

Asfalt – 100% -lt taaskasutatav ehitustoode

EAPA arvamusraport

(Asphalt the 100% recyclable construction product. EAPA Position paper)



EUROPEAN ASPHALT PAVEMENT ASSOCIATION

©European Asphalt Pavement Association – Euroopa Asfaldiliit (EAPA)

Rue du Commerce 77

1040 Brussels, Belgium

www.eapa.org

info@eapa.org

June 2014

Sisukord	Lk
1. Sissejuhatus	3
2. Mis on asfalt ja kuidas see on valmistatud ?	3
3. Miks on tarvis maanteid remontida?	5
4. Millised on asfaltteede remontimise võimalused ?	6
5. Kuidas asfaldi materjalina taaskasutatakse?	7
5.1 <i>Ex situ</i> e. töökohast eemal toimuvad protsessid (materjali regenereerimine)	7
5.2 <i>In situ</i> e. töökohal toimuvad protsessid (teede regenereerimine/taastamine)	9
6. Sama hea kui uus.	11
7. Kuidas on asfaldi regenereerimine tagatud Euroopa standarditega?	11
8. Asfaldi ei tohiks iial raisata lihtsalt prügilasse viies.	13
9. Teha, et see püsiks nii kaua kui võimalik (Elukaar ja vastupidavus) !	14
10. Taaskasutamine võimaldab vähendada kahjulike süsinikühendite heitmeid.	15
11. Asfalt ja selle regenereerimine ei kahjusta keskkonda.	16
12. Kasutagem võimalikult paremini seda, mis meil juba olemas on. Pikaajaline põhivarade säästmise strateegia.	17
13. Järeldused.	17
Tõlkija kommentaarid.	18

1. Sissejuhatus.

Teed on tänapäevase elu ülioluline osa, mida enamus inimestest võtab kui midagi endastmõistetavat. Lahkudes kodust vajame teid, et minna tööle, oste tegema, kooli, kinno või muidu vaba aega veetma. Meile vajalike kaupade ja teenuste transport kulgeb mööda teid kas täielikult või vähemalt suures osas. Hädajuhtudel kasutavad teid tuletõrje, arstiabi ja politsei.

Euroopa maanteevõrk on välja arendatud sajandite kestel, kuid suurem osa teid on välja ehitatud viimase 100 aasta jooksul ning nad kujutavad endast Euroopa Ühenduse väärtuslikemat põhivara, mille kalkulatiivne maksumus on ligikaudu 16 triljonit eurot. Teede põhifondide majandamise suund on muutumas uute teede ehituselt teede tehnohoiule, tuues kaasa ka muudatuse arusaamades sellest, kui elutähtis on ressursside optimeerimine.

Asfalt on domineeriv materjal, mida kasutatakse katendite ehitamisel sidusate kihtide konstrueerimiseks. Praeguseks on Euroopa maanteevõrku paigaldatud umbes 950 miljardit tonni asfalti. Asfalt on teedehitusmaterjal, mida valitakse tänu asjaolule, et ta on sõitmisel mugav ja ohutu, soodsa hinnaga, kiiresti paigaldatav ning paindlik konstrueerimisel, toimimisel ja korrashoiul, millega kaasneb eeskujulik vastupidavus.

Asfalt on võtmetoode tuleviku tarbeks selle poolest, et ta on 100 %-lt taaskasutatav. Regenererimise käigus ei vähene asfaldi funktsionaalsus ning kõigi taaskasutatavate materjalide hulgas hoiab ta momendil maailmas esikohta.

Ka paljud teised ehitusmaterjalid võivad olla regenereritavad, kuid sellega kaasneb tihti kvaliteedi langus nagu näiteks madalama margiga täiteaine vms.

Praeguseks on taastatud juba palju asfaltkatteid ja võib tuua pika loetelu tõestatud töökindlusega objektidest. Ometigi on head väljavaated regenererimise kasutamist edaspidi veelgi laiendada kindlustamaks, et asfaldiressursid ja -materjalid oleks täielikult väärtustatud ja neisse kätketud süsinik poleks jäätmena kõrvale heidetud.

Käesoleva arvamuse raporti eesmärk on parendada arusaamist asfaldi taaskasutamise potentsiaalset ning ergutada senisest rohkem terviklikku lähenemist meie teede põhivarade majandamisse. Asfaldi regenererimine ja kasutamine, mis toimub vahetult juba ehitusobjektidel, peaks kujunema planeeritud ja progressiivseks struktuurse tehnohoiu süsteemiks, et säilitada maanteevõrgu jätkusuutlikkus tulevaste põlvete jaoks.

2. Mis on asfalt ja kuidas see on valmistatud ?

Teekatendite materjalina kasutatav asfalt on segu täitematerjalist¹ (*aggregate*) ja peenosistest (*fines*), mis on omavahel nidusalt liidetud bituminoosse sideainega. Tüüpiline sideaine sisaldus kõigub vahemikus 3...7% kaalu järgi olenevalt segu tüübist ja kasutuskohast.

Asfaltsegudes kasutatavad täitematerjalid on kõvad kivimid, mida valitakse nende füüsikaliste näitajate põhjal. Nende teramõõt klassifitseeritakse spetsiifiliste asfaltsegude projekteerimisel. Täitematerjal võib olla päritolult looduslik – nagu purustatud kivi, kruus ja liiv, või siis tehismaterjal – nt kõrgahju räbu e šlakk.

¹ Siin ei ole raporti koostajad taotlenud juriidilist täpsust. Asfaldi standardsesse (EVS 901-1:2009) koostisse kuuluvad teatavasti jämetäitematerjal, peentäitematerjal, peenosised, filler ja sideaine. (A.K.)

Bituumenid on viskoossed süsivesinikud, mida saadakse toornafta töötlemisel. Neid toodetakse erinevate markidena, silmas pidades spetsiifilisi nõudeid selliste ehituslike ja füüsikaliste omaduste suhtes nagu viskoossus ja kõvadus või rabedus ettenähtud temperatuuril. Mõnikord modifitseeritakse bituumeneid polümeeridega, et parendada nende töökindlust kogu töötemperatuuride vahemiku ulatuses, milles asfaltsegusid kasutatakse.

Üks asfaldi füüsikaline võtmeomadus on termoplastilisus st, et ta muutub kuumutamisel pehmemaks ja vedelamaks ning tahkub taas jahtudes. Asfaldiga tehtavad sillutamisoperatsioonid viiakse tüüpiliselt läbi temperatuurivahemikus 140...160 °C.

Teine võtmeomadus on, et isegi ümbritseva keskkonna temperatuuridel, mille juures bituumen on muidu tahke, säilitab ta koormamisel mingil määral viskoossuse ja omaduse iseenesest tasavalguda (viskoelastsus). See tähendab, et asfalt suudab kohanduda aluse paigutuste ja liikluskoormusega, ilmutades vaid mikroskoopilisi ning sealjuures isesulguvaid pragusid.

Erinevate sillutamisrakenduste puhul kasutatakse erinevaid asfaltsegu vormeleid või retsepte. Need vormelid kavandatakse nii, et nad oleksid vastavuses teomaniku eesmärkidega, mis on seatud tee teenistusaja ja kulude suhtes.

Katenditarindis allpool paiknevad baassegud peavad üldiselt võimaldama rajada jäigemaid ja paksemaid katendikihte, mis toimiksid kui katendikonstruktsiooni peamine kande-element.

Pindmisi segusid kasutatakse kõige ülemiste ja õhemate kihtide tarbeks ning neid projekteerides peetakse silmas, et kate saaks vajalikud karakteristikud koostööks sõidukite rehvidega kaasa arvatud karedus ja haardumine, tasasus ning sõidukijuhhi mugavuse huvides ka madal rehvimüra.

Aluskihtide ja ülakihtide vahele tehakse keskmise paksusega siduvkihid (binderkihid), selleks et tagada tasane sõidutee pind ning kindlustada suurte liikluskoormuste ühtlane jaotumine konstruktsiooni sees.

Bituumeni ja täitematerjalide segamine leiab aset asfalditehastes. Asfalditehased on projekteeritud selleks, et kivimaterjal kuivatada, moodustada jäme- ja peentäitematerjali fraktsioonide soovitud vahekord ja seejärel segada need sideainega kontrollitava temperatuuriga keskkonnas.

Asfalt toimetatakse tehast ehitusplatsile kaetud ja soojaisolatsiooniga kallurites. Sealjuures võivad veokaugused varieeruda. Neid limiteerib vaid vajadus tagada materjali õige temperatuur töökohale jõudmisel, mis on eriti oluline, et säilitada segu tihendamiseks vajalik töödeldavus. Uued tehnoloogiad otsivad pidevalt võimalusi, et tarnimise ja paigaldamise ajapiire laiendada.

Kallurid puistavad asfaldisegu asfaldilaoturi kolusse, kust see liigub konveierit mööda laoturi tagaossa. Seal jaotatakse segu jaotusteo abil põiksuunas üle kogu masina laiuse ja ta satub laotusplaadile. Samal ajal, kui jaotustigu toimetab materjali ühtlaselt piki laotusplaati, jätkab asfaldilaotur edasilikumist, nii et laotusplaat hoiab mahapandud segukihi õige paksusega ja tasase.

Selles faasis hakkab asfaltsegu kiiresti jahtuma ning tuleb seetõttu aega viitmata tihendada nõutud tihendusastme ja tasasusega. Tihendamine toimub laoturile järgnevate rullide poolt.

3. Miks on tarvis maanteid remontida?

Teede projekteerimisel võetakse arvesse, et aja jooksul tekib seotud asfaldikihtides – eriti ülakihis – teatud hulk kuhjuvaid deformatsioone, kahjustusi ja kulumisi. Teekasutaja ohutuse huvides on seetõttu perioodiliselt vaja ülakihti parandada ja need defektid katte pinnalt kõrvaldada. Mõnikord vahetatakse remondi ajal lisaks välja siduvkiht. Üsna harva aga on vaja samaaegselt rekonstrueerida ka alumised seotud katendikihid.

Peale otsese liikluskoormuse toimivad teedele kahjulikult keskkonnamõjurid: päikese UV-kiirgus, õhuhapnik ning külm/kuum. Eriti tõsist kahjustavat efekti võib põhjustada vesi. Vee külmumine ja külmumis/sulamisprotsess kiirendab sealjuures taoliste kahjustuste levimist.

Vee põhjustatud efekte võib täheldada katendikonstruktsiooni kõikidel tasanditel. Märgadel pinnastel ja üleniiskunud sõmermaterjalil on väga vilets kandevõime. Aluse muutuv niiskusesisaldus võib põhjustada sesoonset paisumist ja kokkutõmbumist. Kõik see kokku toob kaasa pragude ja vigastuste tekkimise seotud kihtides. Sellepärast on oluline tagada adekvaatse drenaaži olemasolu ning ka selle korrashoid. Lõppkokkuvõttes võib aluskihtide drenaaži puudumine põhjustada kogu katendikonstruktsiooni kandevõime kadumist.

Kui vesi tungib seotud materjalidesse, kihtide vahele, vuukidesse või pääseb läbi pragude, siis võib see põhjustada sideaine mahakooremist kivimaterjali küljest ja viimase muutumist mitteefektiivselt seotud lihtsaks sõmermaterjaliks. Kui olukord jäetakse kontrollimata, siis võib juhtuda, et kogu katend üleüldse laguneb, eriti talvel pärast külmumisperioodi.

Aja jooksul bituumen aeglaselt vananeb, millega kaasneb terve kompleks keemilisi ja füüsikalisi protsesse kaasa arvatud kergemate õlikomponentide „äraauramine“, mis viib sideaine märgatava kõvastumiseni. Kuna sideaine muutub jäigemaks ja rohkem rabadaks, siis väheneb ka tema nake täiteainega ning segu on selletõttu rohkem vastuvõtlik kahjustustele. Väheneb ka asfaldi võime taastuda või seista vastu normaalpingetele. Kõvastumise tase varieerub olenevalt segutüübist (poorne asfalt vananeb näiteks kiiremini kui tihe asfalt) ja materjali asukohast (kas sügaval katendi sees või pinnal, kas eksponeeritud otsesele päikesevalgusele/kuumusele või rohkem leebetes tingimustes).

Ülakihid võivad kannatada kareduse kaotuse all selle läbi, et liiklus toimib poleerivalt ja pinna tekstuur „sulgub“. Kõigist katendikihtidest lähtuv deformatsioon tuleb korrigeerida ülakihi taastamisega. Samuti on tähtis hoida muutumatuna kattedihi terviklikkus takistamaks vee tungimist alumistesse kihtidesse. Seal, kus talvel kasutatakse naastrehve, tuleks regulaarselt asendada materjal, mis on katte pinnalt naastude poolt maha lihvitud.

Kliimamuutus võib mõjutada mistahes eelkirjeldatud mehhanismi, tuues tulevikus kaasa rohkem äärmuslikke tagajärgi, mis johtuvad üleujutustest, paduvihmadest või kõrgete ja madalate temperatuuride vaheldumisest.

Õigesti projekteeritud ja korras hoitud ülakihid peaksid vastu pidama 15...25 aastat. Katendi konstruktiivsed kihid projekteeritakse tavaliselt kestma 30...40 aastat. Nende seisundit tuleb regulaarselt hinnata ja kui nende kavandatud eluiga hakkab lähenema lõpule, viia läbi märkimisväärne ennetav tugevdamine või rekonstrueerimine. Võib saavutada isegi kauem kestvat vastupidavust „pikaalaste“ („*long life pavements*“) või „püsivate“ („*perpetual pavements*“ [USA]) rajamisega. Mainitud katenditüübid projekteeritakse ja hooldatakse nii, et uuendamist vajab ainult kulumiskiht.

Kuna asfaltkatendite projekteeritud ja rajatud konstruktsioonis leidub alati täiendavat paindlikkust ja kohandatavust, siis võib neid kerge vaevaga lihtsalt üle katta (ja/või laiendada), selleks et suurendada tugevust ja selle kaudu tõsta vastupanu liikluskoormusele (niihästi

liiklussageduse kui ka kaalu osas). See võib mõjutada rahastamisvõimalustega seotud ehituse ja korrashoiu strateegiat eesmärgiga pikendada katendi eluiga ja parendada tema toimimist.

4. Millised on asfaltteede remontimise võimalused ?

Sõltuvalt defektide iseloomust, mõõdust ja sügavusest, aga ka teomaniku /operaatori võimalikust eelarvest, leidub asfaldi (NB! arvestades kõiki katendimaterjali tüüpe) jaoks hulk võimalikke remondimooduseid. Olenemata sellest, kas nad võetakse ette reageerivate või ennetavate toimingutena, on nende rakendamise põhimõtted sarnased.

• Löökaugude lappimine ja täitmine – defektide väikese üldpinna korral

Löökaugud on tüüpiliselt väikese pindalaga (kuni 300 mm läbimõõdus) ja/või sügavusega (kuni 50 mm sügavad) defektid katte ülakihis pinnas, mis aga parandamata jätmise korral laienevad nii pinna suuruselt kui sügavuselt ning sageli kombineeruvad teist laadi defektidega, muutudes lausa kraavide või kaevikute sarnaseks. Löökaugude puhul on iseloomulik see, et nad tekivad aladel, kust materjal on liikluse ja/või vee toimel kadunud või hävinud või kus all-lebav konstruktsioon on nõ kokku varisenud.

Mõnikord tuleb ette, et teekasutaja ohutuse huvides täidetakse löökaugud ajutiselt, arvestades varsti saabuva efektiivse püsiremondiga. Selliste ajutiste remonttööde puhul kasutatakse asfaldisegusid, mille töödeldavus on spetsiaalselt projekteeritud kauem kestma, et neid oleks hõlpsam vormida ja tihendada. Sageli ei saavutata ajutisel remontimisel kohe täielikku tihenemist ja appi tuleb pärastise liikluse mõju. Ainult aukude ajutine täitmine ei kõrvalda aga defektide tegelikke põhjuseid, mistõttu lõpptulemuseks augud tekivad uuesti. Tihti sünnib see just nagu „päri voolu“, alates ühest olemasolevast ajutiselt täidetud august.

Aukude püsiparanduse(-lappimise) eesmärk on püsivalt taastada katendi stabiilsus ja kvaliteetne sõidetavus. Püsilappimine kujutab endast vigastatud katendi üksikute alade remonti, kuid mitte lauspikkuses ega -laiuses. Selle tehnoloogia puhul algab töö augu ümbruse materjali eemaldamisest tüüpiliselt vähemalt 150 mm laiuses ribas augu servadest või sealt, kus on leitud defektset materjali, ja nii sügavale, kuni leitakse, et allolev materjal on terve. Väljakaevatud ala servad tuleb sirgeks lõigata. Kogu purustatud ja väljakaevatud materjal tuleb eemaldada ning järelejäänud auk puhtaks pühkida ja kuivatada. Kõik kaevendi pinnad (kaasa arvatud vahekihtide lõikepinnad) tuleb kruntida kuuma bituumeni või bituumenemulsiooniga, et tagada kindel nake olemasoleva ja uue lisatava materjali vahel. Uus materjal, mis on samaväärne (või ühe nominaalsuuruse võrra peenem) võrreldes eemaldatuga, tuleb tihendada vahenditega, mis sobivad kaevendi suurusega. Pärast tihendamist peab lapi pind jääma naaberaladega samale kõrgusele.

• Ribaremont²

Ribatöötluse korral on tööoperatsioonid sarnased aukude remondiga, kuid teostatakse laiema ala ulatuses, tüüpiliselt kas rattajälgedes või nende vahel, kuid samas mitte kogu katendi laiuses nt mitmerajalise sõidutee ühel rajal (või ühe raja osal). Sellistel kattealadel esineb sageli laialt levinud pragusid ja/või ülemääraseid deformatsioone nii tee kulgemise suunas (rööbastumine) kui ka põiki sõiduteed. Vigastused seostuvad tihti dreanaažiribade paiknemisega või raske liikluse trassiga. Remonditavad alad tuleks välja kaevata ja tagasi täita, järgides samu põhimõtteid, mis löökaugude püsilappimise korral, kuid meeles pidades, et materjali vigastused võivad siin ulatuda sügavamale.

² Ribaremont („inlay“ ingl. k) nagu ka auguremont kujutab endast uue materjali paigaldamist vana katte **sisse**. (vrld „ülekatte“ = „overlay“, kus uus materjal paigaldatakse vana katte **peale**) (A.K.)

• Freesimine ja taaskatmine

Katendite puhul, mille ülakiht ja/või kogu või osa siduvkihist vajab asendamist katendi kogu laiuses, tuleb arvestada taaskatmisega. Vana katematerjali eemaldamise kõige efektiivsem meetod on freesimine. Selleks kasutatakse spetsiaalset masinaparki, mis suudab opereerida suuremal sügavusel. Samu masinaid võib muidugi kasutada ka vana katte eemaldamiseks ribaremondi korral (vt *eelmine tekstilõik –A.K.*). Väljakaevatud alad tuleb sobiva tehnikaga puhtaks pühkida ja freesitud pinnad katta bituumenipõhise krundi või õhukese kattedkihiga. Enne uue asfaldi laotamist tuleb tähistada kattest kõrgemale ulatuvad elemendid nt äärised, vahe ribad jms.

Ribaremondiks ja taaskatmiseks kasutatavad materjalid tuleks projekteerida nii, et remondiga saaks taastatud katendi esialgsed (või vähemalt nendega identsed) näitajad või neid parendada, mis võib osutuda vajalikuks, kui on esinenud muutusi liiklusvoogudes või liikluse koosseisus. Sealjuures jääb uue materjali paksus võrdseks sellega, mis sai välja freesitud.

• Ülekate

Ülekate paigaldatakse „vana“ katendi olemasolevale ülahihile juhul, kui selle terviklus on rikkumata, kuid sõidutingimuste parendamiseks või kareduse taastamiseks on tarvis profiili parandada, lisades samal ajal paksust, et pikendada katendi eluiga. Arvatakse, et ülekatted, mille paksus on alla 40 mm, ei lisa katendile struktuurilist tugevust. Ülekatmisel tuleks erilist tähelepanu pöörata uutele töökõrgustele, eriti kõrgusgabariitidele viaduktide ja portaalide all, põrkepiirete juures ning muude teepäraldiste ja drenaaži lähistel.

• Täielik rekonstrueerimine

Juhul kui on tuvastatud, et katendi teenistusaeg on otsas ning teda ei saa remontida, tuleb katend täielikult rekonstrueerida. Kindlustamaks, et uus konstruktsioon hakkab tulevikus töötama nõuetele vastavalt, tuleb uus katend, alused ja drenaaž projekteerida uusi materjale kasutades. Vanad materjalid tuleb töökohalt eemaldada, et neid taaskasutada mujal.

Remonditavate katendite koosseisus olevad vanad materjalid ning ajutiste või alaliste augu-remontide, ribaremontide, ülekatete ja rekonstrueerimise segudesse projekteeritavad uued materjalid peavad olema sobivad selleks, et tagada katendi nõutav toimimine alal, kus neid rakendatakse.

5. Kuidas asfaldi materjalina taaskasutatakse?

Asfaldi materjalid on ehitusmaterjalide hulgas peaaegu unikaalsed selles mõttes, et neid saab 100%-lt taaskasutada ning paljudel juhtudel pruukida vahetult sama rakenduse käigus või isegi samal ehitusplatsil, kust nad on üles võetud. Regeneerimise puhul võib rääkida kahest üldisest liigitusest: töökohal (*in situ*)³ toimuvad ja ehitusplatsist eemal (*ex situ*) toimuvad protsessid.

5.1 *Ex situ* e. töökohast eemal toimuvad protsessid (materjali regeneerimine).

Ex situ protsesside puhul kaevatakse asfaltmaterjalid üles teel ja veetakse (NB! veokaugus võib olla ka väike) töötavatesse allüksustesse või tehastesse, selleks et üldjuhul kasutada neid

³ „*In situ*“ (ld. k) = algsel kohal, „*ex situ*“ (ld. k) = paigast eemal, väljas. Edasises tekstis on neid väljendeid mugavuse mõttes kasutatud tõlkimata. (A.K.)

lisandina uutes (värsketes) asfaltsegudes. Üles võetud materjalid on tuntud inglisekeelsete nimetustega kui „*recycled asphalt planings*“, „*RAP (Reclaimed Asphalt Product)*“ või „*Site-won asphalt*“, ja juhul, kui neid kasutatakse lisandina uues segus – *Reclaimed Asphalt (RA)*⁴. Tehases toimuvate protsesside puhul on eriti vajalik asfaldipuru lähtematerjali hindamine, kuivõrd segu vajalike näitajate saamiseks on oluline, et asfaldipuru lisatakse uutele materjalidele õiges proportsioonis. See tähendab asfaldipurust juba sisalduva sideaine hulga ja tüübi määramist ning täitematerjali mehaaniliste omaduste kindlakstegemist. Üldiselt võib laias laastus eeldada, et teelt üles võetud materjal on teedel taaskasutamiseks sobiv.

Enamasti on tarvis tootmisprotsessis teha täiendusi kindlustamiseks, et RA lisamine on piisava kontrolli all ja lõpp-produkt saab kvaliteetne. Eriti hoolikas ja tähelepanelik peab olema juhul, kui lisatava RA määra suurendatakse. Samas võib öelda, et lisandi väikeste koguste puhul piisab, kui kontroll on üsna rutiinne. RA on tõenäoliselt niiske ja selles sisalduv algupärane sideaine võib põhjustada sõelte ummistumist, kui RA-d kuumutatakse ja potentsiaalset aurude vallandumist RA kokkupuutumisel tehase kuivati leegiga.

Kuumad *ex-situ* protsessid – külma RA lisamine portsjon-segistisse.

Kõige lihtsam on lisada külma RA vahetult loodusliku täitematerjali sideaine ja filleri algportsjonitele, kuid pärast täitematerjali. Sel juhul tuleb kompensatsiooniks ehedaid täitematerjale ülejäänud segu jaoks edasi kuumutada (ülekuumutamine e „*super-heating*“) üle kuivatamiseks tarviliku määra, enne kui lisatakse RA. Põhjus on, et korraliku segunemise tagamiseks peab ka RA olema vajalikult kuivatatud ja kuumutatud, eriti kui teda lisatakse suuremates kogustes.

Kuum trummelsegisti

Osa asfalditehaste tüüpidest kasutavad trumleid, mis toimetavad kuivatamist ja segamist eraldi töödeldavate portsjonitega võrreldes hoopis pideva protsessina. Sel juhul võib RA lisada otse trumli segamis-sektsiooni, mis on sageli varjatud või eraldatud kuivatus-sektsioonist ja leegist. Siin jällegi võib seetõttu olla vajalik kivimaterjali piisav kuumutamine, selleks et kuivatatud ja kuumutatud saaks ka RA.

Kuum topelttrummelsegisti

Mõnedes teistes tehastes võib olla kasutusel topelttrummel-süsteem, mille puhul kivimaterjal tavajuhtudel kuivatatakse sisemises trumlis. Sel ajal, kui RA segatakse välimises trumlis kuiva kivimaterjaliga ja bituumeniga, on ta allutatud sisemisest trumlist lähtuvale kiirgusküttele ja kuumadele gaasidele. On ka võimalik ja võib-olla isegi eelistatav, et RA eelkuivatatakse ja kuumutatakse eraldiasuvas RA kuivatis, enne kui ta lisatakse puhtale kiviainele ja sideainele.

On isegi võimalik ümber segada 100% ainult RA, kasutades segamisel ühtainsat teramõõtu RA lähteainet, kuid sel juhul peab hoolega silmas pidama, et oleks täpselt määratud täiendavalt lisatava sideaine ja/või lisandite vajadus tagamiseks lõpliku segu õige töödeldavus ja käitumine.

Üks esimestest kaalutlustest tagamaks asfaltsegu edukat valmistamist on kindlustada, et sideaine katab kõik kivimaterjali osakesed ühtlaselt. Selle juures on kriitiline näitaja bituumeni viskoossus. Et teha katmist hõlpsamaks, saavutatakse viskoossuse vähendamine tavaliselt sideaine temperatuuri tõstmise teel.

Selleks, et alandada üldist asfaltsegu valmistamise temperatuuri, on leitud muid tehnoloogiaid võimaldamaks segamisel bituminoosse sideaine viskoossuse vähendamist ilma temperatuuri tõstmata (soojalt segatava asfaldi [WMA] tehnoloogiad). See vähendab vastavalt vajadust kivimaterjali ülekuumutamise (*super-heating*) järele RA kasutamisel ja paljudel juhtudel soodustab ka suuremate suhteliste koguste RA pruukimist.

⁴ Eesti keeles pruugitakse mõisteid „asfaldipuru“ ja „freespuru“, mis on erialases ringis üsna üheselt arusaadavad. Edasises tõlketekstis on lihtsuse mõttes kasutatud inglisekeelseid lühendeid – vastavalt RA või RAP. Pikemalt on taaskasutamise termineid käsitletud „Tõlkija kommentaarides“ (lk 18) (A.K.)

Protsessid vahu kasutamiseks

Vahutamine saavutatakse vee ja õhu ettevaatliku lisamisega kuumale bituumenile, mis põhjustab bituumeni mahu kiire, kuid ajutise paisumise. Sellega on ühtlasi seotud sideaine kile õhemaks muutumine, mis võimaldab bituumenil katta kivimaterjali osakesi madalamatel temperatuuridel ja niiviisi ei tule neid kuumutada ega kuivatada.

Mõned vahustamistehnoloogiad kasutavad bituumeni vahustamiseks vajaliku vee saamise allikana materjali loomupärast niiskust, eriti täitematerjalide peente fraktsioonide puhul.

Protsessid emulsioonidega

Alandatud temperatuuriga segusid saab valmistada ka bituumenemulsioone kasutades. Emulsioonides on bituumen keemiliselt kapseldatud vette, mis vähendab sideaine viskoossust. Sellistes segudes on bituumeni ja vee emulsioon kauem püsiv võrreldes eelkirjeldatud bituumenivahuga, kuid selleks et bituumen kataks ja seoks kivimaterjali, tuleb komponentide vaheline side rikkuda.

Vahu- ja emulsioonitehnoloogiate puhul võib olla kasu tsemendi või mõne muu hüdraalse sideaine lisamisest, mis soodustavad varajase tugevuse tekkimist, kuna tekib keemiline reaktsioon osaga segus leiduvast veest. Sellised segud võib liigitada hübriidseteks bituumen-hüdraulseteks materjalideks.

Lisandid

Mõnedel juhtudel kasutatakse kuuma bituumeni ja/või kivimaterjalide juuresolekul vett vabastavaid lisandeid⁵ või teisi viskoossust vähendavaid aineid, põhjustades sellega asfaltsegu üldise madalama temperatuuri. Teised keemilised lisandid muudavad vastastikust külgetõmmet bituumeni ja kivimaterjali vahel ja soodustavad naket.

Ex-situ regenereerimisprotsessid pakuvad üldiselt laiemat võimalust kvaliteedi kontrolliks, kuna need enamatel juhtudel leiavad tõenäoliselt aset püsiva asukohaga tehastes, kus toodangu kontrollisüsteem on juba paigas ja võimaldab rutiinselt jälgida näiteks RA purustamist ja sõelumist, RA lähteaine hindamist ning tehase väljundite uurimist.

5.2 In situ e. töökohal toimuvad protsessid (teede regenereerimine/taastamine).

Lisaks olemasolevatelt teedelt pärit materjali taaskasutamisele uue materjalina võib ka teed ennast regenereerida nõ „koha peal“ (*in situ*). See vähendab vajadust toimetada materjale ehitusplatsilt kuhugi mujale, et neid seal kasutada uue asfaltsegu valmistamiseks. Võit on siin veomahtude vähenemises ning järelkult ka transpordiga seotud emissioonide vähenemises. Koha peal regenereerimiseks leidub hulk võimalikke lahendusi niihästi kuumade kui ka alandatud temperatuuriga tehnoloogiate näol.

Taassillutamine („Repave“)

Seda tüüpi protsesse iseloomustab katte pinna vahetu kuumutamine ja kobestamine umbes 20...30 mm sügavuselt. Saadud õhuke kiht profileeritakse seejärel ümber ja kogu lahtine materjal (välja arvatud see osa, mis on vajalik lõpliku projektjoone ja kõrguse saavutamiseks) eemaldatakse. Värske asfaltsegu laotatakse kobestatud kihi peale ja kihid rullitakse kokku. Protsess vajab kõrgelt spetsialiseeritud ja tüüpiliselt arvestatava laiusega masinat, mis võib

⁵ Palju üksikasju lisandite kasutamise kohta leidub juba varem tõlgitud materjalides „Soojalt segatud asfaldi (WMA) kasutamine“ (EAPA arvamuse raport) ja „Soojalt segatud asfalt. Nipid ja näpunäited asjatundjalt asjatundjale“ (DAV), mis asuvad ESTAL veebilehel. (A.K.)

kitsendada alade valikut, kus teda on võimalik kasutada. Tulemuseks on uus sõidutee pind, mis asendab senise mittesoovitava tekstuuriga või kadunud karedusega pinna. Taassillutamise puhul eeldatakse aga, et olemasoleva ülakihi materjal iseenesest on heas seisus.

Ümbersegamine (“Remix”)

Ümbersegamise protsess on paljuski sarnane eelmisele. Erinevus on selles, et pärast kuumutamist ja kobestamist saadud materjali ei kõrvaldata, vaid segatakse sobiva koguse värskete materjalidega sellesamas tööd tegevas masinas. Niiviisi saadud uuesti segatud asfaltsegu laotatakse sama masina poolt otse kuumale kobestatud pinnale. Uus materjal, mida segatakse teelt kogutud olemasoleva materjaliga, projekteeritakse nii, et resultant-segu oleks sobiv ehitusplatsi tingimustega ja kooskõlas vastava tehnilise spetsifikatsiooniga.

Süvasegamine (“Retread”)

Süvasegamine on külm tehnoloogia, mille puhul toimub vana katendi töötlemine sügavamalt kui eelmiste protsesside korral. Tüüpiliselt on see umbes 75 mm. Kõigepealt kobestatakse katend külmalt. Saadud materjal homogeniseeritakse värsket kivimaterjali ja/või sideainega ikka sellesamas töötavas masinas, enne kui see täies sügavuses tagasi laotatakse. Kuna tegemist on külma protsessiga võib vajalikuks osutuda värskendava bituumeni (*rejuvenator*) või emulsiooni lisamine, selleks et parandada suhteliselt paksu kihi töödeldavust enne rullimist. Tõenäoliselt on süvasegamine sobiv tehnoloogia eeskätt alus- või siduvkihtide regenereerimiseks, enne kui need kaetakse uue ülakihiga. Kui tehniline spetsifikatsioon ja olemasoleva katte karakteristikud seda lubavad, võib mõnel juhul süvasegamise teha ülakihile ja siduvkihile koos.

Vahu- ja emulsiooniprotsessid töökohal/täies sügavuses regenereerimine

Mainitud tehnoloogiatega rekonstrueeritakse kogu tee või selle osad 150...350 mm sügavuses. Tegemist on siin olemasoleva materjali segamisega kohapeal uue sideainega, et formeerida ühtlane ja tugevdatud konstruktsioon.

Pärast esialgset nõutava sügavuseni peenestamist järelejäänud pind korrastatakse ja tihendatakse. Enne kui kasutusse mineva olemasoleva materjali kogus värskendatakse emulsiooni või vahtbituumeniga, eemaldatakse kõik muud ülearused materjalid. Sageli lisatakse hüdrauliseid sideaineid, saades nii hüdraulise⁶ seotud või tsemendiga⁷ seotud segud. Tulemuseks on 100%-lt kasutatud RA täitematerjal, mis on sarnane *ex situ* hübriidmaterjalidega. Sealjuures võib olla vajalik muuta katendi projektlahendust, eriti kui on oodata raske liikluse osakaalu kasvu.

Kogu protsessi jooksul ei eemaldata käideldavaid materjale ehitusplatsilt ning katendi alust ei avata, mistõttu väheneb risk, et põhjas võiks tekkida pehmeid kohti.

Pärast ümbersegamise lõpetamist tihendatakse materjal uuesti ja antakse pinnale teehöõvliga sobiv profiil ja kõrgus. Lõpuks krunditakse uue kihi pind sageli bituumen-emulsiooniga ja kaetakse sõelmetega. Selle järel võidakse vajaduse korral ajutiselt avada liiklus. Ülakiht laotatakse olenevalt projektlahendusest ja vastavalt ehitusplatsi tingimustele.

Põhiline eeldus *in situ* tehnoloogia sobivuse määramisel on asjaolu, et kuna teelt saadud materjalid on kord juba leitud sobivaks katendi konstrueerimisel, siis on tõenäoline, et nende mehaanilises toimimises võib olla vaid väikesi muudatusi ja neid võib jätkuvalt kasutada samal teel.

In situ protsessid on üldiselt omal kohal taaskatmise korral, kui ole vaja teha konstruktsioonilisi muudatusi, nagu on näiteks vajadus teed ümber profileerida või ümber kujundada või muuta katte pinna karakteristikuid (kombinatsioonis koos uue ülakihi materjalidega) ja seal, kus

⁶ *Hydraulically Bound mixes (HBM)* – ingl. k (A.K.)

⁷ *Cement Bound mixes (CBM)* – ingl. k (A.K.)

olemasolev alus on usaldusväärne ja stabiilne. Täies sügavuses toimuv regenereerimine on seotud katendi konstruktsiooni muutmisega ja ühtlasi võimaldab ka tugevdamist.

Külmi *in situ* protsesse tuleks eriti eelistada juhtudel, kui olemasoleva katendi materjalid on kas kindlasti või oletatavasti saastatud nt teetõrvaga või muude mineraalide ja kemikaalidega ning seetõttu kuuma *in situ* tehnoloogia kasutamist takistavad otsene reostamisohu, keskkonna-seadustik ja praktilised piirangud.

6. Sama hea kui uus

Fundamentaalne nõudmine asfaltkatendite materjalide tootmise juures – kaasa arvatud RAP sisaldavad materjalid ja teede endi mistahes tehnoloogiaga regenereerimine – on see, et resultantmaterjalid või tee omaksid samu või paremaid näitajaid, võrreldes esialgse asfaldi ja olemasolevate teedega. Regenereeritud asfaldi võib ja peaks jätkuvalt ning sealjuures kasvavates mahtudes taaskasutama kõigepealt sama toote, materjali või lahendusena. Alles järgmine samm oleks pruukida teda kui uue asfaldi lisandit. Omakorda tuleks viimast võimalust (st lisandina) kindlasti rohkem eelistada võrreldes töötlemisega vaid täitematerjaliks või hoopis teiseks ehitusmaterjaliks (olguigi, et lõpuks pärast mitmekordset kasutamist ja mitmeid regenereerimis-faase, see võib osutuda ainsaks sobivaks võimaluseks. Ideaalses maailmas leiaks RA väärtustatud (*up-cycled*) kasutamist, st kõrgema väärtusega või paremate toimimisnäitajatega materjalina.

On väga ebatõenäoline, et RA täiteaineid kuidagi mõjustaks vananemine nende regenereerimis-protsessi käigus või ettevalmistamisel. Kui materjal on teekonstruktsioonis enne rahuldavalt toiminud, siis on täiesti usutav, et see jääb rahuldavasse konditsiooni ka pärast regenereerimisega seotud tööprotsessi.

Igatahes tuleb rohkem tähelepanu pöörata RA-s sisalduvale sideainele, alates sellest, et vananemisel muutuvad kõvadus (penetratsioon) ja viskoossus ning lõpetades nõ „musta“ kivimaterjali mahuosaga uues segus. Seda on eriti tähtis silmas pidada, kui regenereerimisel lisatakse suuri RA koguseid ja/või segamine toimub alandatud temperatuuril. Madalamal temperatuuril võib sideaine olla inaktiivne võrreldes pehmenemise efektidega kuuma regenereerimise protsessi ajal. Võib ilmned, et RA segamise ajal käitub lihtsalt kui „must kivi“, kuid samas ikkagi säilitab lõppsegus termoplastilised ja viskoelastsed omadused.

Asfalditootjate jaoks on suure tähtsusega mõista just selle konkreetse RA loomust, mida parajasti kavatsetakse taaskasutada. Siin on oluline roll ka teomanikel ja tellijatel, kes peaksid oma teedevõrgu täpselt inventariseerima teadmaks, kus ja milliseid materjale on kasutatud ja millal need on paigaldatud. Taoline informatsioon võib pealegi aidata identifitseerida katendis leiduvaid „jäänukmaterjale“⁸, kuid on abiks ka tehnohoiu kulutustega seotud õigete otsuste tegemisel.

7. Kuidas on asfaldi regenereerimine tagatud Euroopa standarditega?

Nagu juba eespool selgitatud, on asfalt 100%-lt taaskasutatav uue asfaldina. Sel põhjusel oleks õige, et asfaltmaterjalid, mida kavatsetakse taaskasutada paljudel eespool kirjeldatud meetoditel oleks klassifitseeritud Euroopa Standardis. Nii saab neid lülitada materjalide sekka, mis on spetsifitseeritud teiste Euroopa Standarditega. RA jaoks on see standard osa eksisteerivast Euroopa Asfaldistandardite perekonnast ja nimelt EN 13108-8.

⁸ Mõeldud on ümbertöötlemise juures ebasoovitavaid lisandeid nagu kivisöetõrv jms. (A.K.)

EN 13108-8 nõuab tootjatelt, et RA materjalide käsitlemisel nende lülitamiseks teiste EN 13108 aluste materjalide hulka, tuleb hinnata materjalide sobivust lähteainena asfalditehase jaoks. See hinnang hõlmab teramõõtu, terakuju, teramõõdu jagunemist, täiteaine tüüpi, sideaine sisaldust ja marki. Kuna RA-s leidub tihti sellesse segunenud muid konstruktsiooni osakesi ja purustamise jäätmeid, on tarvis määrata taoliste materjalidega (nt bituumendamata kiviaine, pinnased, betoon, keraamika, plastikud puit jne) risustamise määr. EN 13108-8 toodud kvaliteedi kontrolli piirangud määratlevad, millised ja millises koguses leiduvad „reostajad“ tuleb lähteainest eraldada, selleks et tagada parim ühtesobivus uue asfaldiga. Ideaalis peaksid saama eemaldatud muidugi kõik risustavad ained, enne kui hinnatakse materjali sobivust RA-na.

Kõigis EN 13108 standardites on seatud tingimus, et tuleb tagada kõigi toodetud materjalide (kaasa arvatud RA EN 13108-8 järgi) asjakohane kvaliteet ja toimimistase. RA-s sisalduv täitematerjal peab ühilduma täitematerjalide standardiga EN 13043 ja bituumen (üldiselt) standardiga EN 12591. See on iseäranis tähtis juhul, kui asfaldi kavatsetakse kasutada katendi ülakihis, kus täitematerjali omadused nagu AAV ja PSV⁹ on olulised ohutuse seisukohast. Sel põhjusel on praegu üldiselt lubatud lisada alus- ja siduvkihi materjalidele suurem kogus RA-d (tüüpiliselt 30%) kui ülakihi materjalidele (tüüpiliselt 10%). Praktikas on paljude rakenduste puhul neid protsendimäärasid ületatud ja nad jätkavad tõusmist, kuna pidevalt areneb edasi segamise tehnoloogia ning tellijad on tõhustanud RA lähteaine kontrolli ja andmete registreerimist.

EN 13108 perekonna standardites on toodud spetsiifilised protseduurid, kuidas kalkuleerida värske sideaine hulka ja marki, mis on nõutav saavutamaks uue asfaldisegu korrektset sideaine sisaldust ja marki juhul, kui sellele lisatakse tuntud allikatest pärit RA-d. Lihtsate segamisprogrammide abil saab kalkuleerida ka lisatava täiteaine nõutavat lõplikku kogust. RA-d sisaldava asfaldisegu näitajatele tuleks teha ka tüübikatsetus vastavalt EN 13108-20. Täiendavad nõudmised segude ja lähteainete toodangukontrolli kohta tehases võib leida EN 13108-21.

On terve rida asfaldi regenereerimisega seotud praktilisi teemasid, mis sageli puudutavad RA-s sisalduvaid sideaineid:

- **Sideaine muutlikkus regenereeritud asfaldis** – mida üldiselt saab suunata RA lähteaine homogeniseerimisega (kas sõelutud mõõdudes või RA lähteaine tervikuna)
- **Kõvadus ja regenereeritud sideaine aktiveerimise tase**, e teiste sõnadega, kui palju vana sideainet osaleb uues segus, välja arvatud see, mis kujutab endast nõ „musta kivi“. Madalamate temperatuuride korral on vana sideaine osalemine üldiselt väike või puudub, kuid iseäranis kuuma asfaldi puhul saab suur protsent vanast sideainest reaktiveeritud ja hakkab toimima uuena, olenevalt sideaine vananemise tasemest. Sideaine aktiveerumine on eriti tähtis uute segude töödeldavuse tagamisel, kuid ka sideaine mahuosa peab toimimise huvides olema hoolikalt arvesse võetud.
- **Vanemisprotsessi kompenseerimine segule lisatava puhta sideaine projekteerimisega.** Kui kogu vananenud sideaine arvatakse olevat aktiivne, siis võib eesmärgiks oleva sideaine hulga ja margi sageli kätte saada lihtsalt lisades segamisel pehmemat uut bituumenit. Mõnedel juhtudel saab RA-s sisalduvat vananenud sideainet „noorendada“ teiste õlidega ja lisanditega, kui ollakse kindel, et neil on sobiv viskoossus segamiseks ja tihendamiseks, niisama hästi kui ka võime tagada asfaldi sobivat toimimist.

⁹ AAV (*Aggregate Abrasion Value* ingl. k) – Kulumiskindlus. Iseloomustab konkreetse täitematerjali kulumist aja jooksul (terakoostise muutumine ja massikadu). (A.K.)

PSV (*Polished Stone Value* ingl. k) – Poleeritavus. Iseloomustab konkreetse täitematerjali pinna (NB! mitte tee pinna!) kulumiskindlust (A.K.)

- **Mistahes polümeer-modifikaatorite regenereeritavus.** Suuremat osa üldiselt kasutatavatest modifikaatoritest nagu näiteks mitteristseosega SBS ja EVA¹⁰ saab kergesti regenereerida, kuna olles termoplastikud, sulavad nad kuumutamisel isegi pärast vananemist. Kuigi polümeeride tehniline väärtus võib olla vähenenud, võivad nad lisada olulist kasulikku efekti asfaldi toimimisele. Sellepärast tuleb polümeeride sisaldumine RA-s üleüldisel segu projekteerimisel hoolikalt arvesse võtta.

- **Jäänukmaterjale sisaldava asfaldi regenereeritavus.** Mõeldud on näiteks kivisöetõrva või asbesti sisaldavat asfaldi. Kuigi selliseid tooteid enam ei kasutata, võib neid siiski ette tulla vanades teekatendites. Nende regenereerimine nõuab algusest lõpuni eriti suurt tähelepanu, kaasates identifitseerimise ja hindamise, ülesvõtmise, transpordi, ladustamise ja segamise. Paljudel juhtudel võib soovitada, et sellised produktid jäetaks pigem maasse, kuivõrd üritades taaskasutada, toob nende häirimine tõenäoliselt kaasa rohkesti praktilisi probleeme. Kui neid tingimata soovitakse taaskasutada, siis tüüpiliselt võib arvesse tulla ainult külmtaastamine (*in-situ* ja/või *ex-situ*), et minimeerida mistahes päästude eraldumist. Kummipuru sisaldava asfaldi puhul tuleb samuti olla eriti tähelepanelik, sest vähendamaks viskoossust segamise ajal võib tekkida soov segu täiendavalt kuumutada, mis võib põhjustada potentsiaalselt ohtlike aurude tekkimist ja levikut. Teomanikel lasub lausa fundamentaalne kohustus kindlaks teha ja identifitseerida potentsiaalsete saasteainete olemasolu teekatendites, mida nad peavad korras hoidma. Sellest järeldub ka, et neil on juhtiv roll kindlustada, et sellised heitmed ei satuks regenereerimistsükklisse.

Regenereerimisega seotud operatsioonide suhtes, mis toimuvad asfalditehases, võib alati tulla täiendavaid keskkonnakaitse nõudeid. Vastutavad tootjad peavad olema nende probleemidega kursis ja tegutsema neid arvestades.

8. Asfaldi ei tohiks iial raisata lihtsalt prügilasse viies.

Nagu juba näha võis, on üldiste asfaldioperatsioonide juures regenereeritud asfaldil oluline väärtus ja, kus vähegi võimalik, tuleb see väärtus maksimeerida. Kui siiski esinevad kõikvõimalikud muud hädad ja puudub põhjendatud võimalus asfaldi asfaldiks tagasi regenereerida, pole ikkagi veel kõik kadunud! Alati on võimalik kasutada ülesvõetud asfaldi teistes insenerlikes rakendustes. See on nn alakasutamine („*downcycling*“ ingl. k)¹¹, kuna asendatav materjal ei lähe tagasi oma originaalülesannetesse, vaid alternatiivsetesse vähem nõudlikesse rakendustesse. [Mõned inimesed arvavad muide, et katendi ülakihi regenereerimisel saadud asfaldimurru – eriti, kui see sisaldab kõrgelt spetsifitseeritud täiteaineid – kasutamine siduvkihi või aluskihi rakendustes on samuti alakasutamine.]

Kuivõrd asfaldimurd on täitematerjali-põhine toode ja klassifitseeritud EN 13108-8 järgi, siis võib teda arvestada kui taaskasutatavat materjali teistes konstruktsioonilahendustes (koos edasise töötlemisega või ilma selleta). Need lahendused on näiteks täiteainena raudtee ballasti hulgas (EN 13450) ja kattedekivina (*armourstone*) tugiseinte rajamiseks (EN 13450), kuid kõige sagedamini täiteainena mittesidusate segude jaoks (EN 13242) nagu katendi aluse aluskiht, täitematerjalid tsiviilehitustöödel või kui mittesidusa seguna iseenesest (EN 13285). Kui asfaldimurdu või -puru kasutatakse teistes materjalides, siis kehtivad selle kohta loomulikult kvaliteedi limiidid ja nõudmised (eriti säilinud bituumenisisalduse suhtes) vastavate sihtmaterjalide spetsifikatsioonides. Asfaldimurdu võib pruukida isegi kui täiteainet betooni jaoks

¹⁰ Mitteristseosega kopolümeerid: SBS – stüreen-butadieen-stüreen ; EVA - etüleen- ja metüülakrülaad (A.K.)

¹¹ „*downcycling*“ – jääkmaterjalide, nagu seda on ka asfaldimurd või freespuru, konverteerimine (kasutamine) protsessidesse või toodeteks, kus nende potentsiaalset kvaliteeti ei kasutata täiel määral ära; vastand oleks „*upcycling*“ - konverteerimine uuteks materjalideks, mille kvaliteet on kõrgem või nende kasutuskoht on suurema väärtusega kui senine. (A.K.)

(EN 12620), kuid on selge, et sealjuures ei kasutata ära murrus sisalduva bituumeni loomulikku väärtust.

Freesimisel saadud asfaldipuru kasutatakse ka nt sõmer-täiteainena kõnniteede rajamisel, kus see sooja ilmaga liitub ja muutub sidusaks, nii et tulemust võib käsitleda kui sillutist. Sellise lahenduse kohta võib samuti kasutada määrangut alakasutamine, sest täitematerjali ja sideaine potentsiaali ei kasutata täielikult ära.

9. Teha, et see püsiks nii kaua kui võimalik (Elukaar ja vastupidavus) !

Parim strateegia asfaltteede majandamiseks on lihtsalt pikendada nende eluiga, säilitades asfaldi teel nii kaua kui võimalik ja vähendades sellega vajadust teda täielikult eemaldada või regenereerida. Katendi säilitamise või põhivarade haldamise strateegia, mis hõlmab lihtsa, õigeaegse ja kuluefektiivse pinnatöötuse¹², et hoida ja säilitada asfaldi terviklust, enne kui hiljem teha kulukaid parandusi või ümberehitusi, muudab majandamise mõttekaks. Kui tee on õigesti projekteeritud, ehitatud ja korras hoitud, ning kestab seetõttu kaks korda kauem, siis on säästetud 100% uusi materjale, mida oleks vaja olnud tee rekonstrueerimiseks.

Eksisteerib mitmeid erinevaid ennetavaid (st mitte-ehituslikke) asfaltteede tehnoloogiaid, millest mõned on järgnevalt ära toodud.

Ennetavad ülepritsimised

Bituumeni pindmine oksüdeerumine on asfaldi seisundi halvenemise juures üks võtmetegur – oksüdeerunud bituumen on rabedam ja rohkem vastuvõtlik väsimuskahjustustele, seda eriti juhul, kui teel on suur liikluskoormus. Asfaldi ennetavad töötlemised pihustatud bituminoosse materjaliga (emulsiooniga), mis absorbeerub mõne millimeetri sügavuselt, tihendavad uuesti asfaldi pinda. Nii on takistatud ja vähendatud bituumenist lenduvate osiste arenev oksüdatsioon ja loodud teatud kaitsemembraan edasiste keskkonnamõjude vastu. Et asi oleks täielikult efektiivne, soovitatakse pihustamisoperatsiooni sagedasti uuesti teostada – tüüpiliselt nii kohe kui võimalik pärast esialgset asfaldi laotamist (või vähemalt kuni materjal on veel heas seisundis) ning edaspidi iga 5..7 aasta järel. Mõned pihustatavad materjalid nõuavad sealjuures väga peene kivimaterjali kasutamist, selleks et taastada pinnakaredust.

Pindamine

Pindamine on juba kaua aega tagasi kasutusele võetud maanteede tehnoloogia. Lühidalt kirjeldatuna hõlmab see bituminoosse emulsioon-sideaine pritsimist olemasolevale teekattele, millele vahetult järgneb peene kivimaterjali ühtlane puistamine et see sideaine katta. Pindamine taotleb katte pinna tihendamist vee sissetungimise vastu, peatab pinna ja selle all lebava katendikonstruktsiooni kahjustamise ja taastab katte pinna tarviliku kareduse.

Mössiga (*slurry seal*) pinnatöötused ja mikro-pinnatöötused¹³.

¹² Pinnatöötuse (*surface treatment* ingl. k) all mõeldakse siin kõiki tehnoloogiaid katte pinna tugevdamiseks ja selle nõutavate näitajate säilitamiseks, sh ka pindamist. (A.K.)

¹³ Põhiline erinevus kirjeldatud lahenduste vahel seisab selles, et mössiga tehtud töötlustes kasutatakse standardset bituumenemulsiooni, mis vajab vee väljauramiseks ja lagunemiseks mitu tundi. Mikrotöötlustes kasutatakse polümeer-modifitseeritud bituumenemulsiooni, mis niiskuse väljatõrjumiseks tekitab keemilise reaktsiooni ja tänu sellele laguneb vähem kui tunni jooksul. See lubab mikrotöötluste puhul liikluse kiiresti avada. Mössiga töötlust rakendatakse tüüpiliselt elutänavatel ja parklates, samas mikrotöötlus on rakendatav kõigil teedel sh magistraalteedel. (A.K.)

Need materjalid kujutavad endast külmi õhukesi kattekihte, mis koosnevad bituumenemulsioonist ja peenterisest kivimaterjalist koos filleriga.

Mössiga pinnatöötlus on tavaliselt ühekordne (e ühekihiline) kattelahendus, mis realiseeritakse mehaaniliselt või käsitsi, kusjuures kuivanud kihi paksus on kuni 6 mm. Mössiga tehtud pinnatöötlus on enamasti sobiv vaid väga kerge liikluskoormusega aladele nagu kõnniteed ja jalgrattateed ja õhukesed linnateede katted, kus on suhteliselt väike kaubaliiklus (< 250 sõidukit/ööp.)

Mikro-pinnatöötlus sisaldab polümeer-modifitseeritud bituumenemulsiooni, olles sageli kahekordne (e kahekihiline) kattelahendus. Sellist materjali võib laotada mehaaniliselt või käsitsi. Kattekihi lõplik paksus pärast kuivamist on maksimaalselt 15 mm. Kirjeldatud materjalidele viidatakse tavaliselt kui mikroasfaltidele. Mõned mikroasfaldid võivad olla projekteeritud märksa suuremate liiklussageduste tarvis kui need, mille jaoks sobib mössiga pinnatöötlus.

Õhukesed asfaltkatted

Lisaks sellele, et õhukesed asfalt-ülekatted on tegelikult üldisemad konstruktsioonilahendused, võib neid vaadelda ka kui katte ennetavat töötlemist. Kui ülekatted tehakse vähem kui 40 mm paksused, siis ei oodata, et nad annaksid erilist lisatugevust katendi konstruktsioonile. Kindlasti avarduvad aga võimalused laiemate katendipindade tasasuse parendamiseks ja nende profiili uuendamiseks.

Säilitavaid ja kaitsvaid pinnatöötusi tehakse üldiselt nii õhukeste kihtidena kui võimalik, et tõsta kuluefektiivsust ja vähendada vajadust töökõrguste reguleerimise järele näiteks äravoolunõvade, drenaaži ja kommunikatsioonide kontrollkaante, äärekivide, pörkepiirete ja teiste teepäraldiste juures, ning mitte vähendada nõ pearuumi viaduktide, ülekäikude, kaablite jne all.

Hoolimata ennetavate töötluste efektiivsusest ja plaanipärasest tehnohoiust on kõigil asfaltkatenditel oma lõplik eluiga, ja tee elukaare pikendamiseks kaugemas perspektiivis tuleb paralleelselt arvesse võtta ka progressiivse konstruktsioonilise taastamise programm. See võib haarata tee laiendamist ja drenaažitöid ning katendi osalist rekonstrueerimist ja paksendamist, kui seda nõuavad kasvav liiklus ja/või ilmatingimused. On ka võimalik olemasolevate ülakihtide toimimist kohandada ja parendada selle läbi, et muutunud nõuete rahuldamiseks uus segu projekteeritakse eriti hoolikalt. Seejuures võib asfaldi taastamisprotsesside õige valik samuti kaasa aidata.

Igatahes võivad paksud asfaltkatendid mõnel juhul jõuda struktuurse tasakaalu staatusse, millest edasi võib märgata, et nende lagunemine justkui peatub – need katendid on tuntud kui püsivad („*perpetual*“) või pikaealised („*long-life*“) katendid. Sellisel juhul võib aluse ja muldkeha määramatu pikkusega elukestvuse kaitsmiseks osutada piisavaks vaid katendi ülemiste kihtide (siduvkiht ja ülakiht) tehnohoid või toimimise parendamine, eeldades et nõuetekohane drenaaž jne on juba olemas ja töötab.

10. Taaskasutamine võimaldab vähendada kahjulike süsinikühendite heitmeid.

Asfaldi taaskasutamise eeliseks on jäätmete otsene vähendamine. Lisaks sellele peab arvestama ka kasulikku efekti, mis tõuseb emissioonide (või „süsiniku jalajälje“) vähenemisest. Seda võib saavutada tootmistsükli eri osade ning segu paigaldamise protsesside ja tehnoloogiate optimeerimisega.

Otsesed emissioonid - Potentsiaalne võimalus vähendada otseseid põleti-emissioone on rakendada regenereeritud asfaldi kasutamise korral alandatud temperatuuriga tehnoloogiaid, võrreldes kuumsegamise protsessiga. Täni saadud kogemused ja tehtud prognoosid viitavad sellele, et võrreldes tavaolukorraga jääb siis emissioonide hulk 30...50% piiridesse.

Süsinikuühendid toormaterjalides – On võimalik hoida regenereerimisega alles kogu toormaterjalidesse (kivimaterjal ja sideaine) kätkevad süsinik. See moodustab ligikaudu 40% üldisest süsinikukogusest uues asfaldis, nii et RA 10% lisamine võib säästa 4%, aga 50% RA kogus hoiaks alles juba 20% kätkevad süsinikust.

Transport – kohapealt üles võetud asfaldi regenereerimine vabastab meid emissioonidest, mis lähtuksid nõ imporditud lähtematerjalide vedudest.

Transport – *In situ* regenereerimine hoiab ära märkimisväärse osa ka üleüldistest transpordiga seotud emissioonidest.

Tee kasutamine – taastatud tasane ja sile teekate võib sõitmisel vähendada veeretakistust, mille kaudu suurendab mootorikütuse kokkuhoidu ja vähendab liiklusest lähtuvaid süsinikuühendite emissioone. Veeretakistuse kõigest 2% vähenemine ja sellega kaasnev kütusesääst võiks olla vastav asfaldist katendikonstruktsioonis kätkevad kogu süsiniku hulga.

11. Asfalt ja selle regenereerimine ei kahjusta keskkonda

Mitmetes Euroopa maades on kehtestatud eeskirjad, mis käsitlevad ohtlike ainete vallandumise taset pinnavette või atmosfääri. Sidusaid asfaltsegusid on testitud kui monoliitseid struktuure ja sealjuures tuvastatud, et nad ei lase oma struktuuri koosseisust aineid välja leotada. Tegelikuses kasutatakse asfalti näiteks prügilate vooderdamiseks, et tõkestada võimalikku lekkimist. Bituumenist veekindlaid täiteid ja vahekihte kasutatakse reservuaaride voodrina ja tammide jaoks, samuti ka torustike ühendustes otseses kontaktis joogiveega.

Asfaldi valmistamise juures kaasatud tööstuslikud tootmisprotsessid on üle-Euroopaliselt samuti tihedalt reguleeritud, et takistada kütuste põlemisest ja kuumadest materjalidest lähtuvate aurude näol esinevaid ülemääraseid heitmeid keskkonda. Sarnaselt on oma koht ka kutsealase saaste piirnormidel (piirlimiitidel), et kaitsta otseste töötajate kui ka teiste inimeste tervist, kes tootmisrajatistes toimuvate ja laotamisoperatsioonidega lähedalt kokku puutuvad.

Asfaldi taaskasutamine mistahes vahenditega on selgelt üks jäätmemajanduse korraldusega seotud säästlik lähenemisviis, mis aga siiski tuleb realiseerida vastutustundlikult ja erilise respektiga keskkonna suhtes, kus see toime pannakse. Tõrvsideainete jäänuukite sisaldumine olemasolevates teekatendites nõuab erilist tähelepanu ja hoolt. Kuni 1980-te teise pooleni kasutati kivisöetõrva asfaltsegudes sideainena, kuni tehti kindlaks, et kivisöetõrv sisaldab potentsiaalseid kartsinogeene PAH¹⁴ kujul. Kuni nad on katendis külmas ja tahkes seisundis, ei kujuta need ühendid ohtu inimtervisele või keskkonnale. Kuumutamisel aga võivad mainitud PAH saada uuesti aktiveeritud ja „lahti päästetud“ koos kaasnevate keskkonna- ja terviseriskidega. Sellepärast tuleb kivisöetõrva sisaldavate materjalidega ettevaatlikult ümber käia ning tagada, et nad juhuslikult ei satuks „kuumtaastamise tsükli“.

Siiski on asfaldil täita teatud osa teekatendites leiduvate kivisöetõrva jäänuukite käitlemisel. Asfalti võib nimelt edukalt kasutada selleks, et siduda tõrvaga saastatud materjale, mis on üles võetud vanadest teekatetest viimaste tehnoloogia käigus. Kuid on väga oluline, et säärane „kapseldamine“ pandaks toime just külmtaastamise tehnoloogiaid kasutades. Tüüpiliselt tuleks

¹⁴ PAH (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons ingl. k) – polüaromaatsed süsivesinikud (A.K.)

pruukida vahtbituumeni või bituumenemulsioonidega seotud tehnoloogiaid kas siis *in-situ* või *ex-situ* protsessina. Nagu eespool märgitud, olles seotud asfaltsegudesse, on tõrvade puhul nende potentsiaalse lekkimise risk minimaalne.

12. Kasutagem võimalikult paremini seda, mis meil juba olemas on. Pikaajaline põhivarade säästmise strateegia.

Kõigi Euroopa maade valitsused ja teedeorganid on investeerinud maanteevõrkude ehitusse ja jätkavad investeringuid teede tehnohoidu. Sageli on maanteevõrk väärtuslikem rahvuslik põhivara ja sellest tagastub majandustegevuse käigus mitu korda rohkem, kui on kulutatud teedeehituseks ja -tehnohoiduks. Sellepärast ei peida iga asfalditonn endas ainult kulutatud raha, vaid omab suurt majanduslikku väärtust kaupade ja teenuste efektiivse transpordi võimaldamisel nõ „lävelt lävele“, mida kaasaegne ühiskond ju nõuab. Seda investeringute kulu ja teedematerjalide sisulist väärtust tuleb kaitsta ja – kui võimalik – siis veelgi võimendada. Asfaldi taaskasutamine on üks võimalus aja jooksul tehtud investeringute tasa tegemiseks.

Plaanipärane tehnopoliitika, mis toetab ca 3% teedevõrgu põhivarade progressiivset struktuurilist uuendamist aastas – aluseks on siin võetud katendi 40-aastane projekteeritud elukaar – tagab teedevõrgu pika-ajalise jätkusuutlikkuse. Mõned maad investeerivad teedevõrgu tehnohoidu vähem kui 1% selle põhifondide väärtusest, kuid see võib lõppkokkuvõttes vaid devalveerida fondide endi väärtust pikas perspektiivis ja põhjustada suuremate kulutuste tegemist rekonstrueerimiseks tulevikus.

Asfaldi tootmise protsess hõlmab kütuste traditsiooniliselt kõrge temperatuuriga põletamise koos kaasnevate süsinikühendite emissioonidega. Uued ja parendatud tootmistehnoloogiad võivad põlemisprotsessi muuta efektiivsemaks, vähendades sellega emissioone. Samal ajal võib materjalide tehnoloogia ja projekteerimine vähendada üldist vajadust kõrge temperatuuri järele protsessi käigus, kuid ka emissioonide hulka.

Tee konstruktsiooni sees varem olemas olnud asfaltmaterjale võib vaadelda kui juba endasse süsinikku kätkenuid. Võimalike tulevaste emissioonide vähendamiseks säilitab taaskasutamine kord juba põletatud süsinikku.

13. Järeldused.

Asfaldi ja asfaltteede hästitunnustatud eeliseid saab reprodutseerida, ikka ja jälle regenereerides ja taaskasutades seda tähtsat ehitusmaterjali. Asfaltmaterjal on unikaalne oma 100%-lt iseendaks regenereeritavuse poolest. Koos jätkuvalt arenevate ja innovatiivsete tehnoloogiatega, suureneb järjest ka taaskasutamise võimaluste ring.

Oma regenereeritavuse tõttu on asfalttee väärtuslik põhivara ja kindel investering tulevastele põlvetele. Asfaldi taaskasutamine on ökonoomne, läbiproovitud ja edukas tehnoloogia, usaldusväärne keskkonna seisukohalt ning aitab alal hoida looduslikke ressursse.

Regenereeritud asfaldi kasutamise optimeerimine ja maksimeerimine ning mõte seda rakendada 21. sajandi teede tarbeks ja edaspidigi on selgelt jätkusuutlik.

Eestindanud Aleksander Kaldas

Detsember, 2014

Tõlkija kommentaarid

1. Üldist

Kõigepealt kordan seda, mida olen märkinud mõne eelmise arvamusearvamusraporti tõlke juures. Need dokumendid on mõeldud küll asjaosalistele nõ „siseringis“, kuid samahästi – võib-olla rohkemgi – suunatud väljapoole. (a) kõrvalseisjale arusaadavaks tegemiseks, b)soovituseks erialainimesele, milliseid argumente suhtlemisel kasutada, c)kokkuvõtliku teabe jagamiseks, mida nõ „keskus“ asjast arvab jne jne).

Selle poolest on käesolev dokument niihästi tehniline kui ka poliitiline. Tundub samuti, et nõ suures Euroopas valitseb enamuse elanike seas pimedus teedemajanduse praktiliste külgede suhtes (teooria suhtes ei peagi tavakodanik nägija olema). Miks muidu ikka ja jälle tuleb selgitada, et teid on vaja, et asfalt ei ole mürgine, et kasulikum on ümberehitatavate rajatiste materjali (siis: „vana“ materjali!) võimalikult rohkem ära kasutada ja mitte prügimäele vedada.

2. Taaskasutamisest ja remondist.

Mis puutub taaskasutamisse, siis kirjutatut tuleb igati aktsepteerida. Meil Eestis peaks asjad selles suhtes korras olema. Aluste stabiliseerimine (täpsemini üle- või ümberstabiliseerimine), mis algas juba paarkümmend aastat tagasi, ülesfreesitud asfaldipuru edukas kasutamine teistel objektidel, nüüd kuumtaastamise tehnoloogiad – see on igapäevaseks muutunud arusaamine ja normaalne töö. Nii et agiteerida pole vaja.

Katte õigeaegne remont – kasvõi kergemat laadi – on muidugi parem kui rekonstrueerimise ootamine. Nappide vahenditega väga tõsiseid asju teha ei saa, aga seda, mis laguneb, tuleb parandada. On teada, et pindamine katendi tugevust ei tõsta, kuid võimalusi kasutades on seda tehtud läbi aegade ning mahus, millele hammas parajasti peale hakkab. Võib arvata, et pindamine on ikkagi oluline komponent, mis on kaasa aidanud katendite säilitamisel. Nii et ka siin on agitatsioon liigne.

3. Katte remondi tegelik korraldus.

Võib nõustuda kõigega, mida on räägitud remondimeetodite ja -sageduse kohta. Rääkimine on aga teooria ja tegelik töö – praktika. Teekasutajale see meeldiv ei ole, kuna toimub valdavalt liikluse all. Remondilõikude täielikuks sulgemiseks ja ümbersõitudeks on soodsaid võimalusi napilt ja neidki rakendatakse meelsamini erandjuhtudel. Niisiis vähegi tõsisema remondi korral käib töö nõ „pool-poolega“, toimub liikluse täpne reguleerimine (foorid, viidad, märgid ja elavad reguleerijad), läbipääs korraga vaid ühes suunas ja sõit mööda kobestatud alust. Raportis seda praktikat ei mainita, kuigi seisukohta väljendavas dokumendis peaks kõigest avameelselt rääkima, sest taolised sundlahendused tuleb ju välja kannatada ja üle elada.

4. Katete elukaar. (lk 17)

See teema on kõrvalepõige regenereerimise peasuunast ja nõuaks põhjalikumaks käsitlemiseks üleliia palju aega ja ruumi. Kuid raportis toodud lõiguke ärgitas tegema järgmise ümardatud analüüsi.

„Teedevõrgu põhivarade progressiivse struktuuraalse uuendamise määr“ %-des võib olla arvatud nii fondide bilansiliselt väärtuselt kui ka lihtsamalt ja selgemalt – nende kvantitatiivselt mahult (pikkus km-tes).

Eesti riigimaanteevõrgus oli 2013.a statistika järgi 11078 km kattega teid. Sellist olemit tuleks hävingu vältimiseks aeg-ajalt taastavalt uuendada. Laias laastus võib kaaluda erineva kestusega remonditsükleid (st taastusremontide vahelisi aegu). Nendest on 20-aastane tsükel täna ilmselt utoopiline ja kättesaamatu, 50-aastast ei tohiks aga mingil juhul kavandada, sest meie katendid ei ole kokkuvõttes piisavalt „püsivad või pikaajalised“ (kapitaalsed), ning laguneksid ära.

Remonditsükli kestus aastates	Aastase investeeringu maht („norm“) km-tes	Aastase remondi maht km-tes
20	5	~550
30	3,4	~380
40	2,5	~280
50	2	~220

2013.a. tehti püsikatete remonti ja ehitust kokku 285 km. Lisaks tehti ligi 1000 km korduspindamist. See tulemus läheneb soovitatavale 3%-le ja on õnneks kaugel 1% osakaalust, mida raport taunib. Olen varem samale tulemusele (tegelik tsükel on olnud natuke pikem kui 30 aastat) jõudnud teist moodi arvutades. Sellepärast kaldun oma rehkendust uskuma ning lootma, et püsime keskmiselt elus.

5. Tõlke tehniline külg ja mõned mõisted.

Nagu varemgi, olen üritanud tõlkimisel võimalikult täpselt edasi anda sisu, muutes aga lauseehitust võimalust mööda eestipärasemaks. Juriidilist täpsust (v.a. oskussõnad) pole sealjuures taotletud.

Kõik joonealused märkused on tehtud minu poolt mõnede mõistete või teemade seletamiseks, mille kohta arvasin, et see teeb kõigil – sh mitteasjatundjatel – lugemise hõlpsamaks.

Järgnevate tõlkes kasutatud oskumõistete sisu ja inglisekeelseid vasteid pidasin samuti otstarbekaks täpsemalt selgitada:

Asfaldimurd – „**recycled asphalt**“ (Materjal, mis asfaldi on ülesvõtmisega saadud)

Regenereerima, regenereerimine (ka: ümber töötlemine) – „**reclaim**“ (Asfaldimurru edasine töötlemine tegemaks teda kõlblikuks, et kasutada asfaltsegus, iseseisva asfaltmaterjalina või muu ehitusliku täitematerjalina. Võib rääkida ka tee kui terviku **regenereerimisest**; sellisel juhul on vasteks „**recycling**“)

Regenereeritud asfaltsegu – „**reclaimed asphalt pavement**“ (**RAP**) või „**reclaimed asphalt product**“ (**RAP**) või „**reclaimed asphalt**“ (**RA**) (Regenereerimisel saadud materjal. Selle ametlik nimetus EVS 901-3:2009 järgi on „korduvkasutatav asfalt“)

Süvasegamine – „**retread**“ (Külm protsess, mis sarnaneb **ümbersegamisele**, kuid toimub oluliselt paksemas ulatuses)

Taaskasutama, taaskasutamine – „**reuse**“, tihti ka „**recycle**“ (Pruugitud materjali pärast sobivat töötlemist heaks otstarbeks ära kasutamine kõige laiemas mõttes)

Taaskasutatav, regenereeritav – „recyclable“

Taaskatmine – „resurficing“

Taassillutama, taassillutamine – „repave“ (Kuum protsess, mis seisneb üles võetud materjalist katte ehitamises, kusjuures asfaldimurdu reeglina uue materjaliga ei värskendata)

Üles võtma, ülesvõtmine – „recycle“ (Vana katte kobestamine või freesimine ning saadud materjali kokku kogumine. NB! Pöördtõlkes tuleks eesti keeles mõnel juhul pruukida ka „taaskasutamine“)

Ümber segama, ümbersegamine, (ka: ümbersegamise teel saadud materjal) – „remix“ (Kuum protsess, mis seisneb üles võetud asfaldimurru koha peal segamises värskel materjaliga ja sellest katte ehitamises)

Parimate soovidega edaspidiseks!

A.K.