoidmaks ära vigu analüüsis. Allpool on toodud ülaltoodud meetodite lühikirjeldused.

Roopa kuumtaastamine Rooparemix tehnoloogiaga on kate kuumtaastamine Remix tehnoloogiaga analoogselt roopa laiuses (tüüpiliselt 1,0 või 1,2 m), kate kobestatakse, lisatakse uut segu, segatakse ning paigaldatakse tagasi. Ei sobi kui lisaks roobastele on muid defekte.

Roopa ülekate roopafreesimisega on roopaväljafreesimine ja asendamine uue seguga. Ei sobi kui lisaks roobastele on muid defekte.

Kuumtaastamine Remix tehnoloogiaga on meetod, kus kate kuumutatakse, kobestatakse, lisatakse uut segu ja vajadusel bituumeni „elustajat“, segatakse ning paigaldatakse tagasi.

Kuumtaastamine Remix+ tehnoloogiaga on meetod, kus kate kuumutatakse, kobestatakse, lisatakse vajadusel bituumeni „elustajat“, segatakse ning paigaldatakse tagasi ning koheselt paigaldatakse uus kiht asfalti.

⁵ võib sisaldada tasandusfreesimist ja lappimist

⁶ võib sisaldada tasandusfreesimist ja lappimist

Kuumtaastamine AKA tehnoloogiaga on meetod, kus kate kuumutatakse, kobestatakse, lisatakse vajadusel bituumeni „elustajat“, segatakse ning paigaldatakse tagasi ning eraldi laoturiga paigaldatakse uus kiht asfalti.

Ülekate tasandusfreesimisega on meetod, kus vajadusel suuremad ebatasasuse tasandatakse tasandusseguga (kihi paksus 20...60mm) nii, et hilisema tasandusfreesimise tulemusena on võimalik saada tasane pind, seejärel kate tasandusfreesitakse nii, et ebatasasused ei ületaks 10mm ning paigaldatakse uus kiht asfalti.

Ülekate tasanduskihiga on meetod, kus vajadusel suuremad ebatasasused tasandatakse väljafreesimise teel nii, et osutuks võimalikuks paigaldada tasanduskiht paksusega 20...60mm, misjärel paigaldatakse uus kiht asfalti.

Ülekate tasandavate meetmeteta on ülekatte erimeetod juhul kui paigaldatava kihi paksuse kõikumine aluse ebatasasusest tulenevalt jääb 10mm piiresse.

Pindamine ajutine meetod remondi edasilükkamiseks olukorras, kus suure liiklusega teel on probleeme vaid jäävpoorsusega. Selle tulemusena arvestatakse, et pindamine peaks vastu pidama ca 3 aastat, misjärel rajatakse ülekate või freesitakse välja pindmine ning tehakse kuumtaastamine.

Kuumtasandamine on meetod väiksema liikluskoormusega teedele, kus on probleeme vaid ülakihi roobastega (kuni 20mm) või paigalduskvaliteediga – puudulik jäävpoorsus, mikropraod, murenemine.

Tasanduskiht (paksus 20...80 mm) on meetod väiksema liikluskoormusega teedele. Soovitav kombineerida pindamisega.

Tasandusfreesimine on meetod väiksema liikluskoormusega teedele eeldusel, et tasandusfreesimisega jääks alles kate piisav paksus ja vajalik kandevõime. Soovitav kombineerida pindamisega.

Juhul kui eelevald meetodid ei taga piisavat kandevõimet ja nõuetekohast teeprofili, vajab objekt erilahendust ning käsitletakse rekonstrueerimisena.

Kuumtaastamise kvaliteet sõltub ühe osana selle lähtematerjalist. Juhul, kui kate jäetakse õigel ajal taastamata, st. lastakse tekkida arvukalt defekte siis isegi kui need parandatakse lappimise teel, muutub kate selle tulemusena nii terastikulise

koostise, täitematerjali kui sideaine koguse aga ka muudel põhjustel ebahomogeensemaks, mis raskendab taastamisel kvaliteetse, st. ühtlaselõpptulemuse saavutamist. Seetõttu on oluline, et kuumtaastamine rakenduks õigeaegselt (st. ennetavana), enne kui teele on tekkinud suuremad kahjustused. Ennetamise põhimõte on oluline siiski mitte üksnes kuumtaastamisel, vaid ka kõigi teiste meetodite rakendamisel.

4. ANDMETE ANALÜÜS

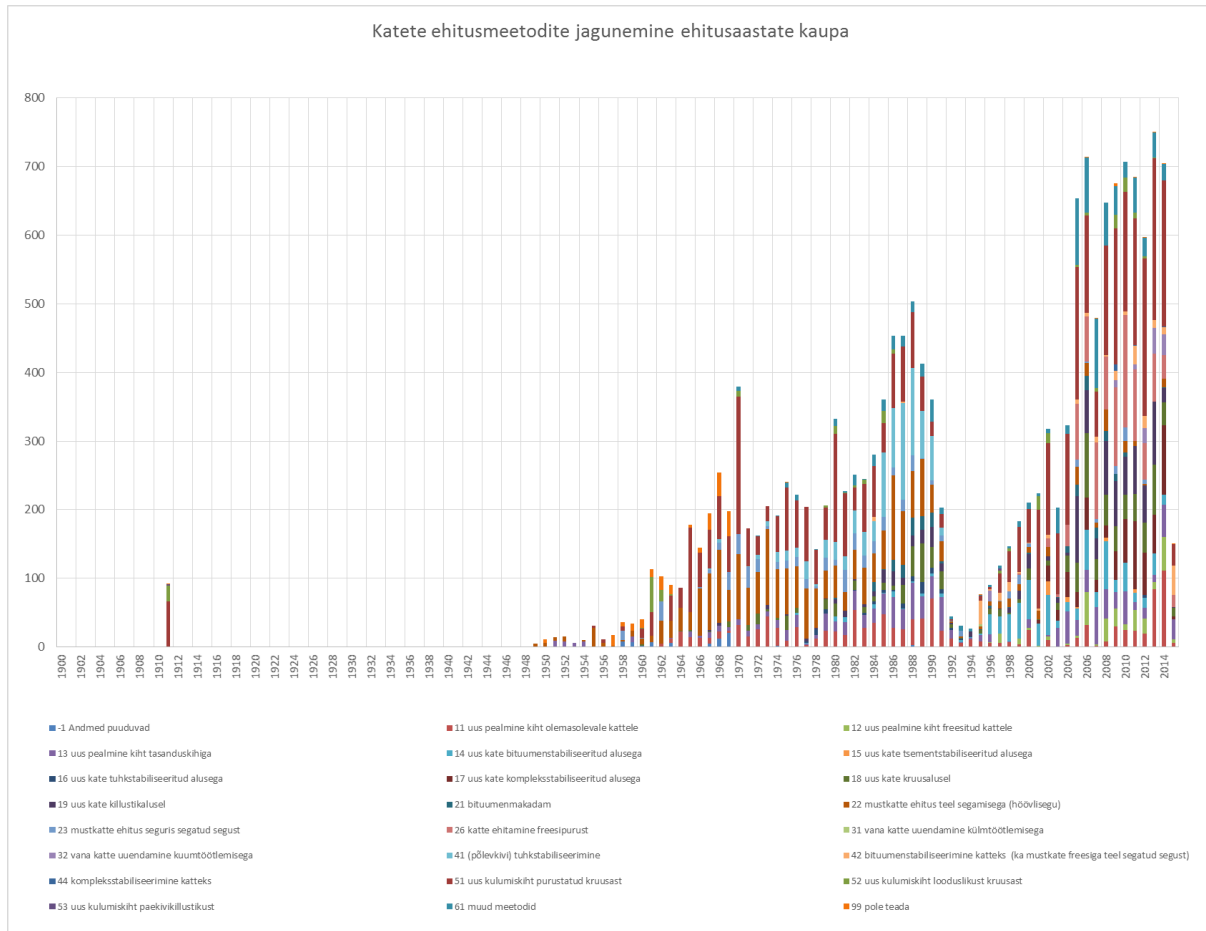
Taasturemont teeregistris

Teeregistris kajastatakse taastusremont ehitusmeetodina ning siin on kasutusel teatud hulk koodi, mis paraku ei iseloomusta terviklikult tegelikku olukorda. Teeregistris on taastusremondina käsitletavat järgmised valikud:

- Kood 11 uus pealmine kiht olemasolevale kattele
- Kood 12 uus pealmine kiht freesitud kattele
- Kood 13 uus pealmine kiht tasanduskihiga
- Kood 32 vana katte uuendamine kuumtöötlemisega

Siit on selge, et mitmete kasutusel olevate taastusremondimeetodite jaoks puudub kood ning võimalus eraldada ja analüüsida neid kogumis, nt. roopataastusremonti aga ka erinevaid kuumtaastamise meetodeid, sanuti taastusremonte, mida tehakse koos pindamisega. Lisaks on väga sageli kajastatud tööd teeregistris lihtsalt vale koodi all.

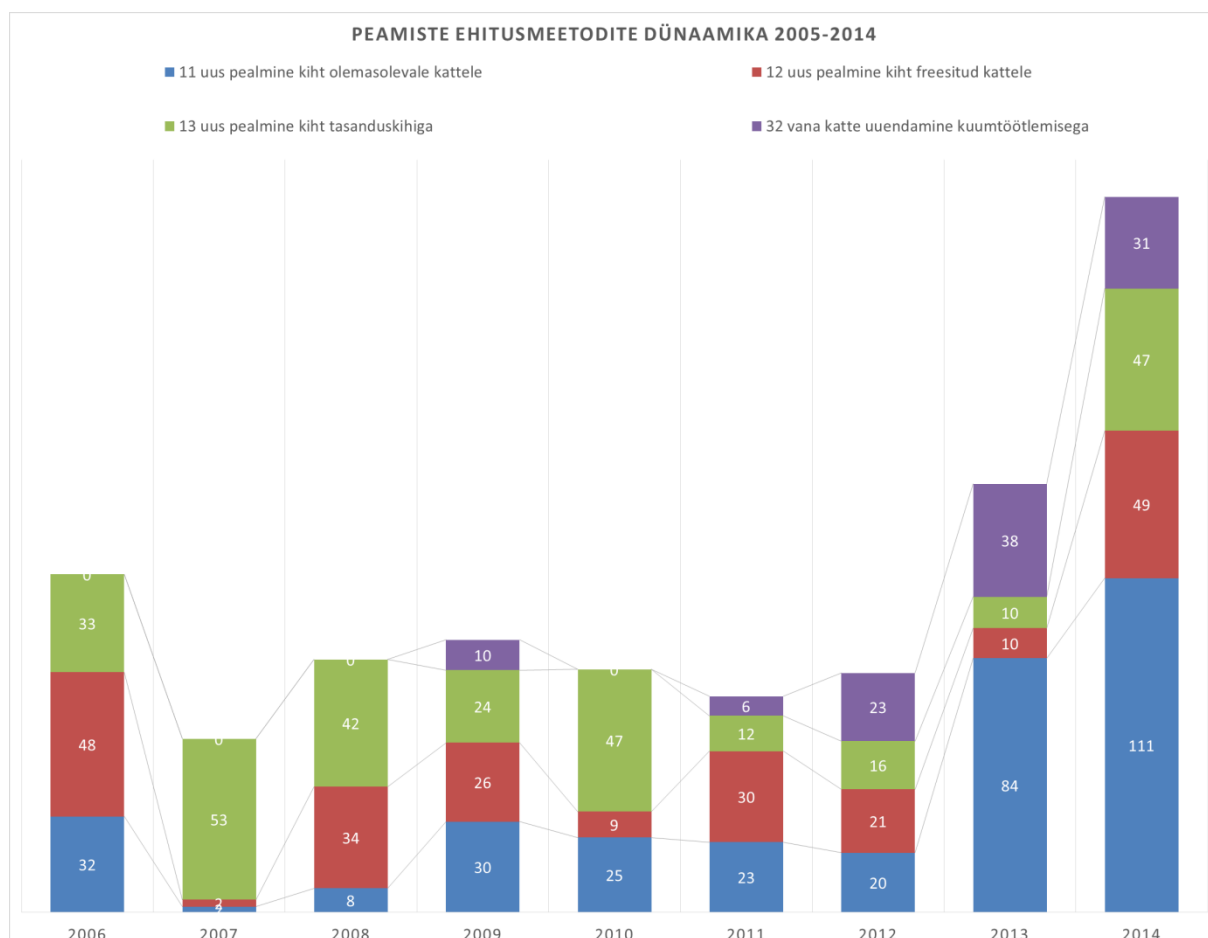
Allolevatel graafikutel on kujutatud riigimaanteede katete mahtusid ehitusaastate ja ehitusmeetodite kaupa. Esimesel graafikul on esitatud andmed kogu teeregistris toodud andmestiku ulatuses. Graafikult on näha, et arvestatav hulk katteid on väga vanad.



Joonis 4. Katete jagunemine ehitusaasta ja töömeetodi järgi

Veidi kompaktsema ja lihtsamini jälgitava pildi saab kui piirduda üksnes viimase 25 aastaga. Nii sellelt kui eelmiselt graafikult on hästi näha mahajäämuse tekkepõhjus

Enamasti rakendatakse ülekatte objektidel nii tasandusfreesimist kui tasanduskihti kuid teeregistri põhjal kuid ehitusmeetodi valikutes selline variant otsesõnu puudub. Teeregistris kajastuvad kuumtaastamised ja ülekatted alljärgnevalt:

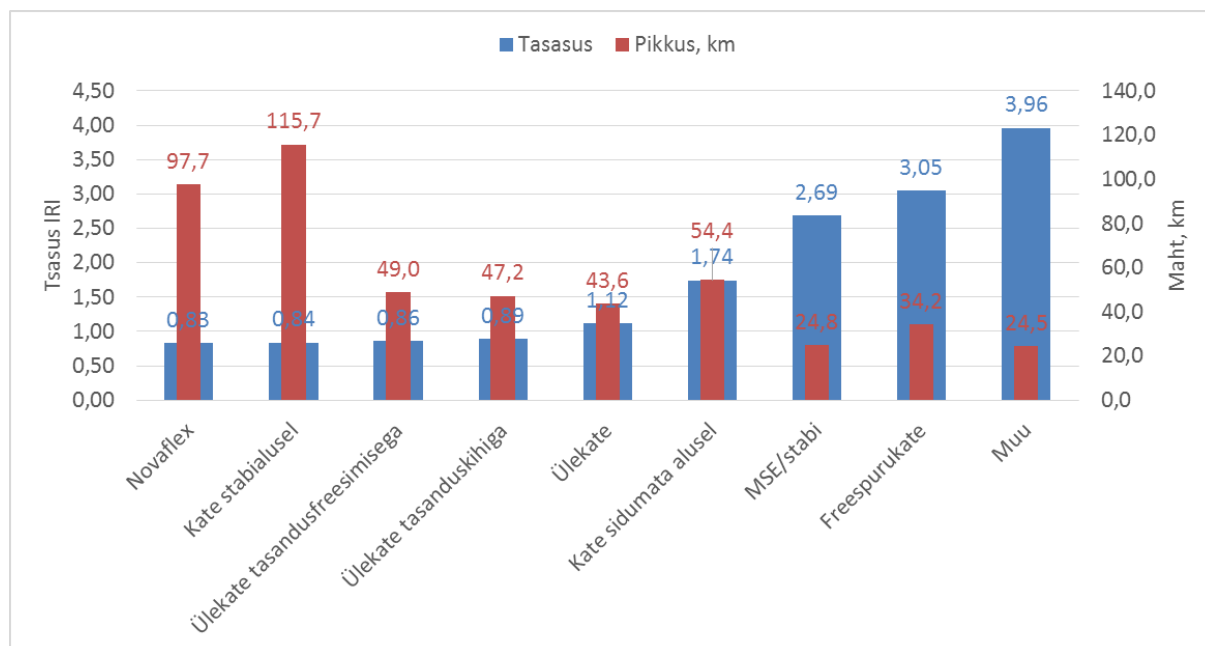


Joonis 5. Taastusremondi katete jagunemine teeregistris

Kui kuumtaastamiste maht on aasta-aastalt kasvanud ja ülekatete maht on kokkuvõttes olnud stabiilne, siis kolme ülekatte meetodi vahel on mahtude kõikumine aastate vahel olnud üsna suur.

Tegelikult ei kajasta teeregister neid erinevaid meetodeid päris objektiivselt ega ühetaoliselt. Nt. kuumtaastamist on kajastatud nii koodide 11 kui 32 all. Suuresti tingib segaduse asjaolu, et AKA-tüüpi kuumtaastamine sobibki kokku mõlema kirjeldusega. Praktikas on siiski oluline teha vahet, mis tüüpi kuumtaastamisega on tegemist. See vajab aga eraldi üksikasjalikku analüüsi.

Alloleval joonisel on eraldi välja toodud erinevate ehitusmeetoditega saavutatud tasasuste väärtused ja meetodite rakendamise mahud 2014 aastal. Siin on eraldi välja toodud kuumtaastamised koodnimega „Novaflex“.



Joonis 6. 2014 rajatud katete tasasus

Jooniselt on näha, 2014 uutest katetest on praktiliselt võrdselt väga hea tasasusega nii kuumtaastamised, katted stabialusel kui katted tasandufreesimisega ja tasanduskihiga (keskmine IRI vahemikus 0,83...0,89). Ülekatetest (kood 11) jääb samasse klassi (0,87) ainult põhimaanteel olev lõik, tugimaantee ülekatete tasasused jäävad vahemikku 1,09...1,43 ning kõrvalmaanteedel on ülekatete keskmine tasasus 3,0. Viimane ei ole kindlasti rahuldav tulemus ülekatte korral kuid vajaks selgitamist, kas tegu on ikka kindlast ülekattega, mitte nt. freespurukatatega. Sama lugu on kattega sidumata alusel, ka siin vajaks täpsemat analüüsi, mis on suhteliselt madalamaid tulemusi põhjustanud.

Tee seisundiandmete dünaamika

Teeregistris on katte vanuse järgi grupeerides 7709 riigimaantee lõiku kogupikkusega 16 648 km. Käesoleva uuringu kontekstis pakuvad meile eelkõige huvi kuni 10 aasta vanused (2005-2014) killustikmastiksfaldist (SMA) ja tihedast asfaltbetoonist (AC) kattega teed. Analüüsiks on tehtud mõningad üldistused. Nii on analüüsist välja jäetud ehitusmeetod, mille maht viimasel 10 aastal on olnud väike, alla 25 km. Selle tulemusena jäi analüüsi katkematu lõike 1260 ja kogupikkusega 2078 km.

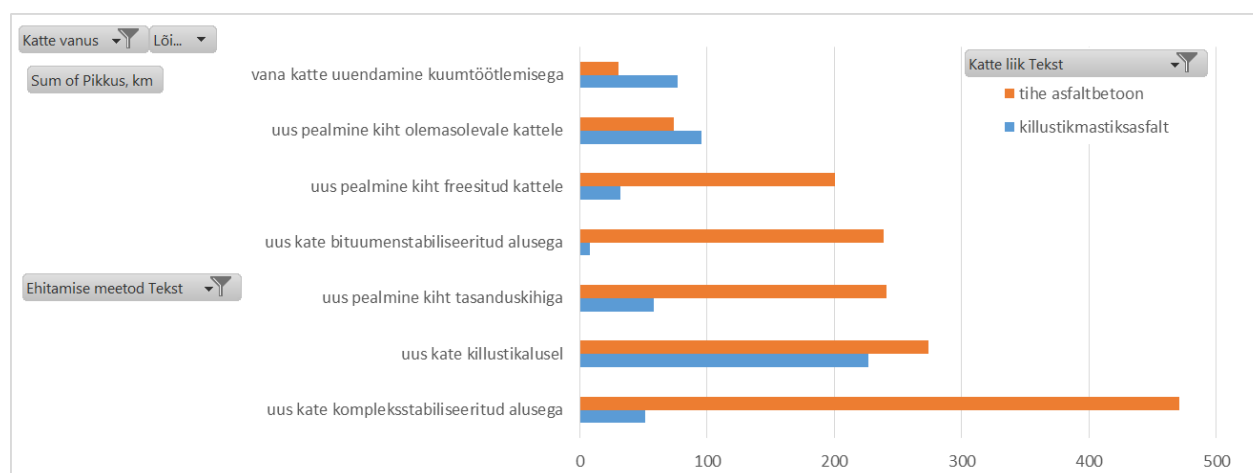
„Taastusremondi objektide ja liigi valikumetoodika analüüs ja täiendamine“ LÕPPARUANNE

Allolevast tabeli puhul tuleb siiski arvestada näiteks tõsiasjaga, et kuumtaastamisi on teeregistris kajastatud nii koodi 11 kui 32 all.

Tabel 4. Katkematute lõikude arv ja pikkus analüüsiks

Ehitusmeetod	Katkematuid lõike	Pikkus, km
uus kate kompleksstabiliseeritud alusega	203	522
uus kate killustikalusel	423	501
uus pealmine kiht tasanduskihiga	178	299
uus kate bituumenstabiliseeritud alusega	142	247
uus pealmine kiht freesitud kattele	201	232
uus pealmine kiht olemasolevale kattele	92	170
vana kate uuendamine kuumtöötlemisega	21	107 ⁷
Kokku	1260	2 078

Tabel 5. SMA ja AC katete jaotus töömeetodite lõikes



Allolevas tabelis on näha viimase 10 aasta AC ja SMA katete ehitamise dünaamika ehitusmeetodi kaupa.

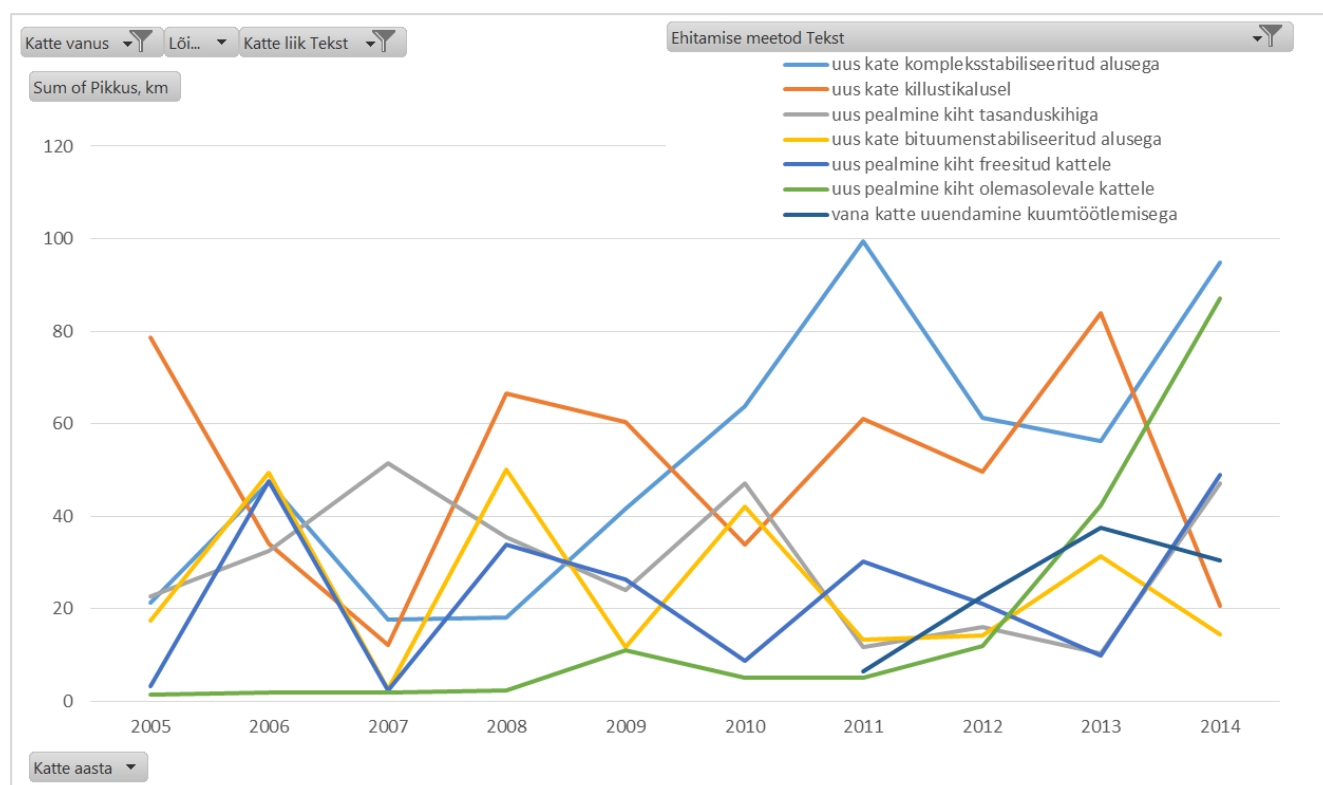
Tabel 6. Katete pikkused kate aasta ja ehitusmeetodi järgi

Ehitusmeetod	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	SUM
uus kate kompleksstabiliseeritud alusega	21	47	18	18	42	64	100	61	56	95	522
uus kate killustikalusel	79	34	12	67	60	34	61	50	84	21	501
uus pealmine kiht tasanduskihiga	23	33	51	36	24	47	12	16	10	47	299

⁷ Tegemist on sisuliselt ainult 2014 aasta mahuga, varasemaid andmeid pole

„Taastusremondi objektide ja liigi valikumetoodika analüüs ja täiendamine“ LÕPPARUANNE

uus kate bituumenstabiliseeritud alusega	17	49	3	50	12	42	13	14	31	14	247
uus pealmine kiht freesitud kattele	3	48	2	34	26	9	30	21	10	49	232
uus pealmine kiht olemasolevale kattele	2	2	2	2	11	5	5	12	42	87	170
vana kate uuend.kuumtöötlemisega					10		6	23	38	31	107
KOKKU	145	213	88	206	185	201	227	197	272	344	2 078



Joonis 7. Erinevate meetoditega rajatud katete pikkuste erinevused aastate kaupa

Pea kõikide ehitusmeetodite puhul võib täheldada mahtude üsna suuri kõikumisi aastate vahel. Kuumtaastamise rollist selles oli juttu ja ülekatete puhul variandist, kus on kombineerituna kasutatud nii tasafreesimist kui tasanduskihti.

Tasasuse keskmiste väärtuste jaotumisest uutel katetel ja nende muutumisest ajas annab aimu järgmine tabel. Tabeli koostamisel on võetud aluseks nimetatud aastatel ehitatud katete seisund täna ning ei kajasta seetõttu otsesõnu katete tasasuse muutumise dünaamikat kuid kaudselt annab võimaluse seda siiski hinnata.

Tabel 7. Kattete keskmiste tasasuste jaotus katte aasta ja töömeetodi järgi

Ehitusmeetod	Katte aasta->	'14	'13	'12	'11	'10	'09	'08	'07	'06	'05
--------------	---------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

„Taastusremondi objektide ja liigi valikumetoodika analüüs ja täiendamine“ LÕPPARUANNE

vana katte uuend kuumtöötlemisega	1,0	0,8	0,9	0,7		0,9					
uus pealmine kiht olemasolevale kattele	0,9	0,9	1,0	1,2	1,1	1,5	1,6	4,0	2,7	2,2	
uus kate kompleksstabiliseeritud alusega	0,8	1,1	0,9	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,2	
uus pealmine kiht tasanduskihiga	0,9	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,3	1,2	1,3	1,2	
uus kate bituumenstabiliseeritud alusega	0,9	1,1	1,1	0,9	1,3	1,2	1,3	1,9	1,1	1,2	
uus pealmine kiht freesitud kattele	0,9	1,3	1,3	1,3	1,3	1,5	1,4	3,1	1,4	2,2	
uus kate killustikalusel	1,4	1,3	1,2	1,1	1,6	1,3	1,3	1,8	1,7	1,2	

Siiski on üsna palju küsitavusi ka teeregistri enda andmetes. Näiteks kui töömeetodiks on uus pealmine kiht tasanduskihiga aga näidatud on ühekihiline kate kruusalusel. Või on töömeetodiks uus kate kompleksstabiliseeritud alusega aga kattekihte on märgitud 1-2 kruusalusel.

Kui katteliigiks on märgitud SMA, siis ootuspäraselt on kate seguks kas SMA 12 või SMA 16, kokku 515 km (kate < 10a).

Tabel 8. SMA segust katete jaotus

Killustikmastiksfalt	551,564
killustikmastiksfalt SMA 12 / KMA 12	456,637
killustikmastiksfalt SMA 16 / KMA 16	94,927

Tiheda asfaltbetooni puhul on aga ülakihi seguvariante väga palju:

Tabel 9. ACsurf segust katete jaotus

tihe asfaltbetoon	1636,057
Andmed puuduvad	0,08
killustikmastiksfalt SMA 12 / KMA 12	1,57
kompleksstab. KS 32	2,198
muu MSE	0,1
muu TAB I	0,008
muu TAB II	0,248
poorne asfaltbetoon PAB 16A	8,624
Puudub	2,505
tihe asf.bet.katk.s.k. TAB 16	7,479
tihe asf.bet.pid.s.k. AC 12 bin / TAB 12II	25,633
tihe asf.bet.pid.s.k. AC 12 surf / TAB 12I	1342,807
tihe asf.bet.pid.s.k. AC 16 bin / TAB 16II	46,52
tihe asf.bet.pid.s.k. AC 16 surf / TAB 16I	192,173
tihe asf.bet.pid.s.k. AC 4 surf / TAB 4	0,118

tihe asf.bet.pid.s.k. AC 8 surf / TAB 8	1,622
tihe asf.bet.pid.s.k. TAB 8II	0,65
(blank)	3,722

Tabeli näitab, et lõviosa tihedatest asfaltbenoonidest kasutatakse katte ülakihis ära AC 12 surf ja vähem AC16 surf segudena, kokku 1535 km. Muude seguliikide osakaal on ebaoluline ja kohati ka selgelt ekslik, mistõttu on otstarbekas need analüüsist välja jätta.

Allolevas tabelis on võrreldud erinevatel aastatel valminud katete kandevõimeid. Siinkohal tuleb arvestada, et kandevõime mõõtmisi ei ole tehtud kogu vaadeldaval teedevõrgul ühtlaselt iga aasta kuid keskmisena ei tohiks see suurt pilti muuta. Kuigi aastate vahel võib täheldada suuri kõikumisi ja iseloomustab kindlasti suuresti seda, kas töid teostati konkreetsel aastal suuremas mahus suurtel või väikestel teedel. Seetõttu, täiendavalt liigitamata kandevõimenäitaja E-moodul osas selgeid tendentse välja ei joonistu.

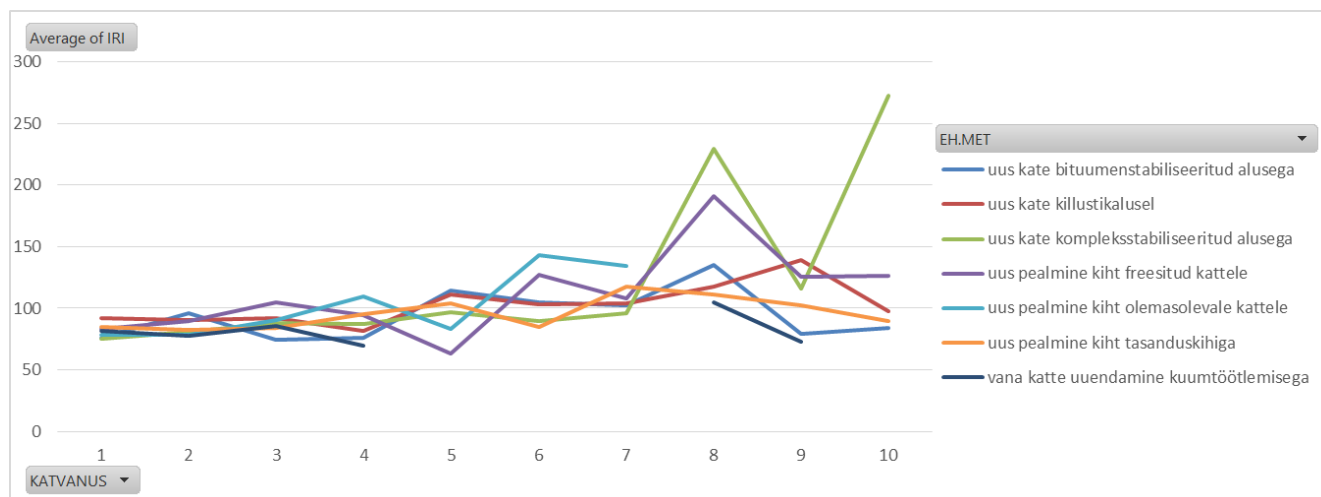
Tabel 10. Kattete keskmiste kandevõimete jaotus katte vanuse ja töömeetodi järgi

Ehitusmeetod	Katte vanus->	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
uus kate bituumenstabiliseeritud alusega		302	328	282	303	267	208	303	227	318	378
uus kate killustikalusel		345	268	357	360	279	259	325	335	343	362
uus kate kompleksstabiliseeritud alusega		313	354	357	297	381	303	349	405	304	279
uus pealmine kiht freesitud kattele		201	717	399	338	326	346	365	303	315	313
uus pealmine kiht olemasolevale kattele		441	467	381	382	486	326	317	258	224	276
uus pealmine kiht tasanduskihiga		214	381	454	375	327	235	396	318	352	329
vana katte uuend. kuumtöötlemisega		441	402	502	371		477				
Keskmine		303	374	385	327	330	292	343	334	323	345

Edasi tuleks teha veel mõned lihtsustused ja mööndused, et veenduda andmete võrreldavuses.

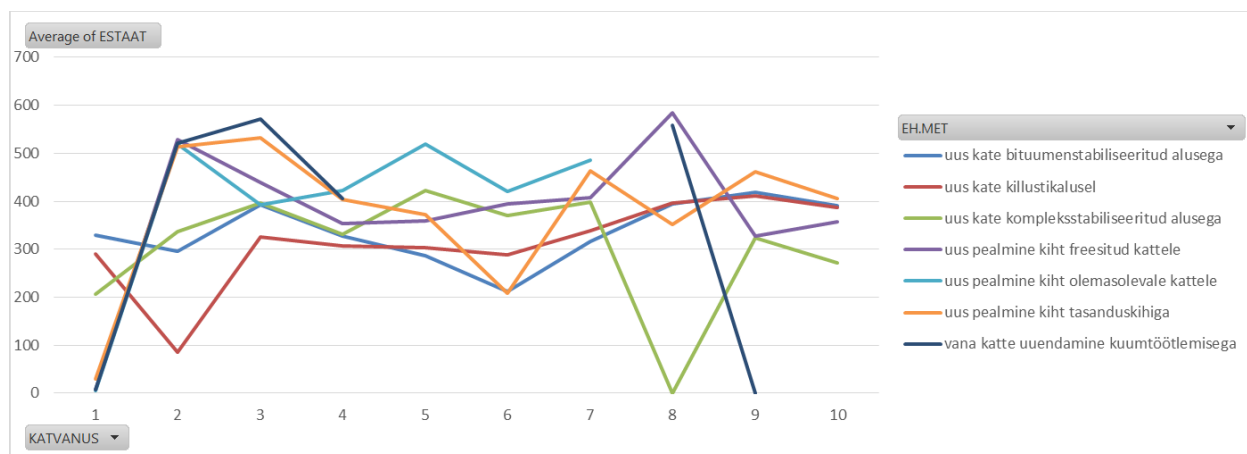
Alljärgnevalt on erinevate ehitusmeetodite korral võrreldud sanaselt mitmete seisundiparameetrite – tasasus, E-staatiline, BCI, BDI, SCI, defektid (võrk-auk-murenemine, lappimine), roopa sügavus - muutumise dünaamikat.

„Taastusremondi objektide ja liigi valikumetoodika analüüs ja täiendamine“ LÕPPARUANNE



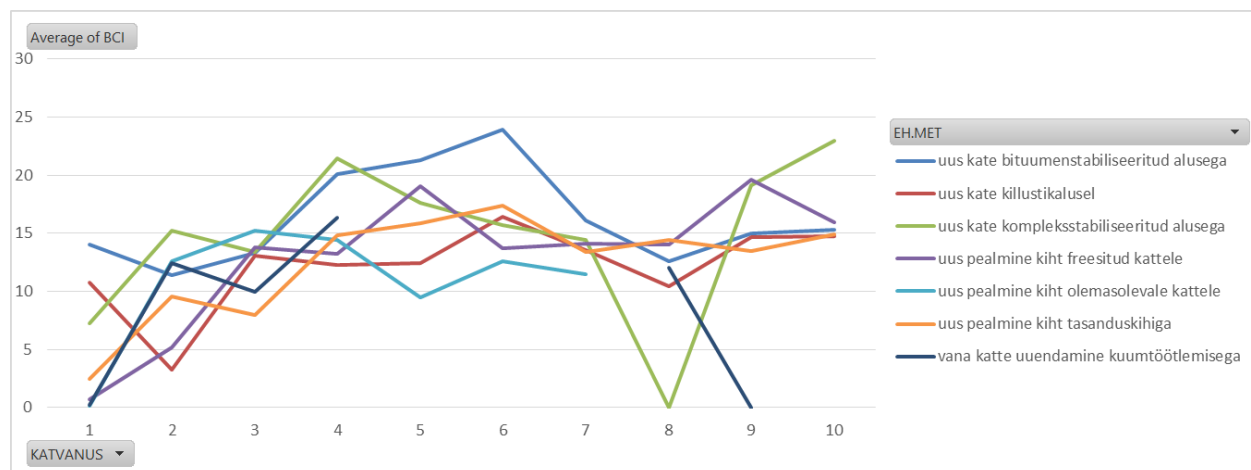
Joonis 8. Tasasuse areng erinevate töömeetodite korral

Katete tasasus muutub aastas keskmiselt ca 0,05 m/km (graafikul 5 cm/km) keskmiselt 0,8'lt uuel kattel 1,3'ni 10 aasta vanusel kattel. Tasasuse osas näitab see, et tüüpvalikud on end õigustanud – Vailitud meetodid võimaldavad saavutada soovitud algtasasuse ning tagavad tasasuse aeglase halvenemise aastate jooksul.

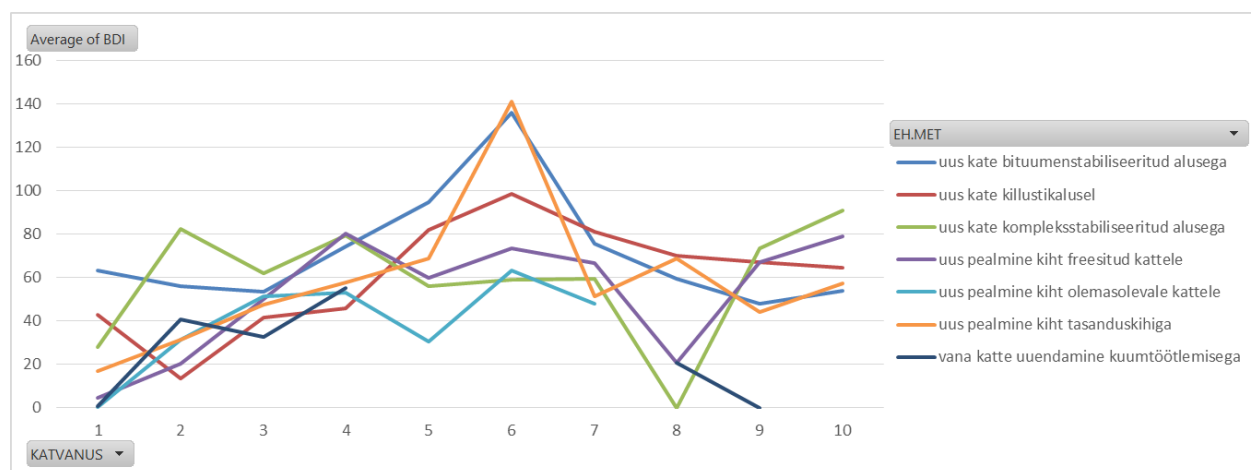


Joonis 9. E-staatilise areng erinevate töömeetodite korral

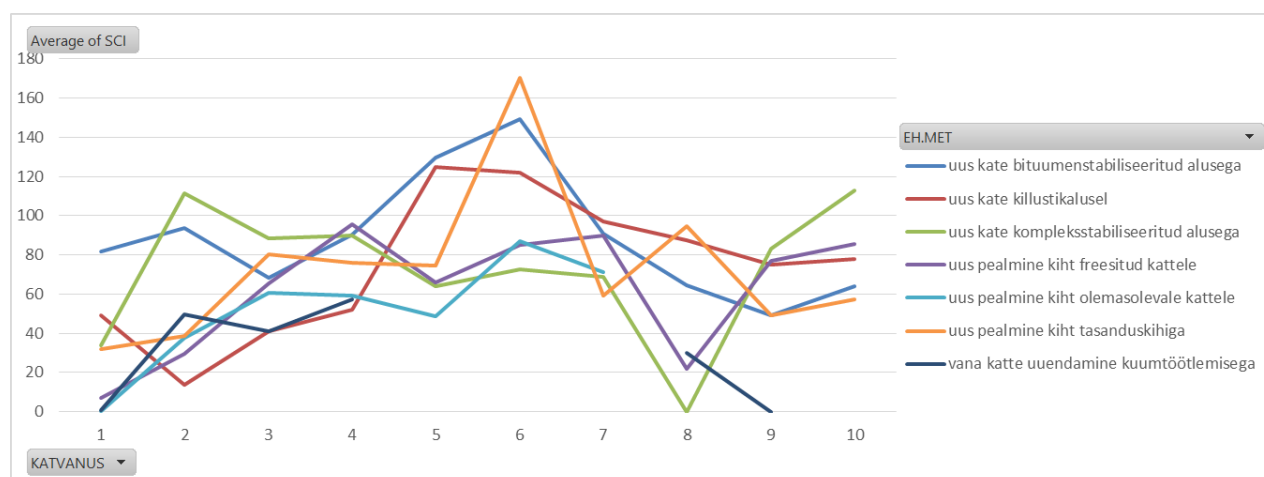
„Taastusremondi objektide ja liigi valikumetoodika analüüs ja täiendamine“ LÕPPARUANNE



Joonis 10. Parameetri BCI areng erinevate töömeetodite korral

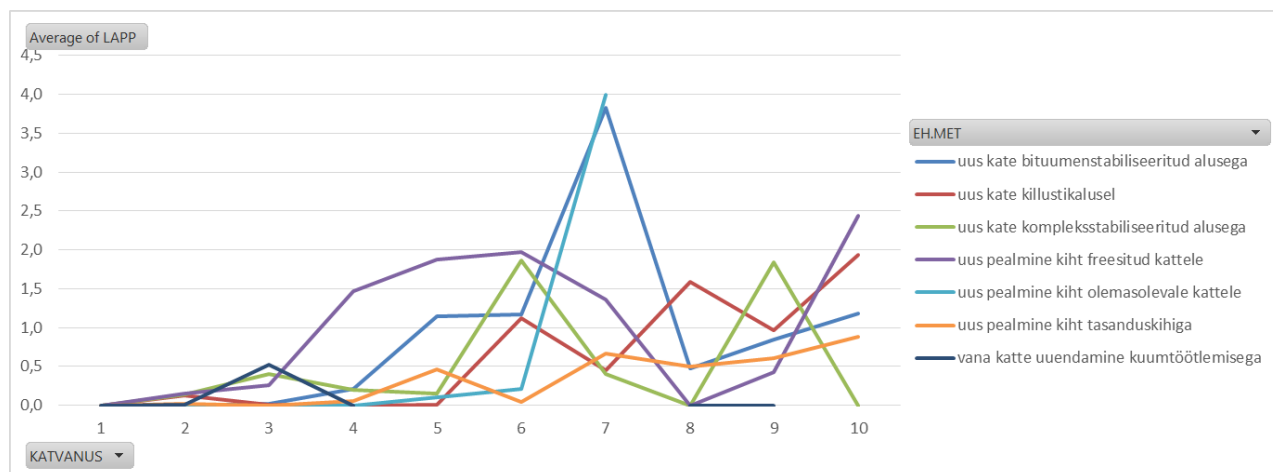


Joonis 11. Parameetri BDI areng erinevate töömeetodite korral

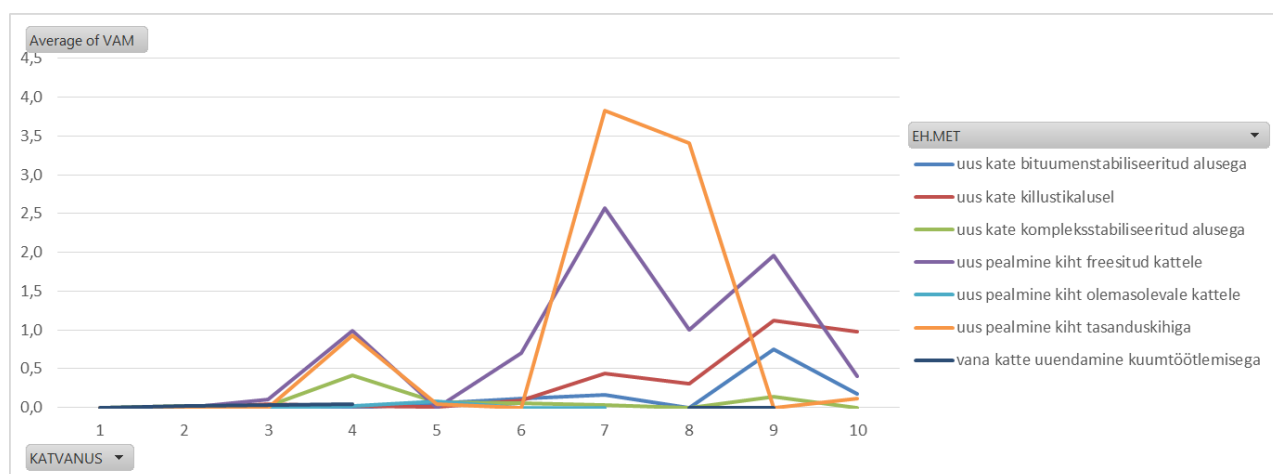


Joonis 12. Parameetri SCI areng erinevate töömeetodite korral

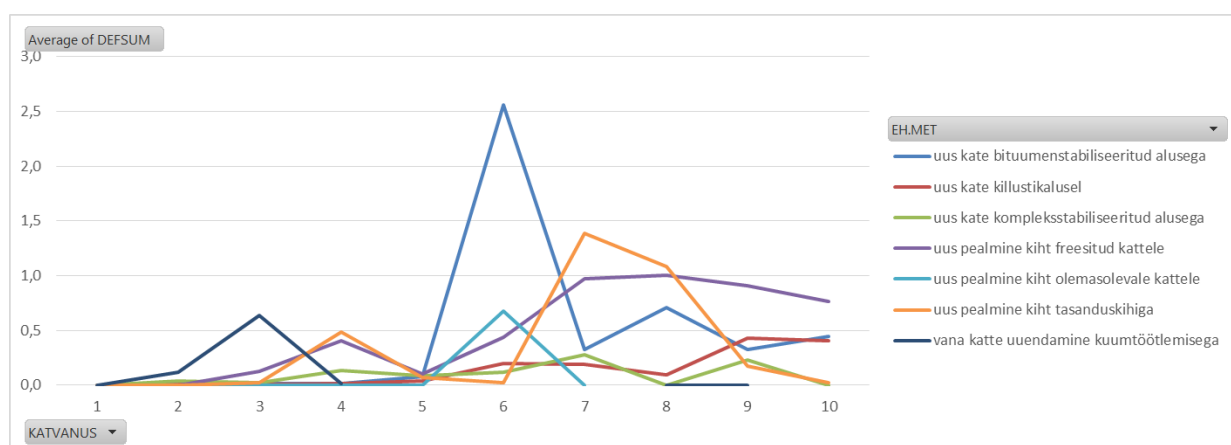
„Taastusremondi objektide ja liigi valikumetoodika analüüs ja täiendamine“ LÕPPARUANNE



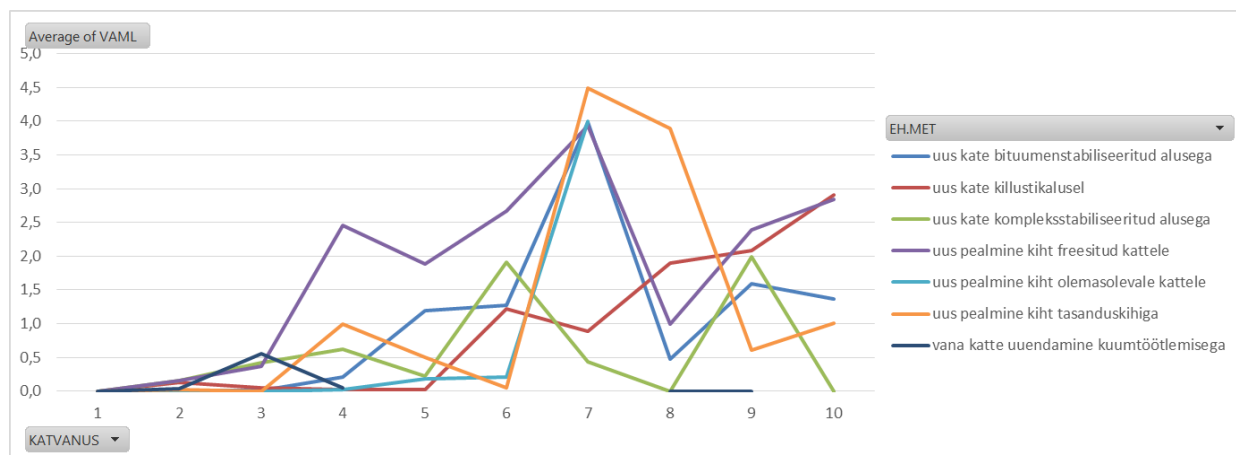
Joonis 13. Lappimiste mahu areng erinevate töömeetodite korral



Joonis 14. VAM areng erinevate töömeetodite korral



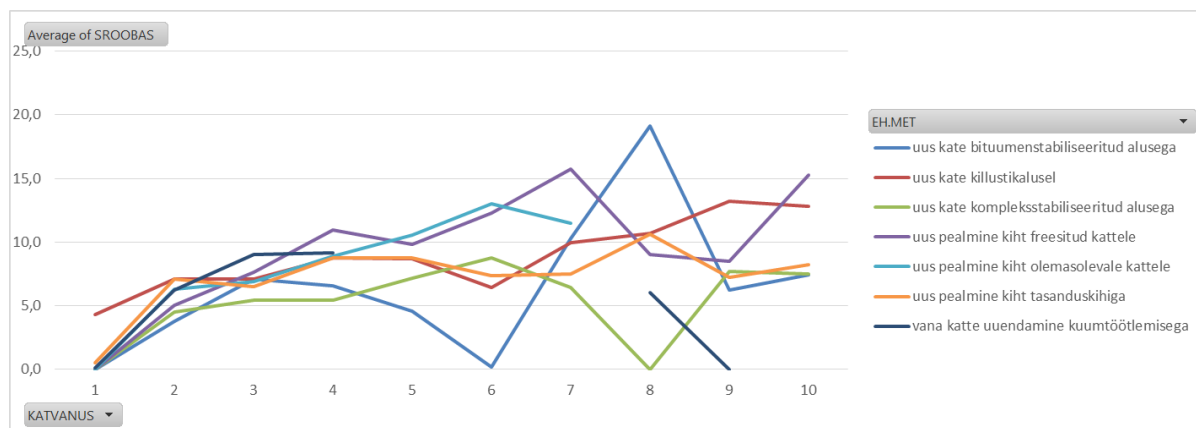
Joonis 15. Defektisumma areng erinevate töömeetodite korral



Joonis 16. VAML areng erinevate töömeetodite korral

Viimane ongi kõige iseloomustavam defektide mõttes kuna hõlmab nii olemasolevad kui kaudselt vanad (lapitud) defektid. Killustikalusega uutel objektidel puuduvad defektid sisuliselt esimesed 5 aastat kuid alates 6-ndast aastast hakkavad need kasvama ning jõuavad 10 aastaks 3% tasemele. Kompleksstabiliseeritud alusega uued katted käituvad eri aastate vahel heitlikumalt. Põhjused võivad olla nii andmete sisestamise erinevuses teeregistrisse, erinevate sügiseste ja talviste ilmastikuolude erinevas mõjus kuisideaine kvaliteedis. Nii on 6 ja 9-aasta vanuste katete defektide hulk 3%, samas kui 5, 7, 8 ja 10 aastal alla 0,5%. Uue pealmise kihi paigaldamisel tasafreesitud alusele hakkavad defektid arenema üldiselt 4-ndal aastal kuid edasine on juba mõjutatud ilmselt erinevatest teguritest, sh näiteks talvedest. Võib siiski ettekujutada, et 4-ndaks aastaks on olulisemad vana kate defektid uuele üles peegeldunud.

Bituumenstabi korral nagu ka uue pealmise kihi korral olemasolevale kattele kas eraldi tasanduskihiga või ilma, on defektide hulk suhteliselt suur (ca 4%) 6-ndal aastal, kuid ei ole seda nt. 7 ja enam aastat tagasi valminud objektidel.



Joonis 17. Roopa areng erinevate töömeetodite korral

Roobas areneb pea kõigil objektidel esimese aasta lõpuks keskmiselt tasemele 4-7 mm. Edasi roopa sügavuse kasv aeglustub, keskmiselt lisandub aastaga 0,1 mm. Et roopa remontide kohta hakati teeregistrisse sissekandeid tegema alles paar aastat tagasi, ei ole nende mõju analüüsis võimalik lihtsalt statistiliselt välja tuua. Küll aga võib graafikutelt näha, et ilmselt nende mõju on sees.

Probleemsemate objektide analüüs

Aastatel 2010-2014 remonditi kokku pea 300 teelõiku (pikkusega min 1 km). Üldist statistikat on kajastatud eelpool, käesolevas peatükis püüame leida kümnekond katet ehituse-rekonstrueerimise poolelt ja teist samapalju taastusremondiga kaetud osast.

Probleemsete objektide väljatoomiseks grupeeriti teeregistri andmed tinglike objektidena kate valmimise kuupäeva järgi, mille tulemusena saad lõigud ja nendega seoti lõigu keskmised seisundinäitajad. Probleemsuse üle otsustamisel lähtuti peaaesjalikult roopa sügavuse ja kate defektsuse kriteeriumitest, mõnel juhul ka tasasuse kriteeriumist. Roopa sügavuse alusel sai defektsuse kriteeriumiks 8 mm + 0,1 mm iga 1000 sõiduki kohta aastas sõidurajal. Tasasuse korral oli kriteeriumiks 0,9 + 0,05 m/km iga aasta kohta ja defektide korral 0,1% + 0,05% iga aasta kohta.

Tabel 11. Valitud objektid detailsemateks uuringuteks

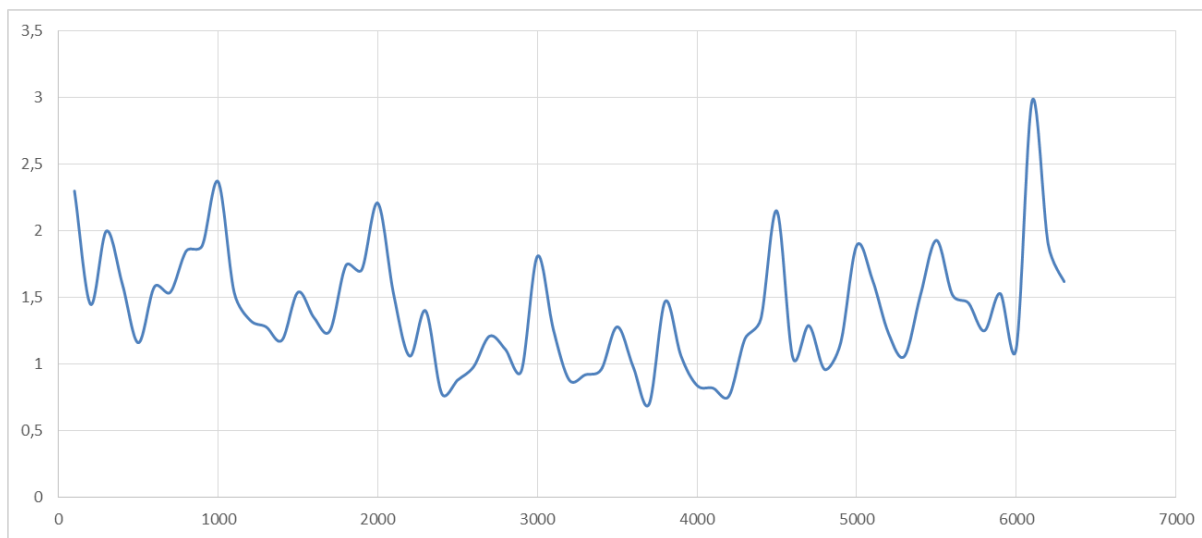
Ehitusmeetod	KOOD	Unik#	TEE#	Lõigu algus, km	Lõigu lõpp, km	Lõigu pikkus, km	Katte aasta	Defaktis umma/ 100m	AKÖL	E- vajalik	E- moodul	RI, m/krr	Katte vanus, aastat
Kate killustikalusel	AC	444	12	0,0	1,5	1,6	2013	0,1	2396	187	361	1,5	2
Kate killustikalusel	SMA	6	1	50,3	63,5	13,3	2011	0,0	3367	256	383	0,7	4
Kate stabiälusel	AC	1399	11103	3,1	3,5	0,5	2011	0,0	1243	170	360	1,6	4
Kate stabiälusel	AC	1632	11191	0,1	5,8	5,7	2013	0,1	3402	210	499	1,3	2
Kate stabiälusel	AC	1896	11300	4,8	7,9	3,2	2013	0,0	1596	178	272	1,0	2
Kate stabiälusel	SMA	515	15	50,7	51,4	0,7	2011	0,0	5198	210	458	0,6	4
Ülekate tasafreesimisega	AC	133	2	12,2	15,5	3,4	2011	1,3	6117	220	320	1,0	4
Ülekate tasafreesimisega	AC	1810	11250	0,0	3,8	3,9	2012	0,1	7587	202	289	1,1	3
Ülekate tasafreesimisega	SMA	57	2	12,2	20,3	8,2	2011	0,3	6117	270	291	1,0	4
Ülekate tasafreesimisega	SMA	134	2	15,7	19,9	4,3	2011	0,5	6117	220	317	0,7	4
Ülekate tasafreesimisega	SMA	515	15	47,8	50,6	2,9	2011	0,0	6597	199	340	1,2	4
Ülekate tasanduskihiga	AC	1812	11250	7,3	10,9	3,7	2010	0,0	2459	174	308	1,0	5
Ülekate tasanduskihiga	SMA	56	2	9,9	12,1	2,3	2010	0,3	8869	266	368	0,9	5
Kate stabiälusel	AC	249	5	4,2	6,6	2,5	2011	0,0	3041	229	415	0,8	4
Kate stabiälusel	AC	1336	92	58,8	70,9	12,2	2012	0,0	2868	207	343	1,0	3
Ülekate	SMA	232	4	122,9	124,9	2,1	2011	0,0	11313	280	466	1,0	4
Kate stabiälusel	AC	1066	62	21,8	24,7	3,0	2010	0,3	3296	204	282	1,2	5
Kate stabiälusel	AC	1080	65	2,1	7,0	4,9	2011	0,0	2195	193	265	0,9	4
Kate stabiälusel	AC	1089	66	0,0	3,4	3,5	2010	0,1	3163	196	300	1,4	5
Kate stabiälusel	AC	1091	67	2,5	3,9	1,6	2010	0,1	4296	195	315	1,5	5
Kate stabiälusel	AC	1154	73	0,1	1,2	1,2	2011	0,2	1166	189	302	1,4	4
Kuumtaastamine	SMA	88	2	153,4	156,3	3,0	2013	0,1	6562	268	498	0,8	2
Kuumtaastamine	SMA	89	2	156,4	178,3	22,0	2012	0,6	6429	264	501	0,9	3
Ülekate tasafreesimisega	AC	113	2	242,3	247,8	5,6	2010	0,1	4386	240	334	0,6	5
Ülekate tasanduskihiga	AC	180	3	138,5	142,7	4,3	2011	0,5	9388	238	384	1,1	4
Ülekate tasanduskihiga	AC	182	3	144,2	146,6	2,5	2011	0,7	8840	243	373	1,1	4
Kate killustikalusel	SMA	6	1	63,6	70,5	7,0	2011	0,0	3284	256	338	0,7	4
Kate stabiälusel	AC	285	5	96,8	98,8	2,1	2011	2,1	2481	230	325	0,9	4
Kate stabiälusel	AC	562	20	0,0	6,8	6,9	2010	0,0	2537	253	338	1,0	5
Kate stabiälusel	AC	669	32	0,0	5,9	6,0	2011	0,2	2659	226	222	0,9	4
Kate stabiälusel	AC	3814	17120	12,9	23,2	10,3	2010	0,0	1333	207	228	1,1	5
Ülekate tasanduskihiga	SMA	73	2	85,0	91,1	6,1	2010	0,0	4062	266	374	1,1	5
Ülekate tasanduskihiga	SMA	138	2	85,2	91,1	6,0	2010	0,0	3945	207	357	1,0	5
Ülekate tasanduskihiga	SMA	284	5	94,2	96,6	2,5	2010	0,1	2333	233	363	1,2	5

Lisaks eeltoodule vaadati läbi 2014 aasta kuumtaastamise põhilepinguga seotud tehniline dokumentatsioon. Lühikokkuvõtteks võib öelda, et dokumentatsioon on ebaühtlase kvaliteediga, puudu on nii katse kui mõõtmisprotokolle, jäävpoorsuse hindamisel on kattest võetud proovide segu asemel tehtud arvutused tehasesegu baasil, puuduvad finantsarvutuste lehed jms. Teeregistris olevate vigade tõttu tuli mitmed lõigud analüüsist välja arvata. Objektidel tehti vaatlusi nii teevideote põhjal kui välitööde käigus. Eelkõige vaadati üle defektide iseloom. Kui defektide inventeerimiseks mõeldud videod on tehtud kuiva ilmaga siis välitööd võimaldasid ilma valida ja seetõttu näha ka defekte, mida kuiva ilmaga näha poleks.

Taastusremondi tasasus

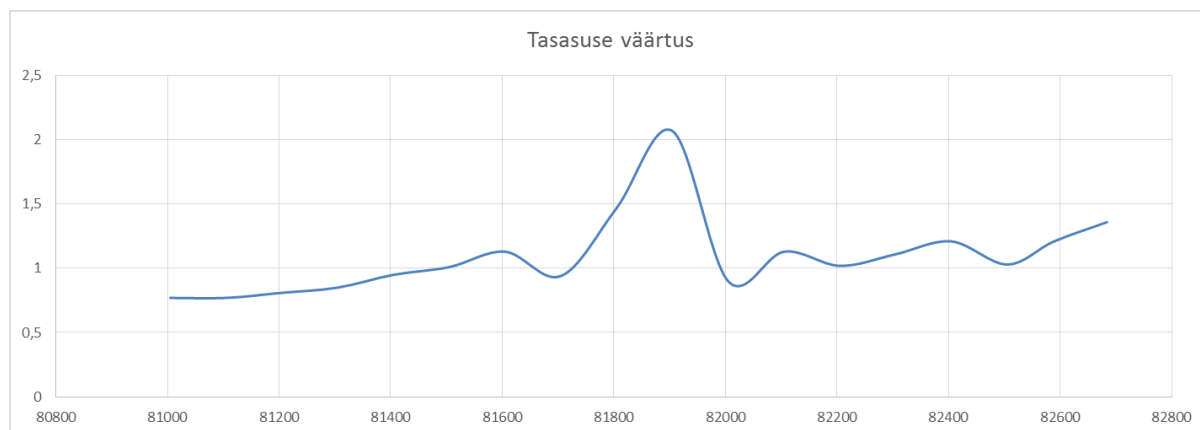
Kuumtaastamiste (ehitusmeetod 32) keskmine tasasus on sarnane teiste uute katete tasasusega, jäädes valdavalt ja keskmisena alla 1,0 m/km. Erandlikuna paistavad silma vaid 2 objekti.

2014 aastal tehti kuumtaastamine kitsal ja kurvilisel Otepää-Nüpli maanteel, kus keskmiseks tasasuseks saadi 1,4 m/km. Kandevoime näitajaid ei mõõdetud.



Joonis 18. Otepää-Nüpli -Sihva lõigu tasasus 2015

2009 aastal tehti kuumtaastamine Tallinn-Pärnu-Ikla maanteel km 81,0-82,7 keskmine tasasus 2015 on 1,3 m/km. Seejuures jääb lõigu algusosa keskmiselt alla 1,0 m/km ja lõpuosa keskmiselt veidi üle 1,0 m/km. Suuresti mõjutab tasasuse tulemust aga ebatasane osa lõigu keskel, kus üksiku 100 m keskmine vahemikus 81,8-82,0 on 1,4-2,1 m/km, mis mõjutab ka muidu suhteliselt lühikese lõigu keskmist. Kehva tasasusega 200 m pikkuse lõigu sisse jääb ka sild üle Velise jõe, ning on tõenäoline, et puudulik tasasus on tingitud just silla, sh. vuukide mõjust.



Joonis 19. Tallinn-Pärnu-Ikla maantee km 80...83,7 tasasus 2015

Row Labels	Sum of Pikkus2	Max of DEFSUM	Max of VAM	Max of VAML	Max of DEFOSA	Max of POIKPR	Max of KPIKIPR	Max of LPIKIPR	Max of KVVUUK	Max of VORK	Max of AUK	Max of MUREN
13	9942	84	231	171	0	174	232	18	250	231	20	161
2000	1001	36	231	120	0	20	185	1	170	231	11	120
2001	548	13	60	41	0	17	130	12	100	23	5	41
2002	1257	11	51	55	0	11	80	5	250	50	4	34
2003	464	17	120	34	0	8	92	7	200	120	5	60
2004	598	14	86	91	0	13	74	5	140	30	20	86
2005	661	21	150	150	0	9	117	12	138	89	11	149
2006	1918	84	116	120	0	174	232	0	150	100	8	106
2007	603	17	116	122	0	10	108	2	171	40	8	96
2008	920	29	169	171	0	16	84	18	200	56	7	161
2009	520	9	45	55	0	15	112	0	184	45	8	12
2010	407	11	40	40	0	4	44	0	139	30	2	38
2011	337	9	65	69	0	5	58	1	102	36	1	65
2012	286	13	19	23	0	22	66	0	57	6	1	19
2013	204	4	9	17	0	6	17	0	66	4	0	5
2014	219	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	3763	20	147	147	0	21	112	4	265	83	14	147
2001	15	8	56		0	0	19	0	90	20	14	40
2002	489	16	120	93	0	15	112	0	200	75	5	120
2003	250	5	36	36	0	9	72	0	100	5	3	36
2004	928	17	81	74	0	21	100	0	100	46	9	81
2005	434	7	41	42	0	8	39	0	265	7	6	41
2006	86	20	147	147	0	6	30	0	180	83	3	147
2007	199	8	52	52	0	2	85	0	100	46	6	17
2008	194	12	87	87	0	11	45	0	143	10	2	87
2009	106	3	3	8	0	1	36	0	58	2	1	3
2010	255	5	22	24	0	11	30	0	84	6	4	22
2011	330	5	21	38	0	7	44	0	94	6	2	20
2012	211	4	23	25	0	3	43	4	168	12	1	23
2013	199	2	6	18	0	7	13	0	68	1	1	6
2014	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Joonis 20. Suurimate defektidega 100m lõigud aastate kaupa

Poorsed kattad

Vaatluste käigus selgus, et üheks katete ülakihi üheks suurimaks probleemiks on poorsete kohtade olemasolu kattades. Tegemist on kohtadega, mille kaudu pääseb vesi kergesti katte ülakihti ja sealt omakorda alumistesse kihtidesse ning aegamööda hävitab naket bituumeni ja kivimaterjali vahel ning talvel tekitab kattadesse täiendavaid pingeid. Poorsete kohtade probleemsus seisneb nende paiknemise juhuslikkuses ja hajutatuses ning nende avastamise keerukuses, samuti on seda üsna keeruline mõõta ja näidata. Täiesti kuiva kattega pole sellised kohad üldiselt tajutavad kuid on seda lühikesel perioodil märja katte

„Taastusremondi objektide ja liigi valikumetoodika analüüs ja täiendamine“ LÕPPARUANNE

kuivades. Veel 5-6 aasta vanustel katetel peavad sellised kohad sageli vastu kuid 7-8 aasta vanustel katetel suureneb neis kohtades järsult võrkpragudega ja murenenud kohtade arv. Kui murenemine areneb reeglina aeglaselt siis võrkpragud areng jätkub üpris intensiivselt ning nõuab remondimeetmete rakendamist.



Joonis 21. Lagunemise tundemärkidega poorsed kohad kattes



Joonis 22. Lagunemise tundemärkidega poorsed kohad kattes

Eelnevatel fotodel on pildid teest, mille ainsaks probleemiks on hetkel suur poorsus ja selle tõttu arenevad võrkpraod. Sellised lõigud vajaksid ennetavat taastusremonti, mis need probleemid kõrvaldaksid enne kui puudused hakkavad mõjutama taset. Kõne alla tuleksid kuumtasandamine, remix (lisaseguta, vajadusel lisabituumeniga) aga ka ajutine pindamine. Konkreetne valik sõltub laboratoorsete analüüside tulemustest (bituumeni penetratsioon, terakoostis)

Lähteandmetest

Teadustöökse vajalike lähteandmete saamisega oli probleeme nii teostatud ehitusremonttöödest ülevaate saamisega kui valitud objektide kohta dokumentatsiooni ja detailsete andmete saamisega. Seetõttu kulus väga suur hulk aega saadaolevate allikate põhjal selliste ülevaadete tekitamiseks ning detailsete andmete otsimisele puudulikult struktureeritud dokumentatsioonist.

Ehitus- ja remonttööde ülevaade

Ülevaatlikku tabelit viimasel 10 aastal teostatud ehitus- rekonstrueerimis-, ja taastusremondiobjektide kohta – aasta, tee aadress, tööde lühikirjeldus, maksumus ning nendel lõikudel teostatud hilisemad remonttööd ei saadud. Oluliste algandmete puudumist püüti kompenseerida teeregistrist saadavate andmetega. Viimase kasutamisel tekkis teeregistri ülesehituslike piirangute tõttu samuti üsna palju probleeme, loodetavasti on need võimalik lahendada 2016 aastal alustatava teeregistri uuendamise tegevuste käigus:

- Päringute tegemine on aeglane ja sageli vigane – mitmed päringud võtsid aega tunde ning andsid ikkagi tulemuseks veateate
- Dokumentatsioonist ei selgu alati selgelt teeregistrisse kantud parameetri sisu (nt. ehitusmeetod 32 – vana katte uuendamine kuumtöötlemisega aga ka teised ehitusmeetodid, nt. 12 ja 13)
- Puudub võimalus teha päringuid üle erinevate aastate, mistõttu aegridade koostamine on äärmiselt aeganõudev (kuid siiski võimalik)
- Väga palju on ebatäpsusi andmetes, mis oluliselt mõjutavad kogu andmekogu väärtust kasutamiseks teaduslikel eesmärkidel

- Teeregister ei kajasta kõiki tee seisundit mõjutavaid tegevusi, mistõttu tee seisundi muutuste põhjuste hindamine ainult andmebaasi tasemel ei ole teostav
- Olemuselt peaks vastav info kajastuma teeregistris kuid seal puudub info objektide kohta/objektide kaupa, mistõttu neid ei ole võimalik ilma täiendava mahuka töötlemiseta ka vastavalt analüüsida.

Teeobjektide dokumentatsioon

Uuringu eesmärk oli teha üldistusi, kas valitud remondimeetmed on õiged ja kuidas peaks remondimeetmeid kavandama, et tagada sobivaima remondimeetodi valik. Selleks tutvuti kõikides regioonides teeobjektide dokumentatsiooniga. On välja kujunenud, et teeobjekti tehnilise dokumentatsiooni kokkupanemine on reeglina ehitustöövõtja kohustus ning järelevalvel on kohustus see kontrollida ning esitada tööde tellijale.

Uuringu eesmärkide saavutamiseks oli vajalik läbi töötada valitud objektide (2010-2015) objektide dokumentatsioon. Enamjaolt on objektide kohta olemas mingil tasemel täitedokumentatsioon (info teostatud tööde kohta) kuid sageli on puudunud selles mitmeid olulisi osi. Dokumentatsiooni ülevaatamisel selgus, et selle kvaliteet on objektiti väga ebaühtlane. Tänapäevase praktika kohaselt ei sisalda objekti teehoiutööde tehniline dokumentatsioon enamasti projekti/tehnilist kirjeldust. Valdavalt on olemas asfaldisegu retseptid, asfaldisegu terakoostise ja sideainesisalduse katsetused ning jäävpoorsuse ja kihipaksuse mõõtmise tulemused ja tasasuse tulemused ning katte haardelised omadused. Reeglina ei ole tehtud objektiga seotud täitematerjali või bituumeni katseid. On objekte, kus ehitustööd on kajastatud on suhteliselt hästi süstematiseeritult kuid ka neid kus see on väga puudulik. Oli ka objekte, mille dokumentatsiooni ei leitud.

Praegusel hetkel on tellijal väga keeruline esitatud dokumentatsiooni täielikkuses orienteeruda ning õigupoolest on samas olukorras ka ehitaja ja järelevalve. Teisalt puudub ka regulatsioon, mis aitaks osapooltel vajadusest ühtmoodi aru saada. Praktikas on sellist segadust kõige mõistlikum lahendada läbi nõuete täitedokumentatsioonile koos check-listiga, mille täidavad dokumentatsiooni koostaja (ehitustöövõtja) ja kontrollija (omanikujärelevalve). Viimase ülesanne

on esmalt veenduda, et ehitaja poolt täidetud check-list oleks antud objekti osas täielik ja seejärel, et kõik dokumendid oleks esitatud. Esitamata dokumentide kohta peavad olema kohustus teha vastav märge. On oluline, et teetööde tehniline dokumentatsioon oleks terviklik, sisaldades ka projekti/teetööde tehnilist kirjeldust, st. dokumentatsiooni, mille alusel tööd tehti. Sageli otsustatakse ehituse käigus erinevate mudatuste tegemises, mis nõuab projektdokumentatsiooni muutmist. Reeglina ei ole siiski mõistlik muuta kogu projektdokumentatsiooni vaid selle üksikuid komponente. Täna puudub seetõttu seostus projektdokumentatsiooni ning tegelikult tehtu vahel, mistõttu dokumentatsiooni analüüs nõuaks esmalt sellise seose loomist, mis võib osutuda väga mahukaks tööks ning sageli võimatuks.

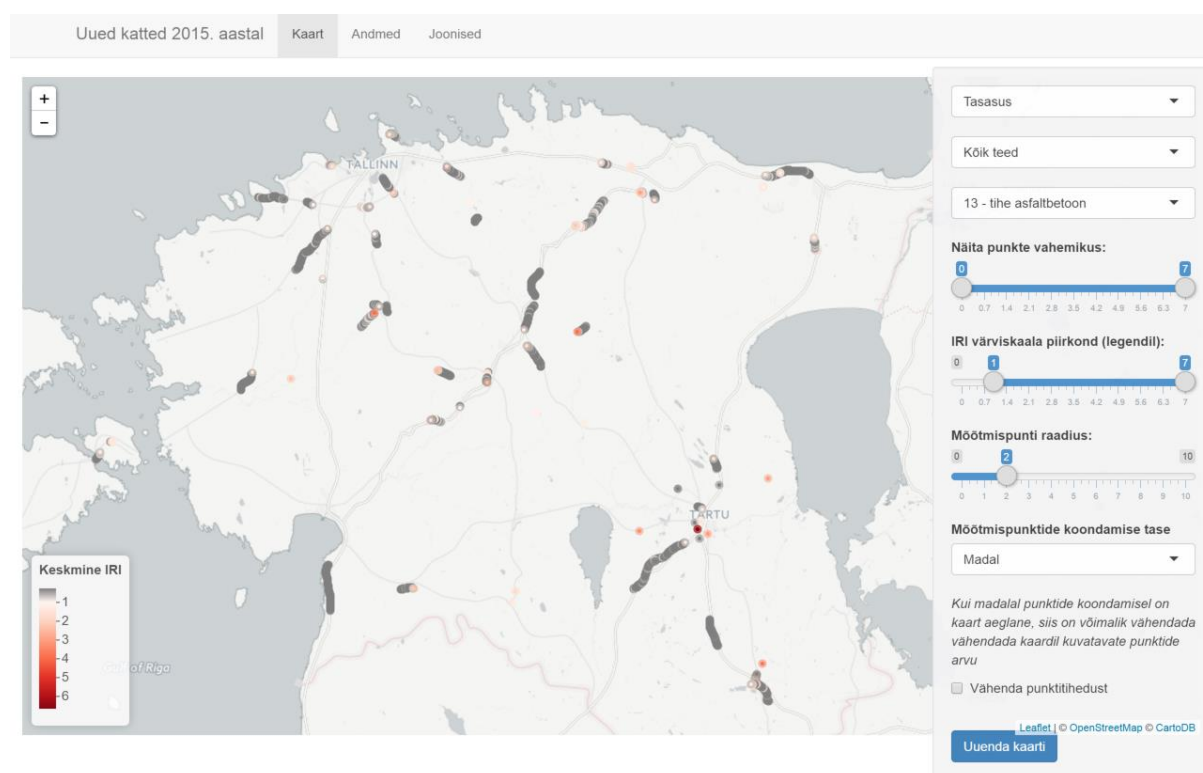
Check-list täidaks seega kahte rolli – aitaks tagada dokumentatsiooni täielikkuse ning aitaks seda ka süstematiseerida, mille tulemusena on lihtne veenduda ja järele pidada, kas kõik vajalikud dokumendid on olemas või millises staatuses need on. Suurematel objektidel, kus on alamobjekte, on vajadus ka dokumentatsiooni vastavalt süstematiseerida.

Hea on tõdeda, et on siiski ka neid objekte, kus dokumentatsioon oli heas korras ja kompleksuses ning sisaldas kogu tehnilist dokumentatsiooni – nii tehnilist lahendust kui ka valitud tehnilise lahenduse täitmist puudutavat osa e. täitedokumentatsiooni.

2015 taastusremondi objektide analüüs

2015 aasta taastusremontide analüüsil lähtuti saadud andmetest kuumtaastamiste kohta ning teeregistrist saadud infost. Lisaks tutvuti mõnede objektide täitedokumentatsiooniga. 2015 aasta kuumtaastamise tööde dokumentatsiooni võib pidada üheks eeskujulikemaks nii sisu kui vormi osas kuid muude objektide kohta võib teha samad üldistused, mis varasemate aastate objektide kohta.

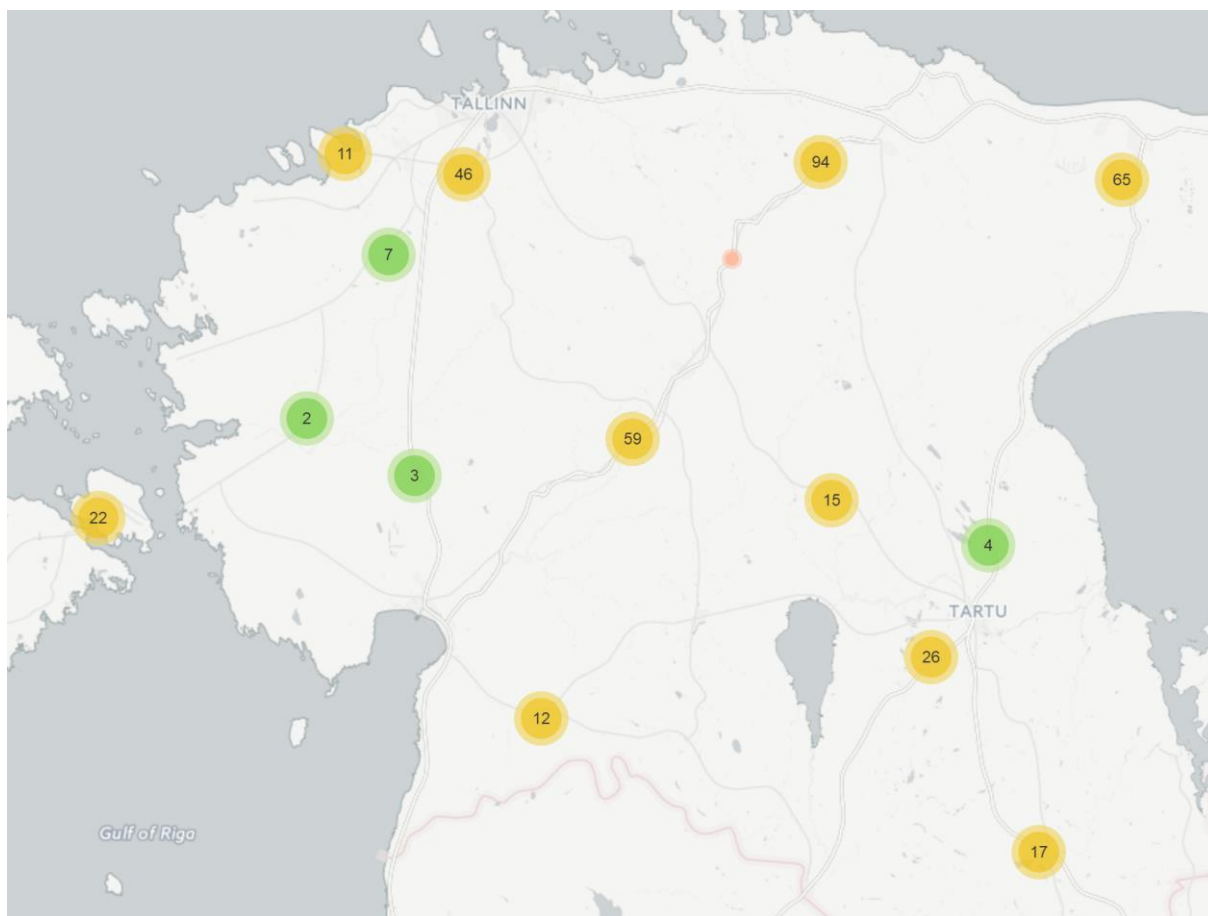
2015 aasta katete analüüsil kasutati parema ülevaate saamiseks erinevaid analüüsivahendeid, sh. koostati veebipõhine rakendus uute katete info sorteerimiseks ja visualiseerimiseks.



Joonis 23. Uute katete andmete analüüsimooduli kaardivaade

Lisaks teostati vaatlused suurematel maanteedel #1 lõigul Tallinn-Rakvere, # 2 lõigul Tallinn-Tartu, # 4 lõigul Tallinn-Ikla, # 5 lõigul Pärnu-Rakvere ning # 15 lõigul Tallinn-Türi.

Välitöodel kasutati teeregistri andmetel põhinevat lahendust objektide kaupa agregeeritud info koondamiseks ja andmete sidumiseks asukohaga objektil.



Joonis 26. 20m-seid lõike põhimaanteedel, mille tasasus ületab 1,0 m/km

5. TEISTE RIIKIDE KOGEMUS

Taastusremondi töömeetodi valikupõhimõtted teistes riikides

Taastusremondi töömeetodi valikupõhimõtted teistes riikides (minimaalselt käsitleda Soomet, Rootsit, võimaluse korral muid riike).

Soome

Soome Tiehallinto statistika kohaselt võeti Rem (Remix) kuumtaastamismeetodina kasutusele 1991 ja selle kasutamise kõrgaeg oli 1994. Pärast seda hakkas kasutamine langema. REM kasutamine hoogustus taas 2000ndate keskel rahastamispiirangute tõttu. Võrreldes MP (*Massapintaus*) e. tasandav ülekate ja LTA'ga (*Laattapäällyste*) e. ülekate, on REM töömeetod hinnalt soodsam, erinevate allikate põhjal 40-60%.

Soomes kasutatava süsteemi kohaselt tähistatakse kasutatava segu margi nimetuses ka lisatav materjali kogus. Allolevas tabelis toodud Soome hinnad 2010 [12]. *Uusiopäällysteiden käyttö päällysteiden ylläpidossa. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 56/2009. Finnish Road Administration, Helsinki, Finland. In Finnish.*

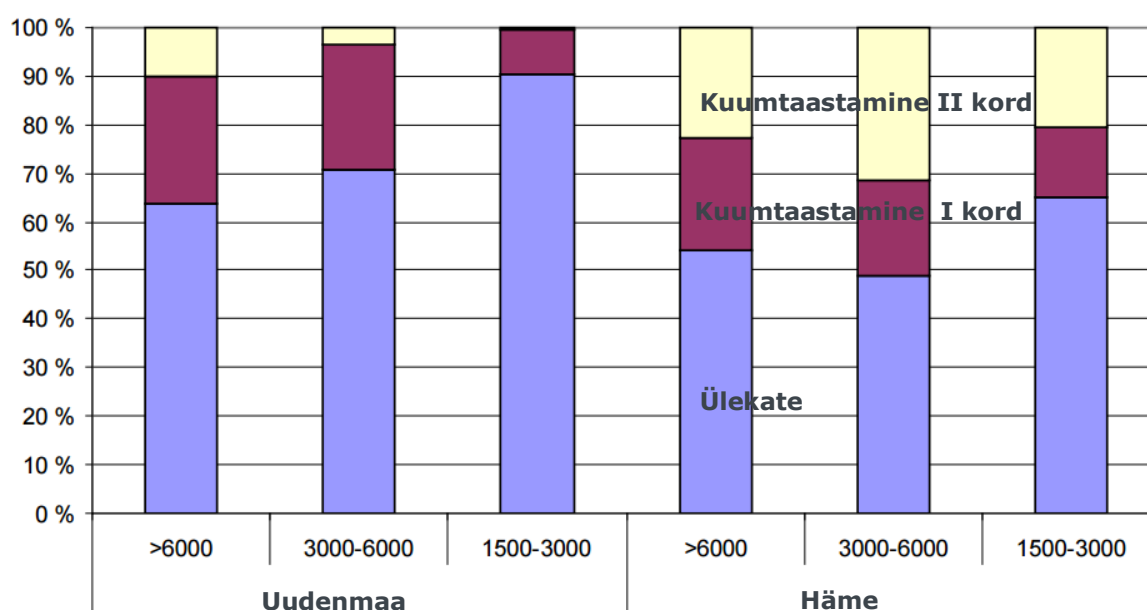
Tabel 12. Katte remondi maksumused sõltuvalt objekti pikkusest Soomes 2010 [12]

	1 km	2 km	5 km	10 km
LTA/MP	41 000 €/km	38 000 €/km	35 000 €/km	34 000 €/km
REM	26 000 €/km	23 000 €/km	20 000 €/km	19 000 €/km

Samuti tuli 90-ndate alguse kasutusele URAREM e. rooparemix asendades seni kasutatud roopa väljafreesimist ja täitmist. Vana meetodi puuduseks oli, et roopakohht kippus remondi tulemusena jääma muust kattest kõrgemaks.

Kuumtaastamistehnoloogiaid kasutatakse Soome *tiepiiri*'des erinevalt kuid valdavalt siiski suurema liiklusega teedel. Seetõttu on leiab kuumtaastamine enam kasutust Helsinki lähialadel. Alloleval joonisel on kujutatud

kuumtaastamiste ja muude taasturemondimeetodite võrdlust Uudenmaan ja Hämeen tiepiiri'des 1.1.2009.



Joonis 27. Kuumtaastamiste suhtelised osakaalud taastusremontidel Soomes 1.1.2009

Tagasisidet tegeliku kasutuskogemuse kohta on kogutud siiski vähe. Viimastel aastatel on päevakorda kerkinud küsimus, kui mitu korda kannatab kuumtaastamist korrata enne kui muutub vältimatuks kogu materjali väljavahetamine. Ka ei ole kuigi palju teavet kuumtaastamiste sobivuse kohta väiksema liiklusega teedele, mille katted on reegline ühekihilised, kitsad, ebatasased, defektsed, sageli pinnatud. Lisaks otsitakse jätkuvalt vastuseid küsimustele, millised vana kate omadused mõjutavad kuumtaastamise üldist sobivust või selle meetodi valikut ning kas kuumtaastamise kvaliteedinõuded vajavad üle vaatamist.

Taastusremondimeetodid jagatakse Soomes seotud aluse meetoditeks ja kattemeetoditeks. Seotud aluste remondimeetodid on järgmised:

- TAS *Massatasaus* – tasanduskiht (seguga tasandamine)
- TASK *Kuumennustausaus* – kuumtasandamine, tasandamine kuumutamise (vana kate kuumutatakse, freesitakse, tasandatakse ja paigaldatakse (uut materjali ei lisata)
- TJYR *Tasausjyrsintä* – tasasusfreesimine (külmalt), jääkroobas v ebataasus max 5mm, jäänb uue kate aluseks

„Taastusremondi objektide ja liigi valikumetoodika analüüs ja täiendamine“ LÕPPARUANNE

- LJYR *Laatikkojyrsintä* – lappfreesimine (freesimine lapitehnikas, tavaliselt kihi põhjani, et see asendada uue asfaldiga
- RJYR *Reunajyrsintä* – servafreesimine (serv freesitakse nii, et vuuk tekiks sobiva koha peale freesitud kohale ülekate tehakse
- KAR *Karhinta* – pehme AB kobestatakse sobiva seadmega vajadusel skatet kuumutades, misjärel antakse kattele õiged kalded ja tihendatakse uuesti.

Katete taastusremondimeetodid on järgmised:

- LTA *Laatta*, vakiopaksuinen päällyste - ülekate
- MP *Massapinta*us – tasanduskiht
- MPK *Kuumennuspinta*us – kuumutusega tasanduskiht - vana kate kuumutatakse enne uue kihi paigaldamist. Kuna kivi seguneb osaliselt alakihiga, ei ole terasuurus nii palju piiratud. Katte kuumutustarve sõltub nii kattest kui ilmast. Vuugi kohta enne uue kihi paigaldamist lahti ei lõigata. Katte temperatuur enne uue laotamist peab 10 mm sügavusel olema 70-110C ja see tehakse 10 cm laiemalt kui uus kiht.
- MPKJ *Massapinta*us *kuumalle, kuumajyrsinnällä tasatulle alustalle* – servad freesitakse maha ja seejärel roopasse läinud kate kuumutatakse ja tasandatakse ning selle peale tehakse kohe tasanduskiht, enne kui pinnatemperatuur langeb alla 100 kraadi. 15 mm sügavusel peab olema 70-110C. Kuumutus peab ulatuma 10 cm asfaldipaigalduse alast väljapoole. Kui kate peaks kuumutamisel süttima või muul mel kahjustuma, asendatakse see uue seguga.
- REM *Kuumasekoitteisen asfalttipäällysteen uusiopinta*us *remix*teknikalla – vana asfalt kuumutatakse, freesitakse üles, lisatakse vajadusel bituumenit („elustajat“) ja segatakse uue seguga ja paigaldatakse uuesti. Kate kuumutatakse kuni 250 kraadini, laoturi alt tulev segu peab olema AC korral min 110C ja SMA korral min 130C.
- REM+ *Kuumasekoitteisen asfalttipäällysteen kaksikerroksinen pinta*us *remix- tekniikkaa käyttäen* – sarnane eelmisega kuid uus segu ei segata vana sisse vaid paigaldatakse kaheosalise laoturiga üksteise peale ja tihendatakse koos.
- REMO *Pehmeän asfalttibetonin* (PAB) – pehme AB REM

- ART-menetelmä⁸ – *ART-tehnoloogia* – vana asfaldipeale laotatakse uus kiht täitematerjali mis freesitakse koos asfaldiga tee keskele valli. Asfalt kogutakse vallist kuumutustrumliisse ja segatakse bituumeniga. Seade paigaldab ka emulsionikihi ning tasandatakse ja tihendatakse tavapäraselt
- SIP Sirotepintaus - *pindamine*
- SOP Soratien pintaus – *kruusatee pindamine*
- HJYR Hienojyrsintä – *peenfreesimine* (tiheda terasammuga freesiga, max samm 7,5mm?), millega tasandatakse katte pind roopa põhjani selliselt, et see ei vaja täiendavat kattekihti

Mõõtmised

Tasuse ja algdeformatsiooni mõõtmised tehakse kahe kuu möödudes asfaltkatte valmimisest. Tasanduskihile on nõutavad *Asfalttinormit*'e kohased tasasusnõuded juhul kui hankes olevad segu kogused vastavad vähemalt asfaldinormides sätestatud miinimummääradele. Uute katete algruupad mõõdetakse klassides A ja B tasasusmõõtja-profilomeetriga (PANK 5202 - meetod).

Juhul kui kattele on esitatud põikkalde- ja kõrgusnõuded, mõõdetakse need vastavalt etteantud metoodikale. Tüüpiliselt esitatakse põikkalde nõue juhul kui töövõtja ülesandeks on ka aluskihi rajamine või on ette nähtud olemasoleva kalde muutmine. Katteta peenra kalded vormistatakse tavaliselt kaldega 8-10%, kindlustatud peenar kaldega 3-4%.

Katte kulumis- ja deformatsioonikindluse nõuded esitatakse hankedokumentides. Samas esitatakse ka muud nõuded, nt. segu veekindlusele, müratasemele, veeläbilaskvusele jms. Seguproove võetakse üks iga 500 t kohta PANK 4001 kohaselt. Kui esimesed 12 proovi on ühtlase kvaliteediga, võidakse edaspidi võtta proove sammuga iga 1000 t tagant. REM-, REMO- ja REM+ korral võetakse proov iga 500 t kohta kuid mitte vähem kui 1 proov vahetuses.

Katteproovid võetakse sõidurajale paigaldatud kattest PANK 4001 kohaselt. Kõik proovid võetakse aluseroopa kohast. Koormavahetuse proovid (# 1, 4, 7 ja 10)

⁸ Meile teadaolevalt pole enam kasutusel

„Taastusremondi objektide ja liigi valikumetoodika analüüs ja täiendamine“ LÕPPARUANNE

võetakse PANK 4001 kohaselt roopa kohast kõige segregeerunumast kohast $\pm 3\text{m}$. Muud proovid võetakse koorma $\frac{1}{4}$ asukohast. Koormavahetuse proovide lisamine Eesti proovivõtumudelisse võiks aidata kinnitada poorsete kohtade olemasolu kattes. Kohavalikuks võib saada sisendi maaradarist, st proovid võtta teatud tingimustele vastavatest koormavahetusaladest.

Sideainesisalduse ja terakoostise tulemused analüüsitakse Asfalttinormide p. 4.3.2 ja dokumendi „Päälysteiden yleisten arvonvähennysperusteet“ kohaselt.

Soomes on üldjuhul taastusremondi meetodiks asfaldi kuumtaastamine (uusiopäälyste), kuid mõningatel juhtidel on selleks erinevad tehnilised vastunäidustused [11]:

- Kaks eelmist taastusremondimeetodi on olnud kuumtaastamine (hetkel otsitakse võimalusi kordade lisamiseks)
- Olemasoleva katte materjal (bituumen) ei ole väga vana e. jäik (üle 20 aasta)
- Objekti suurus on alla 12 000 m² (rooparemixi võib kasutada ka väiksematel objektidel)
- Olemasoleva katte pind on väga defektne
- Katte laius ei ole piisav või kate on ühekihiline

Kuumtaastamise seisukohalt on hea lõpptulemuse oluliseks eelduseks piisavate laborikatsete tegemine olemasoleva katte omaduste, sh. bituumeni omaduste väljaselgitamiseks ja parendamiseks ehk lisabituumeni margi ja koguse valikuks.

Soomes leiti, et olemasoleva segu koostise uurimise metoodika vajab täpsustamist, kuna kuumtaastamisel saadava segu lõppkvaliteeti ei suudeta veel piisava täpsusega hinnata. Lisaks vajab täpsustamist kuumtaastamise kvaliteedikontrolli metoodika.

2010-2011 Soomes nii töövõtjate kui tellijate seas tehtud küsitlustes selgus, et kuumtaastatud segu omadusi ei peeta uue asfaldiga võrdväärseks, samuti leiti, et kuumtaastamist ei tohiks teha üle kahe korra järjest. Ka oldi kõhklevad, kas kuumtaastamine sobib vana ja või väga defektse katte remondiks. Fakte selliste arvamuste taga siiski ei olnud. Töövõtjad peavad kuumtaastamist 15-30%

vähemkestvaks, samas võib lisabituumeni õige valik märkimisväärselt seda kestvust taas pikendada. Siinkohalt tuleb märkida, et Soomes on valdavaks siiski Remix-meetod.

Töömeetodi ja materjalidega seoses on leitud mitmeid probleeme:

- Kuumtaastamisel on ebaõnnestumise risk suurem kui tavapärastel meetoditel. Kuumtaastamise korral on väga piiratud võimalused sideainesisalduse ja terakoostise teadasaamiseks ja seega ka korrigeerimiseks.
- Liiga jämeda või kuiva segu korral on oht katte lagunemiseks
- Liiga peene või suure sideainesisalduse tulemusena on oht deformatsioonide tekkeks. Samuti on viimase korral suurem tõenäosus, et tekivad haardeprobleemid.
- Sageli on probleemiks katte ebapiisav kuumutamine aga ka liiga suur liikumiskiirus ja ebapiisav freesimissügavus.
- Asfaldi kuumutamisel vabanevate gaaside mõju tervisele ei ole täielikult teada
- Sideaine jäigeneb iga kuumutuskorraga, millel on taas mõju katte kestvusele
- Juhul kui kattel juba on suuri probleeme defektidega ja sideaine jäikusega, ei ole kuumtaastamine soovitatav.

Olemasoleva teega seotud küsimused:

- Põikkaldegaga on probleeme olnud 1+1 teedel, kus kuumtaastamise käigus kipub katte hari ümaraks või koguni lohku vajuma. Probleem süveneb iga kuumtaastamise korraga
- Kuumtaastamine ei sobi kitsastele teedele kuna kuumtaastamise seadmed on suured. Ka ei sobi tehnoloogia nõrga servaga kattele kuna seadmed on rasked.
- Teede ristmikud ei sobi hästi kuumtaastamiseks
- Mida rohkem on defekte ja lappimisi, seda raskem on tagada ühtlast kvaliteeti terakoostise ja sideainesisalduse näol, seetõttu on soovitatav jälgida, et vajadusel kasutataks lappimisel võimalikult originaalisarnast segu

- Kuumtaastamine ei sobi ühekihilistele ja õhukeste ülekatete korral kuna on oht, et freesitakse sisse ka alumisse kihti

Kuumtaastamiste hankega seonduvad küsimused:

- Hanke minimaalne maht peaks olema vähemal 10 000 m², soovitatav on siiski vähemalt 15 000 m²
- Kuumtaastamised on põhimõtteliselt sobilikud tellimiseks ka mitmeaastase lepinguga

Kokkuvõtvalt leiti Soomes, et kuumtaastamisel on mitmeid puudusi kuid sellegi poolest on aastakulude võrdluses soodsam lahendus kui ülekatted. Täna tehakse Soomes Liikennevirasto ja Aalto ülikooli koostöös kuumtaastamise võimaluste arendamise uuringuid, mille eesmärk on pikendada kuumtaastamise eluiga, arendades peamiselt erinevaid protseduure-meetodeid olemasoleva katte materjalide uurimiseks, sideaine „elustamiseks“ ja segu terakoostise ja sideaine sisalduse ohjeks ning kvaliteedi tõhusamaks kontrolliks teel.

Tabel 13. Taastusremondimeetmete maksumused Soomes (€/m² 2010)

Nimetus	Inglise keeles	AC	SMA
Ülekate	HMA 16 ⁹ /100 ¹⁰ overlay on existing surface	4,77	5,92
	SMA 16/100 overlay on existing surface		
Ülekate tasandusfreesimisega	Cold milling + HMA 16/10 overlay	5,85	6,92
	Cold milling + SMA 16/100 overlay		
Kuumtaastamine segu lisamisega	HMA 16/20 in-place recycling	2,54	2,69

⁹ maksimaalne terasuurus

¹⁰ lisatava segu kogus

(Remix)	SMA 11/20 in-place recycling
Kuumtaastamine ülekattega (Novaflex)	HMA 16/80 thin overlay on heated 4,31 5,31 and milled surface SMA 16/80 thin overlay on heated and milled surface

2008 kehtestati Soome transpordiameti (FTA) poolt kuumtaastamisel (hot in-place recycling) kohustuslikuna nõue lisabituumeni 70/100 Pen (rejuvenator) lisamiseks. 2013 kehtestati lisabituumeni 650/900 Pen nõue kogusega 150-250 g/m².

Soomes on kuumtaastamise kasutamise võimalusi uuritud palju Aalto ülikoolis dr. Terhi Pellinen'i eestvedamisel. Viimase uuringu esialgsed tulemused on järgmised:

- Remix on kasutatav kahjustunud katete taastamisel
- Remix kasutusvõimalused ei ole automaatselt piiratud tsüklite arvuga
- Asfaldi korduvkasutamise võimalused sõltuvad:
 - Lähtematerjalide kvaliteedist
 - Lisatud materjalidest
 - Õigest lisabituumenist
 - Temperatuuriohjest töötlemisel
 - Tihendamisest

Varem arvati, et Remix on meetodina kasutatav 2 korda ja seejärel on vajalik taas traditsioonilise meetodi kasutamine. Dr. Pellineni hinnangul on kuumtaastamist võimalik eeltoodu põhjal teoreetiliselt pea lõputult rakendada.

Rootsi

Rootsis on kuumtaastamisel kasutusel 3 meetodit:

- RE Repaving: kuumutamine, tasandamine ja uue kihi paigaldamine
- RM Remixing: kuumutamine, segamine ja sama materjali taaspaigaldamine

- RM+ Remixing plus: kuumutamine, segamine, taaspalgeldamine ning uue kihi paigaldamine

Lisaks kasutatakse meetodeid HE Heating ja TR Track Remixing: roobaste taastamine remix-tehnoloogiaga

Rootsis korraldab töövõtja olemasolevast kattest proovivõtu ja seguretseptide koostamise selle alusel, arvestades lisabituumeni ja uue segu lisamise vajadust. Vajaliku nakke tagamiseks kasutatakse amiine, tsementi või kustutatud lupja ning tuleb segada sellises koguses ja viisil, mis tagab piisava nakke. Info lisatu kohta kajastatakse asfaldisegu retseptis. Nakkeomadused kontrollitakse SF-EN 12697-11 "Determination of adhesion between aggregate and bitumen" kohaselt ning viiakse läbi fraktsioonile 8/11. Nakkekatse tulemused (ei tohi olla vanemad kui aasta) lisatakse Asfaldisegu retseptile. Kattes ei tohi kasutada PmB freespuru.

Kuumtaastamisel võetakse Rootsis töövõtja poolt olemasoleva katte proovid vastavalt meetodi AS 418 paragrahvi 6 kohaselt. Kuumtaastamise, va. alumiseks jääva kuumutatud segu korral, peab uue segu kvaliteet vastama vastava segu kvaliteedile. Juhul kui lisakihi paksus on katsetamiseks liiga õhuke, võib proov sisaldada kuni 25% ulatuses allolevat kihti. Sellisel juhul rakenduvad jäävpoorsusele Remix-segu nõuded. Remix korral on jäävpoorsuse nõue 1,5...6%. Jäävpoorsus leitakse proovikehade põhjal EN 12697-8 kohaselt. Jäävpoorsuse määramisel tuleb erimassi määramiseks kasutada puurproovidest saadud erimassi. Erimass määratakse EN 12697-6 kohaselt. Juhul kui segu jäävpoorsus langeb alla jäävpoorsuse miinimumväärtuse, tule proovile teha katsetus stabiilsuse määramiseks FAS 468 järgi.

Kuumtaastamine ei ole sobiv meetod juhul kui roopad on peamiselt olnud põhjustatud plastsetest deformatsioonidest.

Nõupidamised Soome-Rootsi ekspertidega

Nõupidamised Soome ja Rootsi taastusremondimetoodikate ekspertidega peeti vastavalt 21.03.2016 ning 06.04.2016. Soome eksperdiks oli Soome Liikennevirasto juhtiv katteekspert Katri Eskola ning Rootsi eksperdiks juhtiv

katete ja bituumenssegude ekspert Kenneth Lind. Nõupidamiste memod on toodud aruande lisas.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et nii Soomes kui Rootsis kasutatakse taastusremondimeetmena ulatuslikult kuumtaastamist kui objekti parameetrid seda võimaldavad kuna need meetodid võivad pakkuda teatud tingimustel enam kui 50% soodsamat alternatiiv ülekattele. Siiski on palju põhjuseid, miks seda soodsat meetodit ei saa kasutada alati. Mõlemad eksperdi kinnitasid, et on hulk põhimõtteid, mis aitavad igale objektile sobivaimat valikut teha kuid päris algoritmi pole seni siiski õnnestunud koostada. Need põhimõtted on käesolevas töös mitmel korral ka välja toodud. Lõpliku otsuse teevad reeglina eksperdid-konsultandid.

Kui Eestis on taastusremonti käsitletud kui katte renoveerimist siis Rootsis käsitletakse katte ülakihi remonti eelkõige hooldemeetmena (*maintenance*) ning seda ka vaadeldakse ja analüüsitakse koos hoolde meetmetega. Sellise lähenemise praktiline kasu seisneb pidevas vajaduses tee seisukorda jälgida ning hinnata ja seda korras hoida (pragusid täita ja defektseid kohti lappida) ning teha õigeaegne otsus katte taastamiseks (defektide likvideerimiseks) nõ taastusremondi mahus.

6. MUUD TEEMAD

Teadustööga haakuvad muud teemad, mis vastavalt lähteülesandele käsitletakse detailselt järgmistes töödes on siinkohal kajastatud põgusalt:

Töövõtja vabadus töömeetodi valikul

Ühe teemana on olnud päevakorral, kas mil määral ning millistel tingimustel saaks töömeetodi valikul anda töövõtjale vabad käed (ning tagades sellega efektiivsema lahenduse) kuid esitades nõuded lõpptulemusele nt. garantiiaja lõpus? Käesoleva töö käigus kogutud info põhjal võib välja tuua järgmist:

- Taastusremondi puhul taastatakse üksnes kate kuid viimase püsimine sõltub suurel määral siiski ülejäänud tarindist ja muudest teguritest nagu veeviimarite korrasolek ja kvaliteet, allolevate kihtide homogeensus ja

omadused ning muud tegurid, mistõttu on vajadus leida need mõõdetavad suurused, mis võimaldavad hinnata just töövõtja panust kvaliteeti.

- Otstarbekas on teostada objekti garantiiaja lõpus mõõtmised ja hinnata muutused ning nende põhjused koos töövõtjaga ja käsitleda võimalikke probleeme. Selline info jääks konkreetseks ja süsteemseks aluseks uuringute ja normdokumentide ning lepingu dokumentide muutmise vajaduse hindamiseks. Lisaks saavad sellised mõõtmised olla aluseks täiendavate motivatsioonimehhanismide rakendamiseks. Nt. etteantud eesmärkidest parema tulemuse saavutamine võimaldab töövõtjal teenida tulevastel aastatel täiendavat boonust ja mittesaavutamisel vähendatakse tasu.
- Siiski, ka meetodi vabaksjätmine tähendab mitte täieliku vabadust vaid teatava valikuvabaduse jätmist, kusjuures erinevad meetodid võivad olla erineva kaaluga. Näiteks võib tellija jätta vabad käed, kas roobaste kulumisroobaste taastamiseks töödeldakse üksnes roopaid või hõlmatakse ka roobaste vaheline ala ning kas kuumtaastamisena või freesimise ja ülekattena, kusjuures viimaste korral rakendatakse pakkumuse hindamisel maksumust virtuaalselt vähendavaid koefitsiente. Samuti võib töövõtjale jätta vabad käed AKA ja Remix+ vahel valikuks nõudes esimesel juhul uue kattekihi mõnevõrra suuremat paksust. Töövõtja vastutaks piisavate uuringute ja sobivaima meetodi valiku eest kuid tellija peab defineerima garantii sisu. Töövõtja peaks otsustama rejuvenatori vajaduse ja see tuleks maksta mõistliku ühikhinna alusel.
- Tellija riskide maandamiseks on vajalik tõhustada pidavalt motivatsioonisüsteemi koos kaasaegsete mõõtmistega, mis tagab töövõtja huvi piisava kvaliteedi tagamiseks. See on pidev protsess, mille järkjärgulisel rakendamisel ja tuntava mõju tekkimisel on reaalne hakata vähendama nõudeid sisenditele. Rootsisis on tüüpiliselt kasutusel 5+5 aastat garantiiaeg, kuid selle tõhusus ja toimetehhanismid on meile siiski lõpuni teadmata.

Uute remondimeetodite kasutuselevõtu soodustamine

Uute ja innovatiivsete remondimeetmete kasutuselevõtt on teedeehituses konstruktsioonides alati olnud seotud kõhklustega. Veendumuse tekkimiseks, et uued lahendused ikka töötavad on vaja kvaliteetseid uuringuid kuid usaldusväärsete uuringute jaoks on vaja märkimisväärseid finantse, katsetamise kohta ning ka piisavat mahtu ja palju aega. Teedeehituslikud protsessid on aeglased ja seetõttu ilmnevad kasud normaalingimustes sageli 5, 10 või koguni 15 aasta pärast. Seetõttu on oluline, et uuringud rajaneksid väga tugevale teoreetilis-praktilisele tunnetusele ning lahendustes leitakse teoreetiline viis, kuidas kontrollida lahenduse põhimõttelist toimivust lühemas perspektiivis.

Mitmed meie jaoks uued tehnoloogiad pole täiesti uued kuid sageli on kasutuskeskkond siiski erinev. Näiteks ei saa Soomest üle võtta väiksema liiklusega teedel kasutatavate pehmetel bituumenitel baseeruvate katete remondimeetode, kuna Eestis sellised katted sisuliselt puuduvad.

Nõuded mehhanismidele

On üldteada, et kehvade seadmetega ei saa kvaliteetset tulemust kuid samamoodi ei taga kvaliteetsed seadmed head töötulemust kui tegijal puudub selleks piisav motivatsioon. Seega on tõenäoline, et uued ja kallimad seadmed tõstavad küll lõpptoote maksumust kuid kvaliteeti ei pruugi see muuta kui ei muutu nõuded lõpptootele koos kvaliteedile suunatud innovatsiooni motiveerimisele asjakohase boonuste ja mahaarvamiste süsteemiga. Maanteeameti roll on siiski aidata kaasa uute ja paremat kvaliteeti võimaldavate seadmete maaletoomisele kas siis toetavate uuringut rahastamisega ja selgitustööga, mis aitab töövõtjatel uute seadmete kasu näha ja hoomata.

Optimaalsed lepingud

Põhjamaade kogemuse kohaselt on hea kui on eri pikkuse ja süsteemiga lepinguid, kuna mitmekesisus võimaldab ressursse paindlikumalt planeerida. Kasutusel on erinevad lepingumallid, kuid hetkel ollakse nii Soomes kui Rootsis kõhklevad tee lõppomadustele seatud nõuetel põhinevate lepingute jätkamises, seda just töövõtjate poolse allaoptimeerimise tõttu, funktsionaalsetel nõuetel

baseeruvaid lepinguid kasutatakse pea võrdselt traditsioonilistega. Edaspidi tuleks uurida ka erinevate lepingute maksumusele/tööde ühikhinnale.

Nõuded teelõigule pärast taastamist

Üldiselt võib öelda, et teistes Põhjamaades kasutatakse Eestile anaoogseid mõõtmisi ja katsetusi katete kvaliteedi kontrollimiseks. Kuni eelmise aastani oli suurim erinevus katte homogeensuse ja kvaliteedi ühtluse hindamises, mida Soomes tehti maaradariga ja Rootsis termoskänneriga, siis käesoleval aastal on Eestis ka see erinevus maaradari nõude näol eemaldatud. Täna on suuremaks erinevuseks, et Soomes ja Rootsis mõõdetakse pidevmõõtmisena ka katte algdeformatsioone, mida Eestis veel ei tehta.

Garantiiaja vastutus ja mõõtmised

Edaspidi vajavad määratlemist töövõtja vastutus garantiiajal ning millised asjakohased mõõtmised seda toetavad. Eelkõige puudutab see selgeid protseduure, millal, kuidas ja milliseid näitajaid mõõdetakse, millised on kriteeriumid ja kuidas käitutakse juhul kui selgub, et kriteeriumid pole täidetud. Samuti vaidlustamine jms.

Katte eluea pikendamise võimalused

Maanteeamet on seadmed eesmärgi katte eluea pikendamiseks (15% aastaks 2019) ja käesolevas töös on toodud selleks mitmed olulised alused. AKEJ-s on tehtud selleks juba mitmeid olulisi muudatusi, mis koostöös asjakohase motivatsioonisüsteemi ja selge kontrollipoliitikaga hakkavad seda eesmärki täitma. Suuremat tähelepanu tuleb pöörata vajadusele töötada välja täiendavad nõuded koostöös turuosalistega nii drenkihile, alusele kui AB kihtidele jms.

7. JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD

Käesolevas uuringus ei tehtud mõõtmisi ega katsetusi. Kuigi uuringus tehti objektide kohta info hankimiseks ka vaatlusi objektidel, koguti täiendavat infot tellijatelt, töövõtjatelt ja järelevalvel, siis peamine analüüsi raskus lasus kahel üliolulisel andmeallikal: **teeregister ja teetööde objektide dokumentatsioon**. Seetõttu on välja toodud mitmed uuringu seisukohalt olulised asjaolud, mis andmete kättesaadavust ja kvaliteeti või usaldusväärsust pärssisid ning piirasid drastiliselt nii käesoleva kui tulevikus tehtavate uuringute võimalusi teha järeldusi kasutatud lahenduse efektiivsuse kohta.

Teetööde dokumentatsioonist selgub, et kuumtaastamise puhul pööratakse tähelepanu üksnes lisatava asfaldi omadustele kuid ignoreeritakse täielikult **kuumtaastatava katte ja selle materjali omadusi** enne ja pärast taastamist. Väga suure kokkuhoiupotentsiaaliga Remix meetodi (kokkuhoid kuni 60% võrreldes freesimise + ülekattega) kasutamise on sellise praktika rakendamine juba sisuliselt välistanud kuid on oht, et samale tulemusele jõutakse ka ülekattega kuumtaastamise puhul, kuna vaatamata uuele ülakihi puudub kuumtöödeldava kihi kvaliteedi üle kontroll. Kuumtöötlemisele allutatava kihi puhul on olulised selle kihi paksus ja profiil (roopad ja kalle) ning tarindi kandevõime ning kihi terastikuline koostis ja bituumeni sisaldus ning omadused. Mõned soovitusel:

- **Roobas** – roopa suurus ja kuju, samuti selle muutlikkus piki teed, mis annab aimu roopa iseloomust. Remix sobib hästi ühtlase ja väikese kulumisroopa puhul kui pole vaja muuta katte kallet kuid muutuva roopa puhul on kvaliteedi tagamine problemaatiline. Deformatsioonide korral on oluline selgitada, kas neid on võimalik tulevikus vältida kuumtöötlemise käigus segu terastikulise koostise või bituumeni omaduste muutmisega. Porse ülakihi korral on võimalik saavutada kuumtöötlemisega parem tihedus.
- **Remix** korral lisatakse uut segu nii palju kui seda on tarvis roopa täitmiseks ning kui telg ja kindlustatud peenrad on heas korras, võib kuumtaastamise teha ka üksnes rattajälgedes.

- **Ülekattega kuumtaastamise** korral on võimalik suurendada vajadusel ka katte paksust.
- **Kihi paksus ja kalle** – kihi paksusest sõltub, kas ja kui palju on võimalik olemasoleva katte roobast või kallet muuta. Katte tasandusfreesimine ei ole kuumtaastataval kattel üldiselt hea valik kuna sellisel juhul ei pruugi jääda kuumtöötlemiseks piisavalt materjali ning viimase käigus satutakse aluskihti.
- **Katte omadused ja defektid** – juhul kui kate on väga defektne, pinnatud või märkimisväärselt ebaühtlaselt paigatud, ei ole kuumtaastamisega reaalne saada ühtlast ja kestvat tulemust (suur juhulikkuse risk – nn. „loterii“). Samas võib selline, suhteliselt ebaühtlasem segu olla sobiv ülekattega kuumtaastamiseks ning väikese liiklussagedusega teedel ka ülakihti. Bituumeni omadused - Remixiga luuakse kattele uus ülakiht, mis peab kuumtöötlemise tulemusena olema võimalikult uue katte omadustega. Kõige rohkem muutuvad kattes eksploatatsiooni ja kuumtöötlemise tulemusena bituumeni omadused - bituumen vananeb ja muutub jäigemaks ning rabedamaks. Bituumeni omaduste taastamiseks lisatakse kuumsegamise käigus reeglina sobival hulgal „virgutajat“ (*rejuvenator*), enamasti kasutatakse selleks pehmet bituumenit.

Muud soovitused ja tähelepanekud:

- Kuumtöötlemisel on oluline **asfaltkattele sobivate temperatuuride tagamine** kogu protsessi vältel ülakihi paksuses, mis tähendab, et tuleb seada piirangud kuumutamise kiirusele rakendades tõhusaid kontrollimeetmeid vana katte kuumutamise temperatuuri kontrolliks nii kuumutatud kihi peal kui segatud kihi peal. Ülekatte korral on kahtlemata on vajalik pöörata tähelepanu ka selle temperatuuri kontrollile.
- Kaaluda võimalusi **lisatava segu koguse** sisseviimist registri andmestikku nii põhikihi kui tasanduskihi osas. Seda eriti just tasanduskihi osas, mis annaks võimaluse hinnata materjalide bilanssi ja kattekihtide kogupaksuste üldist muutust.
- Rooparemix puhul on seadmed väiksemad ja soodsamad kui remix puhul ning kuumutamise kulu on väiksem kuna kuumutatakse vaid roobaste osa.

Kuna mõlemal puhul lisatakse uut segu vaid roobaste mahu võrra, on materjali kulu sama. Teisalt on rooparemix protsess topeltläbikute tõttu pea 2 korda aeganõudvam, mistõttu kogukulu ei pruugi olla remix'ga võrreldes oluliselt soodsam. Rooparemix sobib juhul kui roobaste jälg on kitsas, laiade roobaste korral rooparemix'i kasutada ei saa. Enne tasandusfreesimise tööde kavandamist on otstarbekas mõõta roopa profiil üles profilomeetriga, mis võimaldab hinnata nii roopa mahtu (nt 10 m kaupa) kui freesimise/tasandussegu vajadust, kuumtaastamise hangete korral on muutmine soovitatav teha juba sügisel enne hanke kavandamist, et veenduda õige meetodi valikus.

- Katete vaatluste käigus selgus, et paljudel katetel esineb **probleeme katte tihedusega** – need kohad ei ole täiesti kuival kattel reeglina nähtavad kuid tulevad nähtavale kuivaval kattel. Üldjuhul ei lagune need kohad kiiresti ja peavad vastu isegi 5-aastase garantiiaja kuid hakkavad lagunema (tekivad väikesed praod, millest läheb vesi läbi ja nõrgestab aluskihte ning, mis arenevad võrkpragudeks) 7-10 aastal kus kate on mõnevõrra vananenud, saanud piisavalt külmumis-sulamistsükleid ning millel liiklus on teinud oma töö. Tegemist on segregeerunud kohtadega ning tegemist võib olla nii terastikuliselt kui paigaldamisel termosegregeerunud segudega. Kui kate laguneb ühtlaselt, võib olla otstarbekas lappimise asemel teha Remix, ajutise lahenduna võib tulla kõne alla pindamine.
- Kuumtaastamine **ei sobi** suurte ebatasasuste ja roobaste puhul, kuna katte kuumutamise sügavus ei ole ühtlane. Samuti ei ole kuumtaastamine sobiv kui tegemist on defektidega, mis ei tulene katte ülakihtidest. Lisaks on kuumtaastamine problemaatiline mõningate asfaldivõrkude kasutamise korral, kui on oht, et asfaldivõrk võib tõusta katte pinna lähedusse.
- Kuna kuumtaastamise seadmed on suhteliselt rasked ja manööverdusvõime väike, ei sobi need üldjuhul kitsastele ja/või käänulistele teedel
- Kuumtaastamine ei sobi üldjuhul pinnatud teedel, kuid õigetest juhtudel tehtud ajutis pindamise korral võib selle enne kuumtaastaist maha freesida

- Kohtades kuhu kuumtaastamine ei sobi, tuleb kasutada traditsioonilisi ülekatteid ning vastavalt vajadusele teostada tasandusfreesimine või paigaldada tasanduskiht. Viimase hindamiseks on vajalik info tasasuse, roobaste mahu ja kallete aga ka kandevõime kohta. Roobaste ja kallete kohta hetkel teeregistrist piisava täpsusega ei saa. Kandevõime ebapiisavuse korral tuleb kaaluda kas kahekihilist ülekatet (väikese kandevõime puudujäägi korral). Suurema kandevõime puudujäägi korral tuleks eelistada aga rekonstrueerimist.

Nagu eelnevatest kaalutlustest näha, on **tegureid taastusremondi meetodi üle otsustamiseks üsna palju ning head algoritmi on üsna keeruline koostada. Alustada tuleks teeregistris mittekajastavate või täpsustavate olulise andmete hankimise süsteemi sisseseadmisest töömeetodi kavandamise/projekteerimise faasis, milleks on segu omaduste, roopa omaduste, tee kallete ning kandevõimeliste omaduste kindlakstegemine. Selleks on otstarbekas läbi viia vastav uuring** koos EPMS-analüüsi 2017 ja 2018 aasta taastusremondiobjektide analüüsiga. 2017 aasta andmed peaksid olema analüüsitud 2016 lõpuks ja 2018 aasta objektide andmed 2017 kevadeks enne 2018 taastusremondi nimekirjade koostamist.

Käesoleva töö eesmärgiks oli täpsustada taastusremondi kasutustingimused. Allolev tabel annab selleks mõned soovitusel.

Tabel 14. Taastusremondimeetodi valiku täsusust

TÖÖMEETOD	UUE SEGU LISAMINE	BIT LISAMINE*	PINDAMINE	KATTE DEFECTID*	ROOPA RISTLÕIGE	TASASUS	TUGEVSUS (FWD)
ROOPAREMIX	20-30	ÜLDJUHUL JAH	EI	AINULT ROOPAS	SÜGAVUS<20, PINDALA <100?	PARENDAB MÕNEVÕRRA	>VAJALIK
KUUMTASANDAMINE (RESHAPE)	0	-	?	VÄHE	SÜGAVUS<30	PARENDAB MÕNEVÕRRA	>VAJALIK
REMIX	10-20	ÜLDJUHUL JAH	EI	VÄHE	SÜGAVUS<15	PARENDAB PALJU	>VAJALIK
REMIX+	30-40	PIGEM JAH	EI	PIGEM VÄHE	SÜGAVUS<20, PINDALA <100?	PARENDAB PALJU	VÄIKE PUUDUJÄÄK KOMPENSEERITAV
AKA	60-70	PIGEM JAH	EI	PIGEM VÄHE	SÜGAVUS<20, PINDALA <100?	PARENDAB PALJU	MÕNINGANE PUUDUJÄÄK KOMPENSEERITAV
ROOPAÜLEKATE ROOPAFREESIMISEGA	100	-	POLE OLULINE	AINULT ROOPAS	SÜGAVUS<10, PINDALA <100?	PARENDAB MÕNEVÕRRA	SUURENDAB KANDEVÕIMET
ÜLEKATE (TASANDAMISEGA)	100	-	POLE OLULINE	VÄHE	SÜGAVUS<10, PINDALA <50?	PARENDAB VÄHE	SUURENDAB KANDEVÕIMET
ÜLEKATE TASAFREESIMISEGA	f<100/ü100	-	POLE OLULINE	KESKMISELT	POLE OLULINE	PARENDAB PALJU	>VAJALIK
ÜLEKATE TASANDUSKIHTIGA	f<50/t<50/ü100	-	POLE OLULINE	KESKMISELT	POLE OLULINE	PARENDAB PALJU	VÄIKE PUUDUJÄÄK KOMPENSEERITAV
TASANDUSKIHT, VAJADUSEL PINDAMISEGA	20-80	-	POLE OLULINE	POLE OLULINE	POLE OLULINE	PARENDAB PALJU	MÕNINGANE PUUDUJÄÄK KOMPENSEERITAV
TASAFREESIMINE, VAJADUSEL PINDAMISEGA	F<50	-	POLE OLULINE	POLE OLULINE	POLE OLULINE	PARENDAB PALJU	> VAJALIK
AJUTINE PINDAMINE	-	-	POLE OLULINE	POLE OLULINE	SÜGAVUS<10, PINDALA <100?	EI PARENDA	> VAJALIK

* Virgutava bituumeni lisamine üldjuhul 0,15...0,25kg/m², valik peaks jääma töövõtjale, töövõtjale tuleb anda võimalus katsetele tuginevalt teha ettepanek vajadusel suurema väiksema koguse kasuks.

* Katte defektidena ei lähe kuumtastamise ning tasafreesimisega ülekate korral arvesse töödeldavale alale jäävad murenemised jm katte ülakihi piirduvad defektid

* Roobaste ristlõike pindala seosed roopa laiusega vajavad veel täpsustavat analüüsi

* Eelviimased kaks meetodi on mõeldud väiksema liiklusega teedele, viimane ajutise meetmena suurema liiklusega teele arvestusega, et see hiljem välja freesitakse.

8. KOKKUVÕTE

Käesolev uuring on tellitud Maanteeameti poolt eesmärgiga selgitada, kuidas on erinevad taastusremondi töömeetodite valikud end õigustanud (2005-2014a objektide baasil) ning tuua välja probleemid ja teha ettepanekud töömeetodite valikukriteeriumite täiendamiseks.

Teadustöö laiemaks eesmärgiks on kõige optimaalsemate ning õigeaegsete taastusremondiobjektide ja tehnoloogiate valik, mis tagaksid kõige odavamad tee elukaare kulud 30 aasta jooksul.

Eestis oli 01.01.2015 seisuga **kattega riigimaanteed 4485 km**. Käesoleva töö kontekstis pakkusid neist huvi kuni 10 vanused tihedast asfaltbetoonist (ACsurf, 1535 km) ja killustikmastiksfaldist (SMA, 552 km) katted. Nendele lisandub ca 100 km muudest segudest katteid.

Uurides 2014-2015 aasta uusi katteid selgus, et **sarnased tasasuse tulemused vahemikus 0,8...0,9 m/km** saadi nii kuumtaastamisega, tasandusfreesimisega või tasanduskihiga ülekate kui stabiilusega katte aga ka põhimaantee killustikalusel katte puhul. Tasasus väärtus muudel variantidel kõikus 3 m/km kandis.

Uurides kuni 5 aasta vanuseid katteid, selgub, et väikseim keskmine roobas pärast esimest aastat on stabiilustega katetel ca 4 mm ning pärast 4ndat aastat 6 mm. Killustikaluste korral on pärast esimest aastat roobas aga keskmiselt 7 mm ning pärast 4ndat aastat 9 mm. Taastusremontide korral käituvad katted roopa mõistes valdavalt sarnaselt, **roobas pärast esimest aastat vahemikus 6-7 mm ja pärast 4-ndat 8-10mm**. Mõnevõrra eristub viimastest ülekate tasafreesimisega, kus roobas pärast esimest aastat on 4-5 mm ja kasvab seejärel kõige kiiremini.

Soome ja Rootsi kogemuse uurimine kirjanduse põhjal tõi välja mitmeid probleeme kuumtaastamise osas – üheks peamiseks võib lugeda kuumtöödeldava segu projekteerimata jätmist. Vähemalt täitedokumentatsioon ei kajasta „virgutava“ bituumeni kasutamist, mistõttu ka järelevalve protokollidest võib lugeda, et kohati on segu liiga „kuiv“, irdudes kattedest enne uue pealiskihi paigaldamist. Eriti probleemne on see lisaseguga kuumtaastamise

„Taastusremondi objektide ja liigi valikumetoodika analüüs ja täiendamine“ LÕPPARUANNE

korral kuid paratamatult hakkab see mõjutama ka uue ülakihi ülekattega kuumtaastamise kvaliteeti. Kuumtaastamiste kavandamine nõuab eelnevat analüüsi koos laboratorsete katsetuste ja mõõtmistega. Selleks on tehtud ka vastava **uuringu ettepanek**.

Defektsete objektide välivaatlused näitasid, et suhteliselt palju probleeme on **katetel poorsusega** kuid nende peiteaeg võib olla üsna pikk – suurest poorsusest tingitud kahjustused „ägenevad“ sageli alles 6-7 aastal pärast ehitust ja hiljem.

Töö tulemusena kirjutati tehti hulk **järeldusi ja ettepanekuid** remondimeetodi valiku hõlbustamiseks ning suhteliselt soodsama, kuumtaastamise rakendamise tõhustamiseks.

KASUTATUD KIRJANDUS

- [1] [Maanteeameti aastaraamat 2014](#)
- [2] [Teede Tehnokeskus veebileht](#)
- [3] [Asfaldist katendikihtide ehitamise juhis](#). Maanteeamet 2014-15
- [4] [Katete remondimeetodite valikupõhimõtted](#). Maanteeamet 2012-16
- [5] [Riigimaanteede ehitus- ja remonttööde vastuvõtu eeskiri](#).
Maanteeamet 2014
- [6] [Kattega riigimaanteede taastusremondi objektide valikumetoodika](#).
Maanteeamet 2013
- [7] [Riigimaanteede teehoiukava 2014-2020](#). MKM 2014
- [8] [Memorandum](#). Pavement Preservation Definitions. FHWA 2005
- [9] [Päällysteiden suunnitelu](#). Tielaitos 1997
- [10] [Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset - päällysteet](#). Tiehallinto 2004
- [11] [Uusiopäällysteiden käyttö päällysteiden ylläpidossa](#). Tiehallinto 2009
- [12] [Tiepäällysteiden ylläpitostrategioiden vertailu simulointimallilla](#).
Liikennevirasto 2011
- [13] [InfraRYL. 22410 Asfalttipäällysteet](#). InfraRYL 2009
- [14] [ASFALTIN UUSIOKÄYTTÖ](#). Miten tästä eteenpäin? Uusiokäytön laajuus ja trendit. Toimenpiteet ja haasteet. Lars Forsten, Lemminkäinen 2013
- [15] The role of bitumen in asphalt mixtures. The Finnish perspective. Prof. Terhi Pellinen, 19.2.2015, BITUMEN CONFERENCE, 2015
- [16] [Dokumentation fran Metoddagen](#). Kenneth Lind. Presentation.
Trafikverket 2014
- [17] ATB VÄG 2005 VV Publ 2005:112. Trafikverket 2005
- [18] [Handbok för Återvinning av asfalt](#). Trafikverket 2004
- [19] Val av beläggning. Trafikverket 2014
- [20] VVTBT. Bitumenbundna lager 09 rev 2. Trafikverket 2010
- [21] VVAMA Anläggning 09, rev. 2. Trafikverket 2010
- [22] TRVKB 10 Bitumenbundna lager. Trafikverkets Krav Beskrivningstexter för Bitumenbundna lager i vägkonstruktioner. Trafikverket 2011
- [23] Funktionsupphandling Sammanfattning av kunskapsläge och rekommendationer för fortsatt forskning. VTI 2006
- [24] [Uppföljning av väg N610. Totalentreprenad med funktionellt helhetsåtagande under sju år](#). VTI 2012
- [25] [Pavement Preservation Practices in Cold Regions](#). Alaska University Transportation Center 2012
- [26] [Funktionsupphandling. Sammanfattning av kunskapsläge och rekommendationer för fortsatt forskning](#). VTI 2006
- [27] [Funktionsupphandling av väg- och banhållning](#). Väg- och transportforskningsinstitutet 2005

9. LISAD

LISA 1. Kohtumiste memo'd Rootsi ja Soome katteekspertidega

ROOTSI

Meeting : Selection principles for road pavement rehabilitation method

06.04.2016 9:00

Participants:

- Kenneth Lind – Swenish Transport Agency
- Marek Truu – Head of R&D Department, Technical Center of Estonian Roads
- Erko Puusaag – Specialist of R&D Department, Technical Center of Estonian Roads, Technical Center of Estonian Roads
- Karmen Kütt – Specialist of R&D Department, Technical Center of Estonian Roads
- Veiko Tikas – Specialist of R&D Department, Technical Center of Estonian Roads, Technical Center of Estonian Roads
- Aivo Salum – Head of Construction Department, Estonian Road Administration
- Karli Kontson – Project Manager of Road Development Department, Estonian Road Administration

Asphalt and pavement specialist

- Responsible for bituminous layers
- SWE expert in TC227 25% of time spent to product standards (WG1, TG2, TG3, SWE mirror committee), War-mmix standard
- CPR Construction product requirements
- Project leader in road maintenance Dalarna 130 mSEK yearly 2008-2010
- Laboratory manager NCC 1983-2008
- Chemistry Engineer

Oluline on koostöö tööstusega, alati koostöös ja arutatakse läbi

Estonia said no to new pavement product standards?

Kontrollima peab - kui töövõtja teab, et kontrollitakse, siis teeb kvaliteetselt

- Metodgruppen
- Tankgruppen – pindamine
- Asfaltskolan – lectures in swedish and asphalt day's in Stockholm and Malmö
- Svensk Byggdjansk – responsible for performance requirements

R&D – rakendatakse töö käigus

Supports

„Taastusremondi objektide ja liigi valikumetoodika analüüs ja täiendamine“ LÕPPARUANNE

- Investment dept
- Major projects
- Maintenance

Documentation

AMA (Träfikverkets ändringar och tillägg till AMA Anläggning) - General desription for job and materials for civil engineering (Performance requirements). 2 parts: AMA information and AMA description. Published by the Swedish Building Centre.

<http://trvdokument.trafikverket.se/fileHandler.ashx?typ=showdokument&id=95109850-44ec-4987-bd84-6837e113b29d>

- TRVKB Bitumenbundna lager 13 - TDOK 2013:0529 – **Bituminous layers**
- TRVKB Obundna lager 13 - Obundna lager för vägkonstruktioner - TDOK 2013:0530 – **Unbound layers**
- TRVKB Tätskikt på broar 13 - TDOK 2013:0531 – **Waterproofing for bridges**
- TRVKB Alternativa material 13 - Alternativa material för vägkonstruktioner - TDOK 2013:0532 – **Altenative materials for road construction**
- VVMB 104 - Bestämning av friktion på belagd vägyta, Vägverkets publikation 1990:17 - TDOK 2014:0134 **Determination of friction on paved road surface**
- VVMB 107 - Bestämning av ojämnheter och tvärfall med rätskiva - Vägverkets publikation 2001:29 - TDOK 2014:0136 - **Determination of roughness and slope with straightedge**
- VVMB 605 Bestämning av densitet och vattenkvot med isotopmätare TDOK 2014:0140 - **Determination of density and water content of the isotope gauge**
- VVMB 606 Bestämning av bärighetsegenskaper med statisk plattbelastning - TDOK 2014:0141 - **Determination of buoyancy characteristics with static plate load**
- VVMB 611 - Provtagning av obundna material - TDOK 2014:0151 - **Sampling of unbound materials**
- VVMB 612 - Provtagning och provberedning för bestämning av bergtyp - TDOK 2014:0143 - **Sampling and sample preparation for determination of bergtyp**
- VVMB 619 - Bestämning av kornstorleksfördelning för grovkorniga material genom siktningsanalys - TDOK 2014:0145 - **Determination of grain size distribution of the coarse material by sieving analysis**
- Trafikverkets regler för reglering av beläggningsarbeten - TRV Publikation 2011:094 - TDOK 2014:0565 - **Transport Administration's rules for regulating surfacing**
- VVMB 116 Vägytemätning med mätbil: Objektmätning TDOK 2014:0005 - **road surface measurement with the test car: Object Measurement**
- VVMB 122, Publikation 2009:79.
- 2) TDOK 2014:0005 används tillsammans med Vägytemätning Mätstorheter, TDOK 2014:0003 road **Surface Measurement Measured Variables** and samt Tekniskt godkännande för Objektmätning, TDOK 2014:0706 - **Technical Approval for Object Measurement**

BSAB 96. Construction Sector common information framework and tools for effective communication and IT. BSAB consists of different tables that are designed to transfer information between different players and systems and to be used at different stages of the construction process. BSAB system managed by the Swedish Building Centre.

- 50 000 000 000 SEK
- Vehicles: 64->72 tonnes

Transport policy:

- = AVAILABILITY
- Everybody arrives smoothly, green and safe way
- Business concept – developer of... society?
- 4-stage-principle: rethink – optimise – rebuild – build new

Swedish way:

- 7 million tons of warm/hot asphalt yearly
- 0,7 million cold-semiwarm
- 16 million m² surface dressing (< 3000 a/ööp)
- 1,3 mton reclaimed asphalt
- 0,5 mton bitumen
- 12 families of bituminous layers
- Need to distinguish between method and pavement
- Right pavement – right method-right time
- Moving traditional 50% to performance 50% requirements to functional
- Performance requirements – 5 year warranty + 5 more year warranty (10 year responsibility)
- Warranty period measurements: data from PMS
- Follow – up
- Surface dressing, ce marking product, ce marking the system, to guarantee surface properties- bleeding, stone loss, porfyr < 7, may last 20 years 16sek/m² (1,6 €/m²)
- Millal surface dressin ja millal asfalt replace (IRI)
- Bitumen price change index, tonnage reported every month
- Minimum binder content set,
- Olemas materjalid, kus An 3
- Hardest binder is 70/100, kui vaja allapoole minna siis PmB
- Cold mixture < 50C and tank coating, grouted macadam
- We should not ask for shuttel buggy but use bonus system instead
- Surface dressing – windows cracked who pays
- 8/11 14 KG + 1,7 KG BIT
- 40 MM 8/22 74 KG + 3,6 KG BITUMEN
- Wearing course Cold asphalt < 50 in the north and middle swe,
- AEOG open, AEB V1500 bitumen emulsion used

Requirements (maintenance)

- Thin layer 16mm 18-20 mm paksuselt PmB-ga, some problems, not dense enough often

Road surfaces

- Noise emissions
- Particles from studded tyres

„Taastusremondi objektide ja liigi valikumetoodika analüüs ja täiendamine“ LÕPPARUANNE

- Rolling resistance (IRI and macrotexture)

Selection of pavement:

- Classification to homogenous sections and testing to be done

Requirements

- TRVK Technical requirements for planning and construction AMA
- TRVK Technical advices for planning and construction RA

No when contract is made , there are for construction:

- Utförande krav
- AMA 13, RA 13 and MER 13

Long term maintenance contracts (for motorways 10 y), measurements eg every 2 year, rutting, who measure – framework agreement for 3 years – Ramböll etc, need to fulfill requirements, need to to "calibration" by VTI to get approval,

Kategories:

- A (main public?)
- B (communities)
- C (parking lots)

Other discussions:

- Selection of pavement (web-Page)
- Application of requirement documents
- Technical descriptions related to AMA (for particular object) = Performance requirements – english version coming later can buy
- Laser scanning for homogeneity
- Inspection of finished asphalt mix
- 25% of samples checked by client
- Measurement web-site
- Traffic limits for methods
- + new publication – selection of pavement (environment)
- Innovations far = suboptimization by contractor
- Ok, for new road but tricky for old roads
- We need to take a lot of samples to understand what is the actual problem to solve
- Obligation for contractor to make more tests

SOOME

Meeting : Selection principles for road pavement rehabilitation method

21.03.2016 14:00

Participants:

- Katri Eskola – Finnish Transport Agency
- Marek Truu – Head of R&D Department, Technical Center of Estonian Roads
- Janar Tükk – Head of Roadworks' Supervision Department, Technical Center of Estonian Roads
- Aivo Salum – Head of Construction Department, Estonian Road Administration
- Karli Kontson – Project Manager of Road Development Department, Estonian Road Administration

Topics:

- Rehabilitation in road life-cycle, Finnish „way“, expected life-time of different methods
- Timing of rehabilitation - how to ensure we are not too early or not too late, condition monitoring (roughness, rutting, defects, other), PMS, condition- based action triggering, data used in rehabilitation planning, planning period - one year or two
- Road pavement rehabilitation planning, time and steps from data-collection to rehabilitation, selection of right method, criteria for applying one or another method, cost-benefit analysis
- Frequency of pre-works-testing, eg. binder properties for remix planning
- Requirements on frequency of quality testing (field sampling and measurements to be done after works (acceptance testing)
- Criteria for acceptance of works – differences from new roads/pavements, bonus and sanctions
- Contracting method – traditional/performance/functional req. based?, length of guarantee period, contractors liability - guarantee period acceptance testing, bonus and sanctions
- Differences regarding above in high/low volume or high/low class paved roads
- Considerations in (state) roads in residential areas

Discussions/arutelu:

- Pavement rehabilitation procurement (taastusremondi hanked) responsibility lies on ELY-centres
- Liikennevirasto prepares contract documentation templates
- In current contracts guarantee period (quality) measurements/requirements are not used
- Earlier performance criteria was used based on ruts (on high volume roads), currently only initial rut depth is measured and deductions are applied for non-conformance to requirements
- Measurement error in laboratory works shall be taken into account by contractor to ensure the result corresponds to the requirement. However, usually FTA accepts taking more samples to be tested in different laboratories. Also, in some cases there are separate requirements for single samples and samples' average. Laboratories must have PANK TR10 compatible certification
- Requirements are set in "PANK-asfalttinormit", updates can be downloaded for free, also test methods
- rehabilitation - uued meetodid teedehehituses???

„Taastusremondi objektide ja liigi valikumetoodika analüüs ja täiendamine“ LÕPPARUANNE

- In Finland there are 2 cases, where bonuses are payed:
 - bonus for silent pavement - measurement based bonus - cpx
 - bonus for thermal camera - Roadscanners only
- For rehabilitation decision, main road rut depth is measured in spring – in April and final decision is done in May.
- Rehabilitation procurement/contracts are made in regional bases (detailed locations not shown in contract).
 - Lemminkäinen
 - Infrac
 - NCC roads
 - SL Asfaltti
 - Skanska Asfaltti
 - Asfalttikallio
- Periodic maintenance of road markings
 - Cleanosol
 - Tielinja (Elfin)
 - Skanska Asfaltti
 - Hot Mix
- Contract types, the best is mixture of different contract types:
 - long-term contracts - 15y
 - partnering 5y
 - traditional 1-2y (warranty 3y)
- Rehabilitation selection:
 - Total road network: 51 000 km (510 000 x 100m)
 - Selection of road sections in poor condition: rut > 18 mm, defects 50%. Ca 6000 km: design – initial rehabilitation method is proposed
 - Yearly program is established (ca 3000 km) and rehabilitation method adjusted/selected in workgroups
- For detailed design:
 1. First consideration – is there a need to improve drainage (not included in asphalt prices, land ownership questions arise)?
 2. Is there a need for strengthening (overlay only would not last long enough)?
 3. Is there a need for overlay (patches would not last long enough and pavement may deteriorate below the level when overlay is enough)?
 4. Is patching needed?
- Requirements - An ja FI, mixes: AB or SMA 16/100, Creep and Prall required, samples shall be taken from the road
- Also bearing capacity has been taken again under surveillance
- Advantage of remix method is price: SMA + levelling = 10 €, remix = 4 €
- Remix always needs rejuvenator

Other topics:

- Theres no simplification procedure in procurement (pre-qualification etc). Depending on area of construction (construction, rehabilitation etc, there is requirement for RALA certificate)
- HARJA – new environment-system to make communication between client and contractor easier planned to 2017.

Literature:

- Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset – päällysteet http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2200004_02.pdf
- Uusiopäällysteiden käyttö päällysteiden ylläpidossa - Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 56/2009 http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf2/4000731-v-uusiopaallysteiden_kaytto.pdf

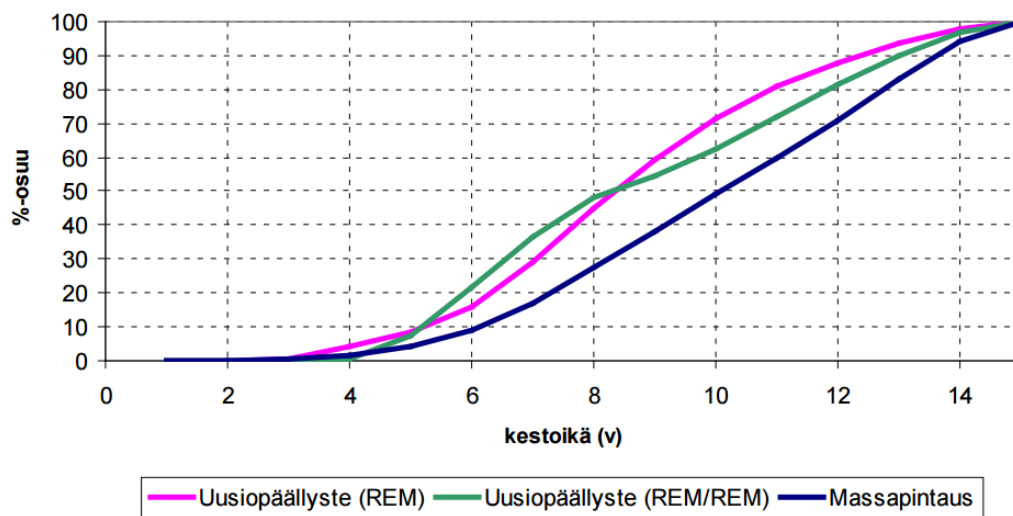
„Taastusremondi objektide ja liigi valikumetoodika analüüs ja täiendamine“ LÕPPARUANNE

- Rakennusurakan yleiset sopimusedot"
<http://www.lieto.fi/download/noname/%7B87629A7E-EAEF-4A07-A8DE-8B1370653503%7D/13519>
- "Urakkakohtaiset arvonmuutosperusteet (traditional contracts/ service agreement)"
- "Presentation by Katri Eskola"
- "Urakkasopimus" sample (traditional contracts/ service agreement)
- „Evaluation of contract types” - diploma thesis, Ilkka Taipale (for PANK)
- "Asfalttinormit" PANK
- „Kokemukset tietomallien hyödyntämisestä teiden ylläpidon suunnittelussa ja hankinnassa,, Liikennevirasto 66-20154
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts_2015-66_kokemukset_tietomallien_web.pdf
- "Remix study" – ongoing study by Terhi Pellinen, Aalto Yliopisto
- "Koostevalintamenetelma"
- "Hankintailmoitusohje" – ylläpito???

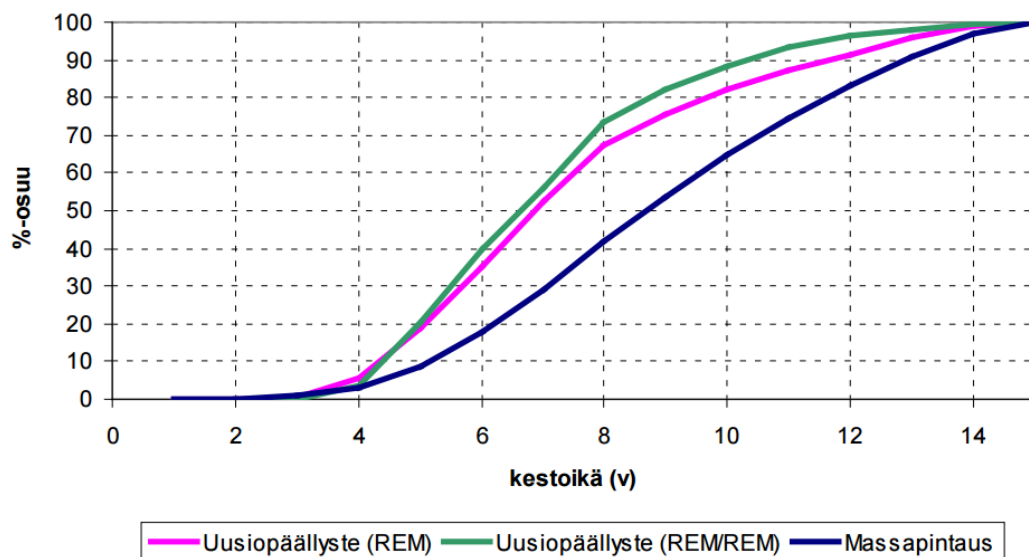
LISA 2. Lisateave kuumtaastamiste kohta Soomes

Tabel 15. Erinevate taastusremondimeetodite arvutuslikud eluead Soomes

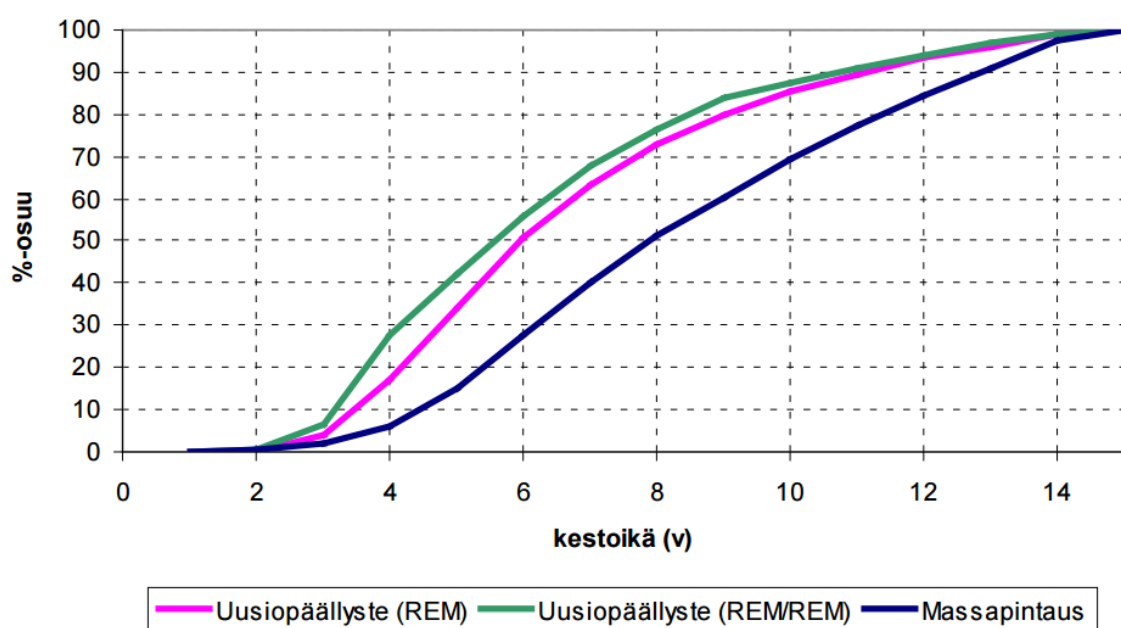
KVL-luokka	Uusiopäällyste (REM)	Uusiopäällyste (REM/REM)	Massapintaus
> 6000	6	6	8
3000-6000	7	7	9
1500-3000	8	8	10



Joonis 28. Eri taasturemondimeetodite eluead roopasügavuste järgi AKÖL 1500-3000



Joonis 29. Eri taasturemondimeetodite eluead roopasügavuste järgi AKÖL 3000-6000



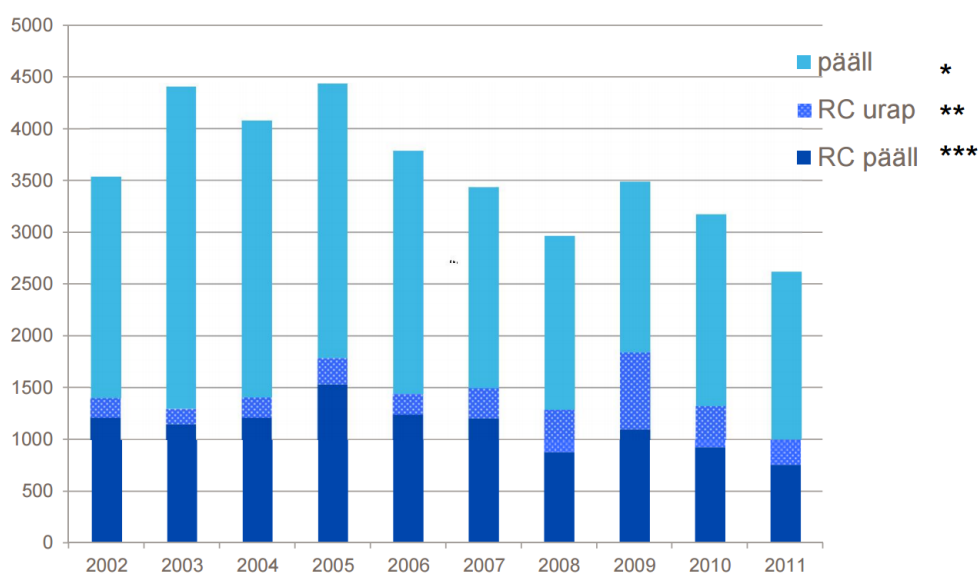
Joonis 30. Eri taasturemondimeetodite eluead roopasügavuste järgi AKÖL 6000

Tabel 16. Kuumtaastamiste eluea võrdlus tasundus-ülekattega

KVL-luokka	Vertailutoimenpide	Massapintauksen kestoikälisä
> 6000	Uusiopäällyste (REM)	+ 25 %
	Uusiopäällyste (REM/REM)	+ 29 %
3000-6000	Uusiopäällyste (REM)	+ 21 %
	Uusiopäällyste (REM/REM)	+ 24 %
1500-3000	Uusiopäällyste (REM)	+ 17 %
	Uusiopäällyste (REM/REM)	+ 18 %

Tabel 17. Vana katte kuumtaastamise võimalused. K.Eskola, Liikennevirasto 2013

Päällystysmenetelmä	Jyrsintäsyvyys/ massamäärä	Lisättävä uusi massamäärä	Vanhan materiaalin hyötykäyttö, RC - %
Uusiopäällyste REM, URAREM	3,5 – 4,0 cm 80 – 100 kg/m ²	20 kg/m ²	75 %
Uusiopäällyste REMO, URAREMO	2,5 – 3,5 cm 100 kg/m ²	40 kg/m ²	60 %
Kuumennetulle alustalle uusi pinta REM plus	2,0 – 2,5 cm 100 kg/m ²	60 kg/m ²	40 %
Kuumennetulle alustalle uusi pinta MPKJ	2,0 – 2,5 cm 100 kg/m ²	80 kg/m ²	20 %
Perinteinen laatta LTA tai massapinta MP		4,0 cm 100 kg/m ²	0 % - 50 %



*) Päällystysmenetelmät LTA ja MP, kun massan RC-% < 20 %

**) Urapaikkaus URAREM/URAREMO –menetelmällä

***) Päällysteen uusiminen MPKJ/ REM /REM plus/ REMO/ ART –menetelmillä tai MP / LTA , jossa massan RC-% > 20 %

Joonis 31. Kuumtaastamise mahud Soomes