Väylävirasto
Trafikledsverket

Väyläviraston oppaita
3/2022

Päällystettyjen teiden korjauksen toimenpidesuunnittelu

Kannen kuva: Ville Himmi (Vt 7 Summa–Leikari 2020)

Verkkojulkaisu pdf (www.vayla.fi)

Väylävirasto
PL 33
00521 HELSINKI
Puh. 0295 34 3000

Esipuhe

Tämä opas on tarkoitettu päällystettyjen maanteiden korjauksen toimenpiteiden suunnittelun ja toteutuksen apuvälineeksi ja oppaaksi esimerkiksi alalle tulijoille. Oppaaseen on koottu päällystettyjen maanteiden korjausten toimenpidesuunnittelussa tarvittavaa tietoa. Yksityiskohtaisempaa tietoa löytyy kirjallisuusviitteissä mainituista asiakirjoista. Tämä opas ei korvaa ohjeita vaan on tarkoitettu apuvälineeksi, joten esimerkiksi urakkasopimusasiakirjoissa ei tule viitata tähän julkaisuun.

Vuosina 2020–2021 oppaaseen on tuotu Päällystettyjen teiden korjauksen toimintalinjatyön (2020), Päällysteiden ylläpidon kehittämisohjelman PYKE (2014–2019) ja Elinkaaritehokas tiepäällyste -tutkimusohjelman (2013–2018) sekä digitalisaation kehittämishankkeen tuloksia.

Tätä julkaisua on valmisteltu pitkään. Samanaikaisesti on tehty siihen liittyviä uusia ohjeita ja toimintalinjoja. Oppaan sisältöä ovat koostaneet mm. Ari Kalliokoski, Kyösti Laukkanen sekä Harri Spoof. Valmistelevaan työryhmään ovat kuuluneet mm. Katri Eskola, Ari Junkkari, Timo Järvinen, Ari Kärkkäinen, Juho Meriläinen, Niklas Nevalainen, Kimmo Tiikkainen ja Anne Valkonen.

Oppaan ovat vuosina 2020–2021 kirjoittaneet Jarmo Eskola Ramboll CM Oy:stä ja kuivatuksen osalta Jarkko Pirinen Ramboll CM Oy:ssä työskennellessään. Sitä ovat kommentoineet Väyläviraston ja ELY-keskusten asiantuntijat. Tämä on ensimmäinen opas, johon on koottu laajasti päällystettyjen maanteiden korjaukseen liittyviä asioita. Opasta kehitetään ja päivitetään tarvittaessa. Tämän oppaan yhteyshenkilö Väylävirastossa on Katri Eskola, jolle voi lähettää palautetta ja kehitysideoita.

Helsingissä kesäkuussa 2022

Väylävirasto
Kunnossapito / Tien kunnossapidon ohjaus ja kehittäminen

Sisältö

1 JOHDANTO ... 7
1.1 Päällystettyjen maanteiden korjaus ... 7
1.2 Toimintaympäristö ... 7

2 PÄÄLLYSTETTYJEN MAANTEIDEN KORJAUKSEN OHJAUS ... 9
2.1 Väyläviraston ja ELY-keskusten ohjaus ... 9
2.2 Päällystettyjen maanteiden korjausluokitus ... 10
2.3 Päällystettyjen maanteiden kunnossapidon rahoitus ... 10
2.4 Päällysteiden kuntotila ja kuntotavoitteet ... 11
2.4.1 Tavoiteltava valtakunnallinen kuntotila pitkällä aikavälillä ... 12
2.4.2 Vuosittaiset kuntotavoitteet ... 12
2.4.3 Kuntoluokitus ... 13
2.5 Päällystettyjen maanteiden kuntomittaukset ... 13
2.5.1 Päällysteiden palvelutasomittaus (PTM) ... 13
2.5.2 Päällystevauriokartoitus (PVK) ... 14
2.5.3 Muut päällystetyillä teillä tarvittaessa tehtävät mittaukset ... 15
2.6 Päällysteisiin liittyvän tiedon hallinta ... 18
2.6.1 Väyläviraston Velho- ja Harja-järjestelmät ... 18
2.6.2 Tierakenteiden (ylläpidon) hallintajärjestelmä (YHA) ... 18
2.6.3 Paikkatietoon perustuvat järjestelmät ... 19

3 PÄÄLLYSTEIDEN KORJAUSKOHTEIDEN OHJELMOINTI ... 21
3.1 Päällystysohjelmointiprosessi ... 21
3.2 Kohdejoukosta päällystysohjelma ... 22
3.2.1 Kohde-ehdokkaat ... 22
3.2.2 Päällystysohjelman muodostuminen ... 22
3.3 Päällystysohjelman ulkopuolelle jääneet kohteet ja tulevan kauden kohteet ... 24
3.3.1 Paikkausohjelmat ... 24
3.3.2 Liikenteen varoittaminen ja nopeuden alentaminen ... 25
3.3.3 Päällysteen poistaminen ... 26
3.3.4 Muiden ennakoivien korjaustoimenpiteiden ohjelmointi ... 27
3.3.5 Päällysteiden ennakoivan hoidon ja kunnostuksen ohjelmointi (PEHKO) ... 29

4 KOHTEIDEN SUUNNITTELU ... 32
4.1 Yleistä ... 32
4.2 Toimenpiteiden valintaperiaatteet ... 32
4.2.1 Kohteiden kuivatuksen suunnittelu ... 34
4.2.2 Rakenteen parantaminen (RP) ... 35
4.2.3 Päällystäminen ... 39
4.2.4 Ohjelmoitu paikkaus ... 40
4.3 Päällystetyypin ja työmenetelmän valinta ... 41
4.3.1 Yleistä ... 41
4.3.2 Ongelman tunnistaminen ... 42
4.3.3 Päällystetyypin valinta ... 43
4.3.4 Työmenetelmän tehokkuus ... 44
4.3.5 Elinkaari ja kustannukset ... 47
4.4 Kohdesuunnitelmissa tehtävät tarkennukset ... 49
4.4.1 Yleistä ... 49

4.4.2 Päällystetyypin vaihtaminen ... 49
4.4.3 Päällysteen kulumiskestävyys ... 50
4.4.4 Päällystepaksuus ... 52
4.4.5 Toimenpideleveydet ... 52
4.4.6 Sivukaltevuuden parantaminen ... 54
4.4.7 Tasauksen optimointi ... 55
4.4.8 Melua vaimentavien päällysteiden käyttökohteet ... 56
4.4.9 Erityissuunnittelua vaativat kohteet ... 57
4.5 Siltojen päällystäminen ... 59
4.5.1 Yleistä ... 59
4.5.2 Alempien kerrosten suojaaminen ... 59
4.5.3 Siltapäällysteen liitokset muihin rakenteisiin ... 60
4.5.4 Siltapäällysteen uusiminen ... 60
4.5.5 Siltapäällysteen paikkaus ... 62
4.5.6 Siltapäällysteen halkeaman sulkeminen ... 63
4.6 Kävely- ja pyöräilyväylien päällysteen uusiminen ... 63
4.6.1 Yleistä ... 63
4.6.2 Kävely- ja pyöräilyväylän päällystetyypin ja bitumin valinta ... 65
4.6.3 Geolujitteiden käyttö kävely- ja pyöräilyväylillä ... 66
4.6.4 Kävely- ja pyöräilyväylän sekoitusjyrsintä ... 68
4.7 Rampit ja kiertoliittymät ... 68
4.8 Keskikaideosuuksien päällystäminen ... 70

5 TYÖMENETELMÄT ... 71
5.1 Yleistä ... 71
5.2 Kohdekatselmus ... 71
5.3 Sitomaton päällystysalusta ... 72
5.3.1 Yleistä ... 72
5.3.2 Sitomaton murskealusta ... 73
5.3.3 Sitomaton sekoitusjyrsitty alusta ... 74
5.4 Stabiloitu päällystysalusta ... 76
5.5 Sidottu päällystysalusta ... 77
5.5.1 Yleistä ... 77
5.5.2 Sidottu alusta ... 77
5.5.3 Sidotun alustan esikäsittely ... 77
5.6 Päällystystyömenetelmät ... 80
5.6.1 Yleistä ... 80
5.6.2 Vakiopaksuinen päällyste (LTA) ... 81
5.6.3 Massapintaus (MP) ... 81
5.6.4 Massapintaus kuumajyrsitylle alustalle (MPKJ) ... 82
5.6.5 Massapintaus REMplus-menetelmällä ... 84
5.6.6 Uusiopintaus REM-menetelmällä (REM) ... 87
5.6.7 Uusiopintaus REMO-menetelmällä ... 92
5.7 Paikkaukset ... 93
5.8 Jyrsintäkorjaus ... 94
5.9 Kuivatus ... 94
5.9.1 Reunapalteen poisto ... 94
5.9.2 Luiskien muotoilu ... 95
5.9.3 Vesakonraivaus ... 95
5.9.4 Puiden poisto ... 96
5.9.5 Esteiden poisto ... 97
5.9.6 Ojien kunnostaminen ... 98
5.9.7 Rumpujen uusiminen ... 100
5.9.8 Rumpujen korjaaminen ... 100

5.9.9 Rumpujen puhdistaminen 102
5.9.10 Erilliset kuivatusrakenteet 102

6 URAKOIDEN KILPAILUTUS JA HANKINTA 104
6.1.1 Hankintaprosessi 104
6.1.2 Raportointi 105

Liite 1 Päällysteiden korjauksen kuntoluokitus ja kuntomuuttujien raja-arvot vuoden 2021 tilanteen mukaisena
Liite 2 REMIX-työn elvyttimen arviointityökalu

1 Johdanto

1.1 Päällystettyjen maanteiden korjaus

Päällysteitä uusimalla ja korjaamalla ylläpidetään maanteiden palvelutasoa ja kuntoa. Päällysteiden korjauksen yhteydessä tehdään tarvittaessa myös tierakenteen korjauksia tai pientä parantamista. Päällystettyjen teiden toimivan kuivatuksen kunnossapito on tärkeä osa päällystettyjen maanteiden kunnossapitoa, joten myös sitä käsitellään tässä oppaassa.

Väyläviraston ohjeessa *Päällystettyjen teiden korjauksen toimintalinjat* kuvataan, kuinka tienpitäjä vastaa kunnossapidon lakisääteisiin vaatimuksiin asiakaslähtöisesti eduskunnan päättämien tavoitteiden ja rahoituksen puitteissa tällä maantieverkon osalla. Toimintalinjat määrittävät valtakunnallisesti yhtenäiset periaatteet päällystettyjen teiden korjaukseen.

Tässä oppaassa esitetty maanteiden korjauksen toimenpidesuunnittelu kuvaa tilannetta vuonna 2021 ja perustuu sen hetkisiin linjauksiin, käytäntöihin sekä lähtötietoihin. Päällysteiden paikkausta ei juurikaan käsitellä tässä oppaassa vaan Väyläviraston ohjeessa *Päällysteiden paikkaus*.

1.2 Toimintaympäristö

Päällystettyjen teiden korjaustarpeeseen vaikuttavat mm. päällysteiden ja tierakenteiden ikääntyminen, liikennemäärien kasvu, ajoneuvopainojen kasvu, ilmastonmuutos ja poliittiset painotukset. Päällystettyjen teiden korjauksessa on viime vuodet noudatettu korjausluokituksen määrittelemää tiukkaa priorisointia. Vilkasliikenteiset päällystetyt tiet on pidetty kunnossa, mutta rahoituksen niukkuus on vähentänyt muiden teiden päällystysmäärät hyvin pieniksi. Tämän seurauksena osa päällystetyistä teistä on joutunut erittäin huonoon kuntoon. Niillä teillä, joilla päällysteiden korjausvälit eli päällystyskierrot ovat pitkiä, päällysteiden paikkaaminen on lisääntynyt merkittävästi.

Kävely- ja pyöräilyväylien päällysteiden korjausvälit ovat olleet pitkiä. Niiden päällysteitä ei ole juurikaan uusittu, mutta koska kävelyn ja pyöräilyn edistämisen painoarvo liikennepolitiikan tavoitteissa on kasvanut, niiden korjaukset ovat lisääntyneet aivan viime vuosina.

Ilmaston muuttuminen lisää päällystettyjen teiden urautumista ja toimivan kuivatuksen tärkeyttä. Vilkasliikenteisiä teitä kuluttavat erityisesti nastarenkaat, joiden vaikutusta vesi tehostaa. Vähäliikenteisillä teillä riittävän kantavuuden säilyttäminen kaikkina vuodenaikoina korostuu urautumisen ja painumien ehkäisyssä.

Kuorma-autojen enimmäispainojen nousu on kohdistanut huomiota päällystettyjen teiden rakenteiden kuormituskestävyyteen ja tätä kautta erityisesti päällysteiden paksuuteen ja kuivatuksen toimivuuteen.

Päällysteiden korjausten, tien rakenteiden kunnon, talvihoidon ja teiden kuivatuksen yhteydet tunnetaan aiempaa paremmin, ja ne tulisi ottaa huomioon kokonaisvaltaisemmin. Kaikkiaan päällystettyjen teiden kunnossapidossa tulisi

päästä parempaan kokonaisuuden hallintaan, jolloin yhteiskunnan tienpidolle kohdistamiin tavoitteisiin voidaan vastata kustannustehokkaasti.

Maanteiden talvihoitoa on tehostettu korottamalla talvihoitoluokkia, mikä näkyy esim. maanteiden liukkauden torjunnassa käytettävän suolauksen lisääntymisenä myös PAB-päällysteisille maanteille. Näillä teillä seuraavalla päällystystoimenpiteellä kulutuskerrokseksi kannattaa vaihtaa asfalttibetoni (AB).

2 Päällystettyjen maanteiden korjauksen ohjaus

2.1 Väyläviraston ja ELY-keskusten ohjaus

Ohjauksella varmistetaan lakisääteisen palvelutason ja parlamentaarisen ohjauksen toteutuminen päällysteiden korjauksessa. Liikenne- ja viestintäministeriö (LVM) ohjaa Väyläviraston toimintaa asettamalla vuosittain tavoitteet, joiden toteutumista se seuraa. Päällystetyn tieverkon osalta LVM asettaa enimmäiskilometrimäärän huonokuntoisille päällystetyille teille. Päällystettyjen teiden korjaus rahoitetaan perusväylänpidon määrärahasta, joka määritetään vuosittain.

Väylävirasto vastaa väylänpitäjänä maanteiden palvelutason ylläpidosta ja kehittämisestä valtion hallinnoimilla liikenneväylillä. Väylävirasto vastaa myös maanteiden kunnossapidosta ja elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusten (ELY-keskusten) toiminnallisesta ohjauksesta sekä tienpidon yhteensovittamisesta ELY-keskuksissa.

ELY-keskusten liikenne- ja infrastruktuuri -vastuualueet vastaavat alueensa tienpidon tehtävien hoitamisesta, esimerkiksi suunnittelevat ja toteuttavat väylien kunnossapitoa Väyläviraston ohjauksen mukaisesti. Väylävirasto asettaa tiestön kunnolle numeeriset tavoitteet sekä myöntää käytettävät määrärahat. ELY-keskusten tehtävänä on toteuttaa päällysteiden korjauksessa koko elinkaaren huomioivaa kustannustehokasta toimintaa, pyrkien omaisuuden arvon säilyttämisen lisäksi palvelemaan tienkäyttäjien ja elinkeinoelämän tarpeita mahdollisimman hyvin.

Ohjauksen perustana on päällysteiden korjausluokitus (luku 2.2), jonka mukaan päällystetyt tiet jaetaan kolmeen osaverkkoon liikenteellisen merkityksensä ja verkollisen asemansa mukaisesti. Päällysteiden kuntotilaa seurataan verkolta mitatun kuntotiedon ja yhtenäisen kuntoluokituksen perusteella (luku 2.4). Korjausluokille määritellään tavoitteellinen kunto (luku 2.4). Tavoitteellisen kunnon saavuttamiseen tarvittava päällystysmäärä arvioidaan laskennallisesti, ottaen huomioon sekä päällysteiden kuntotila että päällysteiden korjausten kustannustehokkuus. Tavoiteltavan päällystysmäärän kustannukset arvioidaan keskimääräisen kustannustason perusteella. Tavoitetilassa päällystetyillä teillä on myös jonkin verran huonokuntoisia tiejaksoja ja siten korjausvelkaa.

Päällysteiden korjaukselle voidaan asettaa myös muita tavoitteita. Esimerkiksi työ- ja elinkeinoministeriö (TEM) laatii hallinnonalaansa kuuluvien ELY-keskusten kanssa vuosittain tulossopimuksia, joissa voidaan esittää väylänpitoon liittyviä sopimuskirjauksia. Tällaisia ovat esim. tavoite vähäliikenteisen verkon liikennöitävyyden turvaamisesta vilkkaasti liikennöidyn tieverkon lisäksi.

Väylävirasto voi ohjata ELY-keskuksia myös rahoitusta uudelleen kohdistamalla. Esimerkiksi päällystettyjen teiden kuivatuspuutteiden korjaamiseen on kohdistettu rahoitusta ja tavoitteita v. 2020 alkaen. Tämän tavoitteena on vähentää kuivatuspuutteiden aiheuttamia haittoja päällysteille, tierakenteelle ja ympäristölle, kohdistaen kuivatuksen parantamistoimet alkuvaiheessa PK2–

PK3-luokkien (päällysteiden korjausluokitus, kts. 2.2) päällystetyille teille, jotka ovat vielä vähintään tyydyttävässä kunnossa.

2.2 Päällystettyjen maanteiden korjausluokitus

Päällystettyjen maanteiden ohjauksen perustana on päällysteiden korjausluokitus, jossa päällystetyt tiet jaetaan kolmeen päällysteenkorjausluokkaan (PK1–PK3) liikenteellisen merkityksensä ja verkollisen asemansa mukaisesti. Liikenteellinen merkitys määritellään numeerisesti kokonaisliikennemäärän ja raskaan liikenteen määrän perusteella. Tien merkitykseen vaikuttavina tekijöinä otetaan lisäksi huomioon keskusten välinen yhdistävyys, tavarankuljetusten ja henkilöliikenteen reitit sekä mahdolliset erityistarpeet.

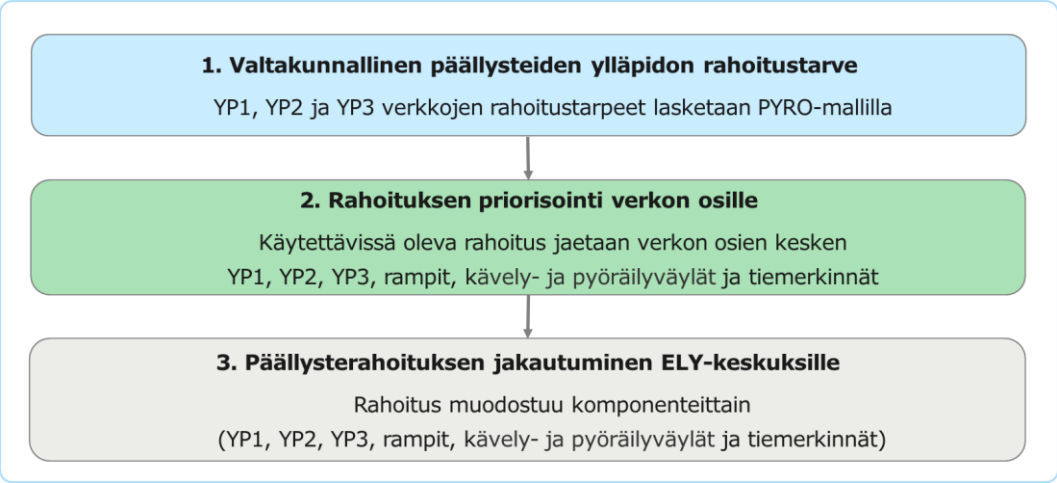
Korjausluokka vaihtuu vain selvissä solmupisteissä, vaikka liikennemäärä vaihtelisi yhteysvälillä luokkakriteerien yli.

Taulukko 1. Päällysteiden korjausluokkien kriteerit.

	Liikenteen määrä (KVL)	Raskaan liikenteen määrä (KVL raskas)	Muut kriteerit
PK1	> 3 000	> 300	• yhdistää tärkeät maakunta- tai aluekeskukset tai • on osa merkittävää elinkeinoelämän kuljetusreittiä tai merkittävää matkaketjua tai • johtaa merkittäviin satamiin tai rajanylityspaikkoihin.
PK2	800 – 3 000	80–300	• varmistaa taajamien yhteysvälit maakunta- ja aluekeskuksiin merkittävinä henkilöliikenteen reitteinä tai • varmistaa yhteyden kaikkiin tilastollisiin taajamiin tai • huomioi ELY-keskusten erityisolosuhteisiin perustuvat tarpeet.
PK3	< 800	< 80	

2.3 Päällystettyjen maanteiden kunnossapidon rahoitus

Päällysteiden ja tiemerkintöjen ohjauksessa rahoitustarve lasketaan Väyläviraston PYRO-mallilla (Päällysteiden Ylläpidon Rahoitustarpeen Optimointi). PYRO-malli on päällystettyjen teiden verkkotason pitkän tähtäimen ennuste- ja optimointimalli. Tyypillisimmät mallilla laskettavat skenaariot ovat päällysteen määritellyn kuntotilan (esim. nykyisen kunnon) säilyttämiseen tarvittava rahoitus ja valitusta rahoitustasosta seuraava kuntokehitys. PYRO-mallin periaatteet esitetään yksityiskohtaisesti julkaisussa *Päällysteiden ylläpidon rahoitustarpeen optimointi* (Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 7/2011).



Kuva 1. PYRO-mallin rahoituksen jakomalli. Ylläpitoluokkien (YP1, YP2, YP3) sijaan nykyään käytetään vastaavia päällysteenkorjausluokkia (PK1, PK2, PK3).

PYRO-mallilla lasketaan rahoitustarpeita, mutta lopullinen määräraha jaetaan Väyläviraston toimesta perusväylänpidon määrärahana. Määrärahan suuruus riippuu eduskunnan budjetissa LVM:lle myöntämästä määrärahasta sekä Väyläviraston tekemistä päätöksistä. Päällystettyjen maanteiden kunnossapidon perusongelmana on korjaukseen osoitetun rahoituksen ja asetettujen tavoitteiden ristiriita. Tavoitetilanteeseen verrattuna rahoitusvaje on kymmeniä miljoonia euroja vuodessa vanhan korjausvelan päälle. Tämän seurauksena päällystysohjelmat jäävät vuosittain merkittävän alimittaisiksi. Kun rahoitustaso on vajaa suhteessa tarpeisiin, noudatetaan päällystettyjen teiden korjaukseen käytettävissä olevien määrärahojen kohdentamisessa lain liikennejärjestelmästä ja maanteistä viitoittamaa tärkeysjärjestystä:

1. Huolehditaan siitä, että korjausluokan PK1 kunto säilyy tavoitetilassa.
2. Estetään huonokuntoisten tiejaksojen määrän kasvu korjausluokassa PK2.
3. Estetään huonokuntoisten tiejaksojen määrän kasvu korjausluokassa PK3.
4. Parannetaan korjausluokat PK2 ja PK3 tavoitteelliseen kuntotilaan.

Päällystettyjen maanteiden päällystämiseen kohdennettu määräraha jaetaan päällysteiden korjaus -tuotteelle, mutta rahoitusta voi tulla myös muuta kautta tierakenteisiin tai -alueisiin, jotka liittyvät päällystettyihin teihin (esim. kuivatuksen parantamiseen).

2.4 Päällysteiden kuntotila ja kuntotavoitteet

Päällysteiden kuntotilan tavoitteet asetetaan huonokuntoisten päällysteiden enimmäismäärille. Ne liittyvät toisaalta valtakunnalliseen pitkän aikavälin tavoitteeseen, joka kuvaa tieverkon optimaalista tilaa tilanteessa, jossa myös rahoitustaso on optimaalinen. Toisaalta kuntotavoitteet liittyvät vuosittaisiin tulosohjauksen tavoitteisiin, jotka on suhteutettu annettuun vuosittaiseen rahoitustasoon.

2.4.1 Tavoiteltava valtakunnallinen kuntotila pitkällä aikavälillä

Päällystettyjen teiden tavoiteltava valtakunnallinen kuntotila kuvaa sellaista tilannetta, jossa tieverkon kunto vastaa tienkäyttäjien tarpeisiin. Lisäksi tavoiteltava kuntotila vastaa turvallisuusvaatimuksiin lain edellyttämällä tavalla. Tavoiteltavassa tilassa korjaustoimenpiteet voidaan tehdä oikea-aikaisesti ja kustannustehokkaasti. Kuntovaatimukset ovat korkeammat liikenteellisesti ja yhdistävyydeltään merkittävämmällä verkon osalla, johon luetaan korjausluokat PK1 ja PK2. Vastaavasti vähäliikenteisimmällä verkon osalla eli korjausluokassa PK3 voidaan lain mukaan sallia enemmän huonokuntoisia tiejaksoja ja heikompaa palvelutasoa. Huonokuntoiseksi luokiteltavan tiejakson määrittävät rajaarvot riippuvat liikennemäärästä ja nopeusrajoituksesta (kts. liite 1). Tavoiteltava valtakunnallinen kuntotila on määritetty valtakunnallisten laskelmien ja asiantuntija-arvioiden perusteella. Tavoiteltavan kuntotilan perusteella voidaan määrittää päällysteiden korjauksiin valtakunnallisesti tavoiteltavan rahoituksen suuruus.

Korjausluokissa PK1 ja PK2 tavoiteltava kuntotila saavutetaan, kun huonokuntoisten tiejaksojen osuus on noin 6 % osaverkon pituudesta (PK1: 850 km, PK2: 890 km)[1]. Korjausluokassa PK1 päällystämisen ajankohta määräytyy ensisijaisesti urautumisen perusteella. Korjausluokassa PK2 on urautumisen lisäksi merkittävä määrä vaurioiden (PVK) takia huonokuntoisia tiejaksoja. Tavoitetilaa parempaan kuntotilaan eteneminen ei ole järkevää siksi, että huonokuntoiset jaksot ovat hajallaan eri puolilla verkkoa eikä niistä ole muodostettavissa tehokkaasti toteutettavia korjauskohteita.

Korjausluokassa PK3 on tavoitetilassa 8 % huonokuntoisia tiejaksoja (2 260 km). Tällä verkon osalla esiintyy pääsääntöisesti vaurioiden (PVK) takia huonokuntoisia tiejaksoja, jotka aiheuttavat lisääntyviä haittoja asutukselle ja elinkeinoelämälle. Lisäksi on erilaisia rakenteellisia puutteita, joita muun muassa vaurioituminen edelleen lisää. Tavoitetilassa tienkäyttäjille kohdistuvat haitat ovat vähäiset ja päällysteet voidaan korjata ennen rakenteiden vaurioitumista.

2.4.2 Vuosittaiset kuntotavoitteet

Liikenne- ja viestintäministeriö asettaa Väylävirastolle vuosittaiset tulostavoitteet muun muassa tienkäyttäjien tyytyväisyydelle maanteiden kuntoon ja huonokuntoisten päällystettyjen teiden pituudelle (erikseen vilkasliikenteiset ja muut tiet). Väylävirasto jakaa vastaavat tulossopimus- ja toimialatavoitteet ELY-keskusten liikennevastuualueille sovittaen ne perusväylänpidon vuosittaiseen määrärahakehykseen. Varsinaisten tavoitemittareiden lisäksi ELY-keskuksille voidaan antaa tehtäväksi seurata ja raportoida kunnon kehityksestä muilla verkoilla. Seurantamittareita ovat olleet esimerkiksi huonokuntoisten yhdysteiden ja huonokuntoisten kävely- ja pyöräilyväylien pituus.

Väylävirasto asettaa vuosittaiset kuntotavoitteet korjausluokittain kolmelle osaverkolle PK1, PK2 ja PK3, jolloin korjausluokkia voidaan ohjata, rahoittaa ja seurata erikseen.

[1] Pituus tarkoittaa kaksikaistaisilla teillä tiepituutta ja monikaistaisilla teillä kaistapituutta.

2.4.3 Kuntoluokitus

Kuntotilaa kuvataan taulukon 2 mukaisella 5-portaisella kuntoluokituksella, jossa 1 on erittäin huono, 2 on huono, 3 on tyydyttävä, 4 on hyvä ja 5 on erittäin hyvä kuntoluokka.

Taulukko 2. Kuntoluokitustaulukko.

Kuntoluokka	Kuntotilan kuvaus
5. Erittäin hyvä	Tie on uusi, juuri päällystetty tai muutoin erittäin hyvässä kunnossa suhteessa liikennemäärään ja nopeustasoon. **Korjaustarpeita ei ole.**
4. Hyvä	Tie on normaalisti kulunut, mutta hyvässä kunnossa suhteessa liikennemäärään ja nopeustasoon. **Korjaustarpeita ei ole.**
3. Tyydyttävä	Tiellä on jo epätasaisuutta tai vaurioita, mutta kunto on tyydyttävä suhteessa liikennemäärään ja nopeustasoon. **Huonokuntoisempien tiejaksojen yhteydessä näiden tiejaksojen korjaustoimet ovat kuitenkin jo perusteltuja.**
2. Huono	Tien pintakunto on liikennemäärä ja nopeustaso huomioon ottaen korjausta edellyttävässä kunnossa. **Korjaustoimenpiteet kohdistetaan ensisijaisesti tämän kuntoluokan teille.**
1. Erittäin huono	Tie on erittäin epätasainen tai vaurioitunut ja suhteessa liikennemäärään ja nopeustasoon "hävettävän" huonossa kunnossa. **Päällyste on perusteltua korjata tai purkaa pikaisesti.**

Kuntomuuttujille on annettu kesänopeusrajoitukseen ja liikennemäärään perustuvat raja-arvot. Raja-arvojen ylittyessä tiejakso (100 m) määritellään huonokuntoiseksi. Liitteessä 1 esitetään päällysteiden kuntotilan määrittelyssä käytettävät huonokuntoisuuden raja-arvot urasyvyydelle, epätasaisuudelle sekä päällystevauriomäärälle.

2.5 Päällystettyjen maanteiden kuntomittaukset

Väylävirasto hankkii teiden kunnon seurantaa varten tarvittavat palvelutasomittaukset (PTM), päällystevaurioiden kartoitukset (PVK) sekä kävely- ja pyöräilyteiden vauriokartoitukset (käpy-PVK) mittauspalvelujen tuottajilta.

Mitattu kuntotieto tallennetaan Väyläviraston tietovarastoon, josta mittausdataa hyödynnetään eri järjestelmien avulla. Mittausdatasta lasketaan tien kuntoa kuvaavia tunnuslukuja (liite 1) ja teiden kuntoennusteita.

2.5.1 Päällysteiden palvelutasomittaus (PTM)

PTM-mittauksilla hankitaan tietoa päällystettyjen teiden tasaisuudesta ja geometriasta. Mittaukseen käytetään lasertekniikkaan perustuvia PTM-autoja,

jotka mittaavat liikenteen mukana. Niillä mitataan tien pinnan pituus- ja poikkiprofiilia, joista lasketaan tarvittavat tunnusluvut, kuten urasyvyydet, IRI- tai RIDE-tunnusluvut, sivukaltevuus, harjanteen korkeus jne.

PTM-mittauksia suoritetaan taulukon 3 mukaisen mittauskierron mukaisesti noin 40 000 kaista-km/v. Keväällä mitataan nopeasti urautuvia teitä, jotta talven aikana tapahtunut todellinen kuluminen voidaan ottaa ohjelmoinnissa huomioon sekä löydetään mahdolliset liikennettä vaarantavat ylisyvät urat. Kesällä mitataan kevätmittausten ulkopuolelle jääneet PTM-mittauskierron mukaiset tiet.

Taulukko 3. Päällysteiden palvelutasomittausten (PTM) mittauskierto.

Verkko	Mittaustiheys
2-ajorataiset	Kaikki kaistat joka vuosi
1-ajorataiset: KVL > 6 000	Molemmat kaistat joka vuosi
1-ajorataiset: KVL 3 000 – 6 000	Molemmat kaistat joka toinen vuosi
1-ajorataiset: KVL 350 – 3 000	Molemmat kaistat joka kolmas vuosi
1-ajorataiset: KVL alle 350	Molemmat kaistat joka neljäs vuosi

2.5.2 Päällystevauriokartoitus (PVK)

Päällystevauriokartoitus tehdään noin kolmen vuoden välein. Inventointi tehdään ajoneuvolla ajaen, arvioiden silmämääräisesti päällysteiden eri vauriotyyppien vakavuutta. Tämän perusteella merkitään jaksolle joko korjaustarve tai ei korjaustarvetta. Eri päällystevauriotyypeille on kriteerit, joiden perusteella jaksolle määritetään korjaustarve. Muuten jakso merkitään luokkaan ”ei korjaustarvetta”. Jos jaksolla on useita eri päällystevauriotyyppejä, merkitään jaksolle korjaustarve, jos yksi tai useampi vauriotyyppi ylittää korjaustarpeen kriteerit.

Päällystevauriokartoituksessa inventoidaan vain korjaustarpeessa olevia päällystevaurioita, joten lieviä vaurioita ei inventoida päällystevaurioiksi.

Inventoitavia päällystevaurioita ovat:

- pituus- ja poikkihalkeamat
- verkkohalkeama
- päällystesaumahalkeama
- purkauma
- reikä
- painuma
- paikatut päällystevauriot.

Kuva 2. Päällystevauriokartoituksen inventointiohjeesta esimerkkikuva pituushalkeamasta johtuvan korjaustarpeen arvioinnista.

2.5.3 Muut päällystetyillä teillä tarvittaessa tehtävät mittaukset

Keskitettyjen mittausten lisäksi eri mittausmenetelmillä voidaan tutkia mm. tien kantavuutta, päällyste- ja rakennekerroksia sekä päällysteen pintakuntoa.

Pudotuspainolaitemittaukset (PPL)

Pudotuspainolaitteella tehtäviä mittauksia käytetään rakenteen ja pohjamaan kantavuuden ja tien pituussuunnassa tapahtuvan kantavuusvaihtelun arviointiin ja heikoimpien kerrosten sijainnin selvittämiseen rakenteen syvyyssuunnassa. Pudotuspainolaitteella mitataan tien kuormituksen aikaiset taipumat, joista määritetään lämpötilakorjauksen ja kevätkantavuuskertoimen avulla kevätkantavuus. Kevätkantavuutta käytetään lähtötietona esim. kun tietä korjataan tavoitekantavuuteen tai kun halutaan selvittää nopean vaurioitumisen syyt.

Pudotuspainolaitteen tuloksien avulla voidaan laskea päällysrakenteen yläosan kuntoa kuvaava pintakantavuusindeksi SCI (Surface Curvature Index) sekä pohjamaan kuntoa kuvaava indeksi BCI (Base Curvature Index).

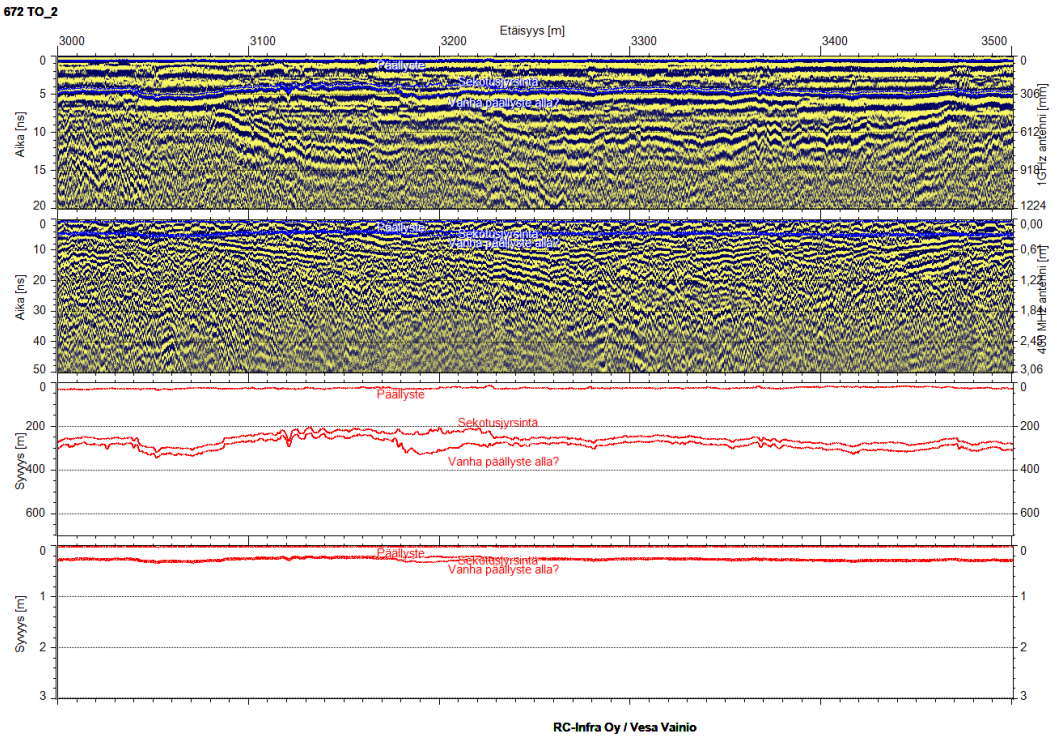
Kuva 3. West Coast Road Masters Oy:n pudotuspainolaite. Kuva: Juha-Matti Vainio.

Maatutkaluotaus

Maatutka-antenneja hyödyntävän maatutkaluotauksen avulla voidaan selvittää päällysrakenteen kokonaispaksuus, päällystepaksuus ja päällysteen syvyys, kerrosrakenne, eri kerrosten paksuus, pohjamaan vaihtelu, kerrosrajojen tasaisuus sekä eri kerrosten suhteellinen kosteuspitoisuus riippuen käytettävän antennin tyypistä.

Maatutkalla mitattua päällystepaksuutta tarvitaan esim. päällystysmenetelmää valittaessa tai kun tehdään valintaa uudelleenpäällystyksen ja stabiloinnin välillä ja mitoitetaan ko. toimenpiteet. Vanhan päällysteen syvyystieto tarvitaan, jotta sekoitusjyrsintä osataan kohdentaa oikealle syvyydelle.

Maatutkaluotauksen tulkintaa varten tarvitaan aina referenssikairauksia, joiden avulla tarkistetaan kerrospaksuudet ja materiaalit.



Kuva 4. Esimerkki maatutkalla tehdystä rakennetutkimuksesta. Kuva: Vesa Vainio, RC-Infra Oy.

Taipumamittaukset TSD-laitteistolla (Traffic Speed Deflectometer) tai RWD-laitteistolla (Rolling Weight Deflectometer)

TSD/RWD-laitteisto tuottaa jatkuvaa tietoa tierakenteen mekaanisesta kuormitusvasteesta liikennevirran nopeudella, turvallisesti ja tehokkaasti, liikennettä häiritsemättä. Mittauksen tuloksena saadaan jatkuvaa taipumatietoa tierakenteesta perinteisen pudotuspainolaitteen (PPL) pistemäisen taipumatiedon sijasta läpi mitatun tiejakson.

Kuva 5. Raptor RWD -taipumamittauslaitteisto. Kuva: Ramboll Finland Oy.

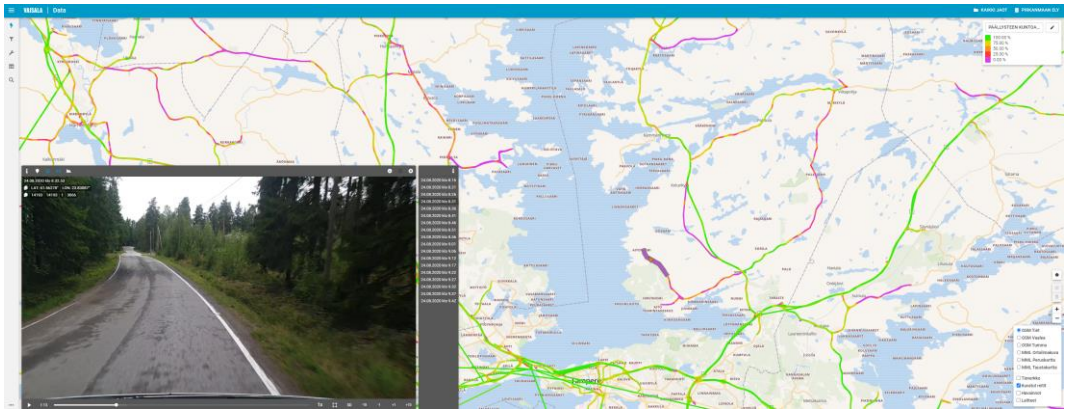
Laserkeilaus

Laserkeilausta voidaan käyttää esimerkiksi tieympäristön kartoituksissa, tiealueen inventoinnissa sekä tien pinnan mittauksissa. Kerätystä pistepilvestä mal-

linnetaan esim. tien pinnan kaltevuuksia sekä pituus- ja poikkisuuntaista syvyysvaihtelua. Laserkeilausta käytetään myös kuivatusanalyysien tekoon (esim. ojien korkeusasemat ja reunapalteet) ja muodonmuutosten määrittämiseen (esim. routanousut).

Konenäkö

Tiestön kuntoa koskevaa aineistoa on mahdollista kerätä rutiininomaisesti ja nopeasti laajoiltakin tieverkoilta mm. erilaisina kuva-aineistoina. Kerätyistä tiekuva-aineistoista saadaan tuotettua jalostettua tietoa hyödyntämällä erilaisia konenäkötekniikoita, jotka analysoivat kuva-aineistoja automaattisesti. Kaupallisten toimijoiden kuva-aineistoista tekemät tulkinnat tiestön tilasta tulee jatkossa saada keskenään vertailukelpoisiksi, jotta tiedot olisivat luotettavasti hyödynnettävissä.



Kuva 6. Esimerkkikuva Vaisala Oyj:n RoadAI-konenäköä hyödyntävästä infrastruktuurin hallintajärjestelmästä PIR ELY-keskuksen alueelta.

2.6 Päällysteisiin liittyvän tiedon hallinta

Tieverkon korjaus- ja kunnossapitotarpeita pyritään ennakoimaan entistä paremmin mm. uudistamalla tietojärjestelmiä. Tehokkaalla tietojen keräämisellä, käsittelyllä ja analysoinnilla mahdollistetaan tarkempi korjaustoimenpiteiden suunnittelu sekä oikea-aikaisempi kohdentaminen.

2.6.1 Väyläviraston Velho- ja Harja-järjestelmät

Väyläviraston suunnittelu- ja toteumatietovarastona sekä tiestötietojen perusrekisterinä toimii Velho-järjestelmä.

Väyläviraston Harja-järjestelmällä seurataan ja valvotaan maateiden hoito- ja korjausurakoita. Harja-järjestelmässä raportoidaan tehtyjä toimenpiteitä ja seurataan karttapohjalta mm. teiden korjaustoimenpiteiden aikatauluja ja toteutumia. Lisäksi tieliikennekeskuksiin tulleet tienkäyttäjien palautteet välitetään Harja-järjestelmän avulla suoraan urakoitsijoille.

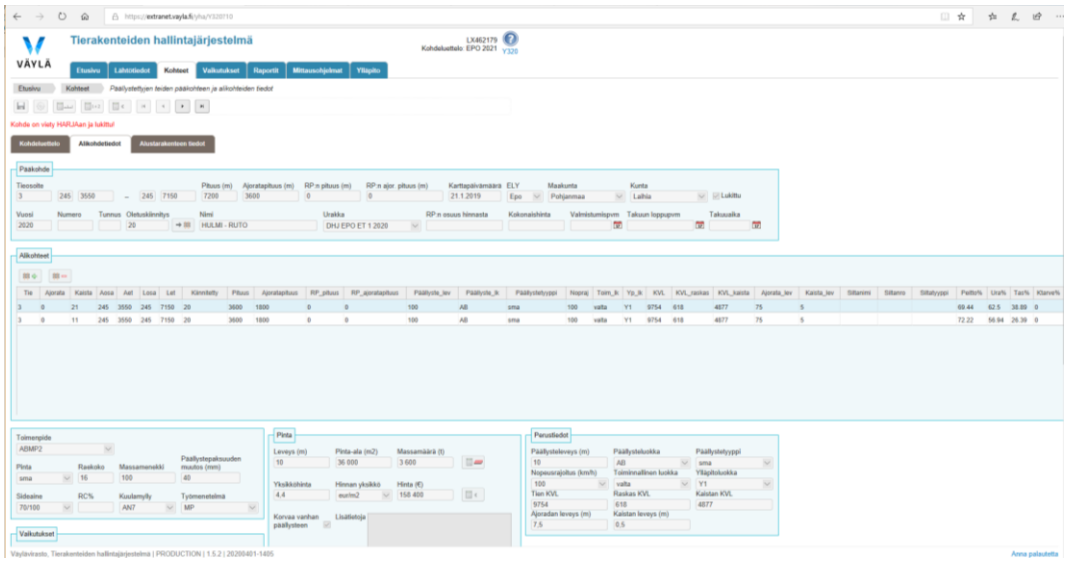
2.6.2 Tierakenteiden (ylläpidon) hallintajärjestelmä (YHA)

Päällystettyjen maanteiden kuntomittaukset päivittyvät tierekisterin korvaavaan Velho-järjestelmään. Koska PTM-, PVK- sekä kävely- ja pyöräilyteiden PVK-mittauksia tehdään kesäaikana, niiden tuloksia voidaan käyttää hyväksi vasta

seuraavan vuoden päällystysohjelman laadinnassa. Velhosta kuntomittaustiedot päivittyvät tiestön ylläpidon hallintajärjestelmään (YHA).

Ohjelmoinnin apuvälineenä toimivaan ylläpidon hallintajärjestelmään (YHA) kirjataan myös tieosoitteeseen sidottuna kaikki päällystyskauden aikana tehtävät päällystystyöt. YHA saa lähtötietonsa eli tiestön ominaisuus- ja em. mitatut kuntotiedot tierekisteristä ja jatkossa Velho-järjestelmästä 100 metrin jaksoina, joiden pohjalta järjestelmän käyttäjät voivat seuloa potentiaalisia, toimenpidettä vaativia kohteita (kts. kappale 3.2.1) sekä tulevalle päällystyskaudelle että pidemmälle tulevaisuuteen.

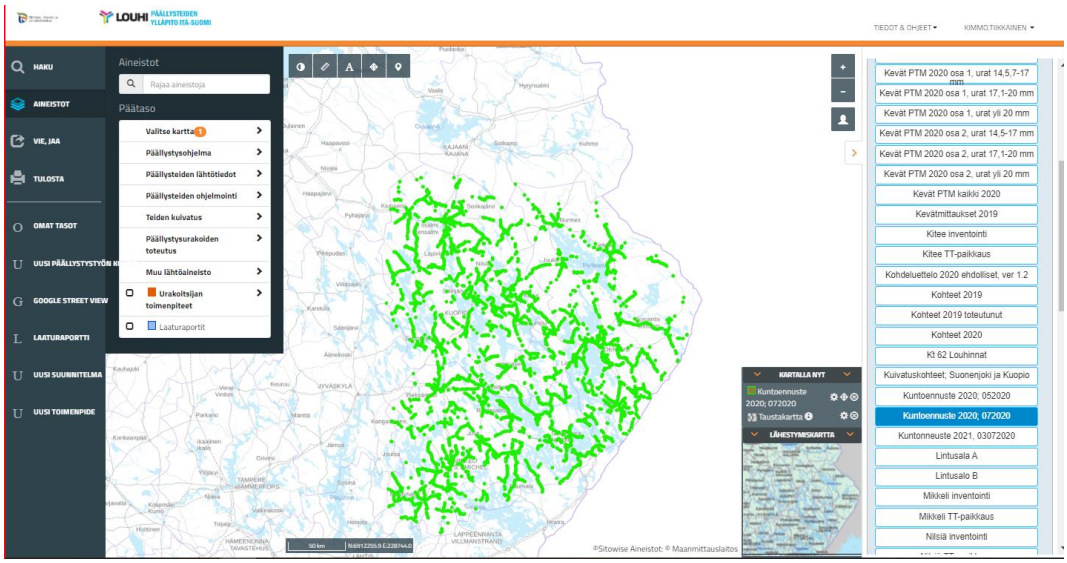
Lähtötietojen ja YHAan kirjattujen kohteiden pohjalta lasketaan kuntoennusteita, joista saadaan suunnittelun kannalta oleellista tietoa esimerkiksi siitä, missä huonokuntoiset päällysteet ovat, paljonko niitä on päällystyskauden jälkeen ja mihin suuntaan tiestön kunto on kehittymässä. Vuoden lopussa urakoitsijoilta saadut lopulliset päällysteiden toteutumatiedot (POT) siirretään Harjasta YHAan, josta ne siirretään Velhoon ja josta ne siirtyvät YHAn lähtötiedoiksi siinä vaiheessa, kun YHA-järjestelmän lähtötiedot päivitetään päivitettyyn tieosoitteistoon.



Kuva 7. Esimerkki YHA-järjestelmästä.

2.6.3 Paikkatietoon perustuvat järjestelmät

Väyläviraston järjestelmien lisäksi ELY-keskukset käyttävät kaupallisten toimijoiden paikkatietoon perustuvia järjestelmiä tiedon keräämiseen, omaisuuden- ja kunnonhallintaan, suunnitteluun ja urakoiden valvontaan sekä raportointiin. Tällaisia käytössä olevia järjestelmiä ovat esim. Sitowise Oy:n Louhi-järjestelmä ja Autori Oy:n Autori-tietopalvelut.



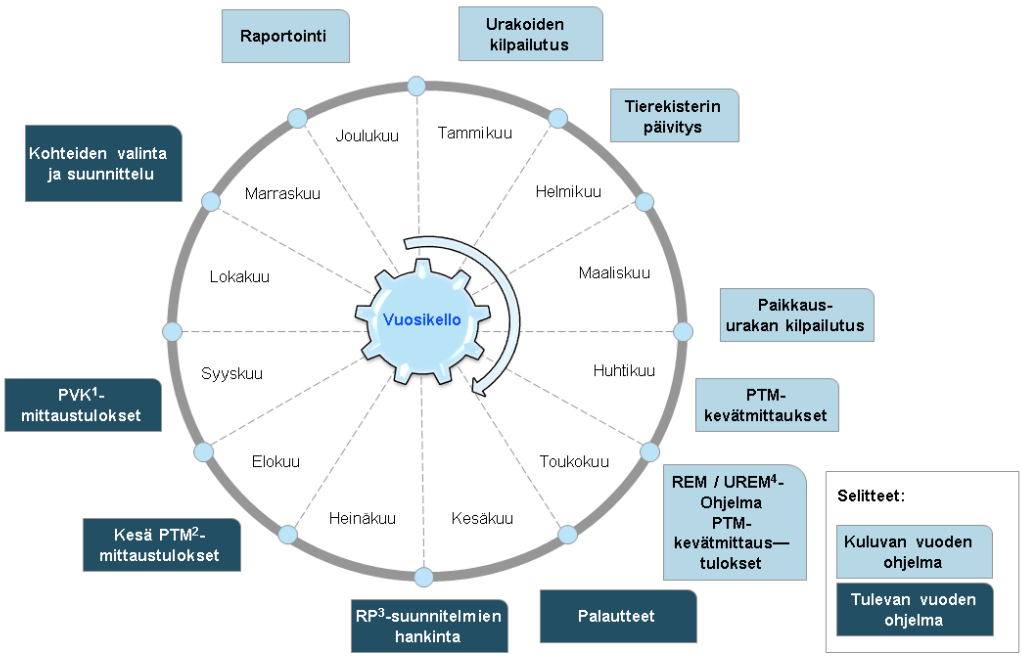
Kuva 8. Esimerkki Sitowise Oy:n paikkatietoon perustuvasta päällysteiden ylläpidon hallinnan Louhi-järjestelmästä POS ELYstä.

3 Päällysteiden korjauskohteiden ohjelmointi

3.1 Päällystysohjelmointiprosessi

Alueellisen ELY-keskuksen tehtäviin kuuluu päällystyskohteiden ohjelmointi eli kiireellisyyden perusteella tapahtuva korjauskohteiden valinta. Ohjelmoinnin tekevät ELY-keskusten päällysteasiantuntijat käytettävissä olevan määrärahan puitteissa. Ohjelmointia tehdään yhteistyössä eri asiantuntijoiden kanssa, jotta kokonaisuus saadaan huomioitua. Kohdevalinnassa noudatetaan voimassa olevia Väyläviraston toimintalinjoja sekä tulostavoitteita ja muuta vastaavaa strategista ohjausta. Päällystyskohteiden valinnassa huomioidaan tiestön kunto, liikenneturvallisuus, elinkaarikustannukset ja kuntotavoitteet. Rahoitustasosta riippumatta ohjelmoinnissa tulee aina pyrkiä vuosikustannuksiltaan tehokkaisiin ratkaisuihin.

Päällystysohjelmointi on jatkuva prosessi, jossa **suunnitellaan kuluvan ja tulevan vuoden toimintaa**. Prosessi esitetään vuosikellona kuvassa 9. Päällystettyjen maanteiden sekä kävely- ja pyöräilyteiden päällystysohjelma muodostetaan kohdejoukosta niin, että kohteille valitaan sopivin toimenpide ottaen huomioon rahoituskehys sekä kohteiden kunto ja toimenpidehistoria. Lisäksi ELY-keskus ottaa ohjelmoinnissa huomioon omat alueelliset lähtökohtansa. Näitä ovat esim. erilaiset elinkeinoelämän kuljetustarpeet. Kohdejoukon muodostamisessa rajoitteena on käytettävissä oleva budjetti, jonka seurauksena kohteiden määrää joudutaan karsimaan ja/tai siirtämään kohteilla tarvittavia päällystystoimenpiteitä myöhemmäksi esim. paikkaamalla.



Kuva 9. Päällystysohjelmoinnin vuosikello. Tekstilaatikoiden sijainti kuvaa ko. vaiheen ohjeellista päättymisajankohtaa. 1) PVK = päällystevauriokartoitus, 2) PTM = Päällystettyjen teiden palvelutasomittaus, 3) RP = rakenteen parantaminen, 4) REM/UREM = remix/uraremix-toimenpide.

3.2 Kohdejoukosta päällystysohjelma

3.2.1 Kohde-ehdokkaat

Kohde-ehdokkaiden valinta alkaa keväällä maastotarkastusten ja kevätmittausten (luku 2.5.1) jälkeen. Päällysteohjelmoinnista vastaavan asiantuntijan maastokäyntien lisäksi kohteiden valinnassa hyödynnetään maanteiden sekä kävely- ja pyöräilyteiden kunnosta kerättyjä palautteita. Avainasemassa palautteen antajina ovat maanteiden hoidon aluevastaavat, kuivatuksen koordinaattori, hoitourakoitsijat, muut urakoitsijat (esim. paikkausurakoitsijat) sekä tienkäyttäjät. Palautteen keräämiseksi on laadittu erilaisia työkaluja, joilla varmistetaan, että tiedot huonokuntoisista päällysteistä saadaan dokumentoidusti päällystysohjelmoinnin käyttöön. Tietoja päällysteiden kuntopuutteista saadaan esim. Liikenteen asiakaspalvelukeskukselta, joka on valtakunnallinen Väyläviraston, ELY-keskusten ja Fintrafficin maantie-, rata- ja vesiväyläasioiden neuvontapalvelu. Lisäksi Tienkäyttäjän linjalle voi ilmoittaa maanteiden kunnosta ja liikenteen ongelmista. Tienkäyttäjän linjalle kuuluvia ilmoituksia ovat esim. maanteiden päällystevauriot (kuopat, reiät).

Kohteiden runsas paikkaustarve saattaa joskus aikaistaa yksittäisten kohteiden toteutusajankohtaa. Esimerkiksi jos paikkaus- ja mahdolliset vahingonkorvausmäärät ja sitä kautta kustannukset ovat nousseet tai niiden ennustetaan nousevan tulevina vuosina jollakin tieosuudella merkittävästi, on syytä harkita kyseisen kohteen uudelleen päällystämistä.

Tiedonhallinnan kannalta päällysteohjelmoinnin ja -suunnitelmien laadinnan näkökulmasta on tärkeää, että kunnossapidosta vastaavat henkilöt vaihtavat tietoja. Tietojen vaihto on erityisen tärkeää keväällä, kun talven vaikutukset tiestön kuntoon paljastuvat. Myös kaikki tiestön käyttäjiltä saatu päällysteen kuntoa koskeva palaute tulee käydä läpi ohjelmointiprosessia varten. Ohjelmoinnista vastaavan tulee tutustua tiestöön, josta palautetta on tullut.

Tämän vaiheen tuloksena syntyy laaja kohdejoukko, jota muokataan prosessin seuraavassa vaiheessa.

3.2.2 Päällystysohjelman muodostuminen

Maastotarkastusten, palautteiden ja YHAn lähtötietojen perusteella priorisoidaan tärkeimmät kohteet tulevien vuosien päällystysohjelmiin. Tässä yhteydessä analysoidaan tarvittavat toimenpiteet sekä teetetään tarvittaessa päällystystyö- ja rakenteen parantamissuunnitelmat seuraavalle vuodelle. Oikeiden toimenpiteiden selvittämiseksi suunnitelmat tulee tehdä kesäaikana. Rakenteen parantamissuunnitelmien laadinnassa keskeisiä ovat maastossa tehtävät inventoinnit, erilaiset rakenteen tutkimukset ja mahdolliset mittaukset, joiden perusteella voidaan arvioida ja tehdä ratkaisuja toimenpiteistä. Maastoinventointien tekemiseksi paras ajankohta on kevät roudan sulamisen aikoihin, jolloin routaheitot, kohonneet maakivet ja tien rakenteen kuivatuspuutteet pystytään parhaiten havaitsemaan. Kuivatuspuutteiden inventointi voidaan tehdä tehokkaimmin keväällä ennen kasvukauden alkua, jolloin ojien kunto on selvimmin nähtävissä.

Päällystysohjelmointia tehtäessä on arvioitava ohjelman toteuttamisen taloudellisuutta. Joitakin kohteita saatetaan esimerkiksi siirtää seuraavana vuonna

toteutettavaksi, jos alueella on tulossa muitakin kohteita toteutukseen samanaikaisesti. Näin toimimalla saadaan luotua yhtenäisempiä alueellisia kokonaisuuksia. Toimenpiteiden yhtenäisyys tulee lisäksi koordinoida naapureina olevien ELY-keskusten kanssa. Yhtenäisyydellä pyritään välttämään kunnoltaan epäyhdenmukaisia yhteysvälejä sekä hakemaan synergiaetuja urakoiden toteuttamisessa.

Päällysteiden ohjelmoinnin kannalta päällystyskohteen tehokkuutta kuvataan huonokuntoisten 100 m jaksojen peittoprosentilla, eli kuinka monta prosenttia päällystyskohteen kokonaispituudesta on jonkin kuntomuuttujan osalta huonokuntoista (kuntoluokassa 1 tai 2).

Talouden ja ympäristökysymysten näkökulmasta hankittavan urakan tehokkuuteen vaikuttaa kohteiden alueellisuus ja koko. Tämä tarkoittaa käytännössä mm. pyrkimystä saada yhdelle asfalttiasemalle (varsinkin jos kyseessä on liikuteltava asema taajamien ulkopuolella) mahdollisimman paljon valmistettavia päällystemassamääriä. Toinen huomioitava seikka alueellisuudessa on päällystemateriaalien ja -massojen kuljetusmatkojen minimointi sekä päällystyskohteen koko. Päällystyskohteen tulisi olla vähintään yhden työvuoron kokoinen, paikkaustöitä lukuun ottamatta, jottei tehokkuus kärsisi. Yleisesti esim. remixpintauskohteen tulisi olla vähintään n. 3 km.

Kohde-ehdokasjoukon valintaperusteina eri **päällysteenkorjausluokissa (PK)** noudatetaan seuraavia valintaperusteita:

- PK1-luokan ja vilkasliikenteisillä PK2-luokan teillä kohde-ehdokkaat valitaan ensisijaisesti mitatun uraisuuden (URA) perusteella. Toteutuksessa pyritään tehokkuuteen. Nykyisillä urarajoilla (liite 1) tehokkuus tarkoittaa sitä, että huonossa tai erittäin huonossa kunnossa olevia tiejaksoja on yhteensä yli 60 % kohteen kokonaispituudesta ja että näiden joukossa on joitain erittäin huonokuntoisia tiejaksoja. Jos kohteen urautuminen on erittäin epätasaista, yksittäiset liikenneturvallisuutta vaarantavat urat poistetaan ennen päällystämistä kevyemmillä toimenpiteillä, kuten paikkauksella. Varsinkin vilkkaimmilla teillä keväällä mitattu urasyvyys voi poiketa ennusteesta, ja siksi osa kohteista selviää vasta kevätmittausten perusteella. Uran lisäksi PK1/PK2-luokan vähäliikenteisemmillä teillä ja monikaistaisten teiden lisäkaistoilla päällystystarve aiheutuu usein epätasalaatuisen päällysteen purkaantumisesta ja reikiintymisestä.
- Vähäliikenteisillä PK2-luokan teillä ja luokassa PK3 kohde-ehdokkaat valitaan pääosin vaurioiden perusteella. Valinnassa käytetään päällystevauriokartoitusten (PVK) mittaustuloksia sekä palautteita tienkäyttäjiltä ja ammattilaisilta, kuten hoitourakoitsijoilta. Korjaustarvetta aiheuttavat pintavaurioiden lisäksi yksittäiset liikenneturvallisuutta vaarantavat tai ajomukavuutta heikentävät heitot ja painumat tai nopeat muodonmuutokset. Ennen kohteiden toteutusta niille tehdään suunnitelmat ja kuivatus hoidetaan tarvittaessa kuntoon, joten kohde-ehdokkaiden tulee olla tiedossa riittävän ajoissa ennen aiottua toteutusta. Koska vaurioitumista ei voi ennustaa, tulee mahdollisen monivuotisen ohjelman toteutuksessa varautua muutoksiin. Tien ohut päällystekerros ja suuri raskaan liikenteen kuormitus ovat riskitekijöitä tien kunnon nopealle heikkenemiselle, mikä otetaan huomioon kohteiden priorisoinnissa.

Kohde-ehdokkaat tulee tarkistaa maastossa, jotta tärkeimmät kohteet voidaan priorisoida tulevien vuosien päällystysohjelmiin. Samalla määritetään valitun kohteen alku- ja loppupaalut sekä valitaan alustavasti kohteelle soveltuva työmenetelmä, ottaen huomioon kohteiden kunto ja toimenpidehistoria. Maastokäynnit dokumentoidaan riittävällä tarkkuudella. Sen jälkeen kohde-ehdokkaille hankitaan tarkemmat toteutussuunnitelmat kustannusarvioineen.

Kohteiden valinnan jälkeen varsinainen päällystysohjelma kirjataan YHA-järjestelmään (Tierakenteiden hallintajärjestelmä).

Priorisoitua kohdejoukkoa ja yksittäisen kohteen sisältöä voidaan joutua tarkistamaan ja muokkaamaan prosessin aikana.

Koska päällysteisiin osoitettu rahoitustaso on yleensä vajaa suhteessa tarpeisiin, kohteita priorisoidaan seuraavasti: Ensin pyritään säilyttämään merkityksellisimmän PK1-luokan tiestön kunto tavoitetilassa. Toiseksi pyritään estämään huonokuntoisen tiestön määrän kasvu luokassa PK2. Kolmanneksi pyritään estämään huonokuntoisen tiestön määrän kasvu luokassa PK3. Mikäli rahoitustaso sallii, on neljäntenä priorisoinnissa pyrkimys parantaa PK2 ja PK3 tavoitteelliseen kuntotilaan. Priorisoinnin eri vaiheiden jälkeen joidenkin kohteiden toteutusta joudutaan siirtämään myöhemmäksi, esimerkiksi paikkaamalla.

Kohde-ehdokasjoukosta muodostuva päällystysohjelma on sovitettava ELY-keskuksen muihin hankkeisiin (siltakohteet, investointihankkeet sekä raskaat tien rakenteiden parantamishankkeet) päällekkäisten toimenpiteiden välttämiseksi. Lisäksi on huomioitava ulkopuolisten tahojen, kuten Väyläviraston, hankkeet (esim. tie- ja ratainvestointihankkeet, jakovarahankkeet) sekä toteutussopimuksilla tehtävät hankkeet (esim. kuntien rahoittamat parantamishankkeet ja kunnille luovutettavat asemakaava-alueilla sijaitsevat maanteiden hankkeet). Tärkeintä on jatkuva yhteydenpito korjauksesta ja hoidosta vastaavien henkilöiden välillä.

3.3 Päällystysohjelman ulkopuolelle jääneet kohteet ja tulevan kauden kohteet

Osa kohteista jää kuluvan kauden päällystysohjelman ulkopuolelle priorisointivaiheessa; osa teknisestä syystä (esim. peitto-% kehittyy vielä, mikä koskee lähinnä AB- ja SMA-päällysteitä), osa taloudellisista syistä (kerätään useampi kohde samalle alueelle seuraava vuonna) ja osalle teetetään päällystys- tai rakenteen parantamissuunnitelma seuraavalle vuodelle. Joillekin näistä kohteista voidaan tehdä paikkaustoimenpiteitä tai muita tässä luvussa esitettyjä toimenpiteitä.

3.3.1 Paikkausohjelmat

Kevätmittausten ja saatujen palautteiden perusteella päällystysohjelmaa täydennetään talven jäljiltä paljastuvien, syvien, liikenneturvallisuutta vaarantavien urien poistamiseksi. Tyypillisesti nämä kohdat korjataan uraremix-menetelmällä (UREM), jolla urat voidaan poistaa nopeasti ja edullisesti. UREM-kohteet voidaan toteuttaa osana monivuotisia urakoita tai hankkia ao. urakat erik-

seen. Uria voidaan poistaa myös osittain. Tällä pyritään homogenisoimaan tiejaksoja, jotta saadaan myöhemmille vuosille tehokkaita ja pidempiä päällystyskohteita. Homogenisoimalla saadaan jaksolle tasaisempi urasyvyys.

Varsinaista päällystystä voidaan siirtää myös muilla paikkaustoimilla. Suunnitelmallisella vaurioiden paikkaamisella voidaan turvata kohteen liikennöitävyys. Esimerkiksi sirotepintauksen avulla korjataan päällysteen purkaumakohtia ja pinnan avonaisuutta (kuva 10). Päällysteiden paikkausmenetelmät valintaperusteineen esitetään Väyläviraston ohjeessa *Päällysteiden paikkaus*.

Kuva 10. Oikea-aikaisella paikkauksella jatketaan päällysteen käyttöikää. Sirotepaikkauksella (SIPA) korjataan päällysteen purkaumia ja estetään näiden kohtien reikiintyminen.

3.3.2 Liikenteen varoittaminen ja nopeuden alentaminen

Jos koko suunnitellun päällystysohjelman toteuttamiseen ei ole riittäviä resursseja ja kohteen toteutusta joudutaan siirtämään esimerkiksi vuodella eteenpäin eikä kohdetta saada paikkaamalla korjattua, saatetaan liikenneturvallisuuden varmistamiseksi joutua joissain tapauksissa tilapäisesti alentamaan tien nopeusrajoitusta sekä varoittamaan tien kunnosta liikennemerkein. Nopeusrajoitusta alennetaan, jos tien heikentynyt kunto rajoituksen mukaisella nopeudella ajettaessa voi vaarantaa turvallisuutta tai aiheuttaa vaurioita ajoneuvolle. Alentaminen tulee kysymykseen varsinkin korkeilla rajoitusarvoilla (≥ 80 km/h) esim. huomattavan talvisen kulumisen jälkeen, kun parannustoimia ei ole lähiaikoina odotettavissa. Jos liikenneturvallisuus ei olennaisesti vaarannu, yksittäisestä huonokuntoisesta tienkohdasta ilmoitetaan vain varoitusmerkillä.

Kuva 11. Liikennettä varoitetaan päällysteen huonosta kunnosta liikennemerkein liikenneturvallisuuden varmistamiseksi. Kuva: Jarmo Eskola, Ramboll CM Oy.

3.3.3 Päällysteen poistaminen

Mikäli kohde on hyvin vähäliikenteinen ja huonokuntoinen, harkitaan myös päällystetyn tien muuttamista soratieksi. Päällysteen purkaminen ja muuttaminen soratieksi voi olla edullisin vaihtoehto käyttöikänsä päässä olevalle, hyvin vähäliikenteisen tien vaurioituneelle päällysteelle, jonka liikennemäärät eivät ole lisääntymässä. Soratieksi muuttaminen vaatii aina tapauskohtaista harkintaa. Käytännössä arvioidaan esimerkiksi, johtaako hyvä soratie parempaan saavutettavuuteen ja sitä kautta yhteiskunnan jäsenten tasa-arvoisempaan kohteluun kuin huonokuntoinen päällystetty tie.

Kun suunnitellaan päällystetyn tien tai tieosan muuttamista soratieksi, tulee huomioida tien yhteiskunnallinen merkitys (mm. tienkäyttäjien tarpeet, alueta-loudelliset näkökohdat, sosiaalinen tasa-arvo ja elinkeinoelämän tarpeet) sekä tieverkollinen asema (saavutettavuus). Harkinnassa voidaan hyödyntää alempiasteiselle tieverkolle tehtyjä merkitsevyysluokituksia. Yleisesti merkittävyysluokitukset huomioivat mm. tien/tieosan liikennemäärät, linja-autoliikenteen vakiovuorot, työssäkäyntiliikenteen ja koulukuljetukset. Raskaan liikenteen määrän lisäksi merkittävyysluokituksissa on yleensä selvitetty säännöllinen tavaraliikenne, kuten maitokuljetukset, puutavarakuljetukset, aktiiviset jätteenkeruu- ja jätteenkäsittelylaitokset (kaatopaikat), maa-ainesottopaikat sekä yritykset, joilla on tavara- tai matkailuliikennettä. Harkinnassa tulee selvittää myös tienpitäjälle aiheutuvat kustannukset sekä tekniset mahdollisuudet. Tienpitäjällä tulee olla selvillä tien hoitokustannukset (soratien hoito / huonokuntoisen päällysteen korjaus esim. paikkaamalla). Lisäksi tulee selvittää, onko haurastuneen päällysteen kestävämpi paikkaaminen enää edes teknisesti mahdollista.

Päällystetyn tien muuttamiselle soratieksi ei voida enää asettaa yksiselitteistä KVL-rajaa, vaan jokainen tapaus on tutkittava erikseen. Ennen muuttamista tulee myös käydä vuoropuhelua alueen asukkaiden sekä kunnan tai kaupungin kanssa, jotta mahdolliset tulevat muutokset maankäyttöön voidaan huomioida päätöstä tehdessä.

Kuva 12. Huonokuntoinen SOP-päällyste maantiellä Mt 17515 Jokisalo, jossa KVL on 87 ajon/vrk. Kuva: Jarmo Eskola, Ramboll CM Oy.

3.3.4 Muiden ennakoivien korjaustoimenpiteiden ohjelmointi

Osana kuvassa 9 esitetyn päällystysohjelmoinnin vuosikellon mukaista tulevan vuoden suunnittelua tutkitaan ja suunnitellaan ennakoivat korjaustoimenpiteet. Tässä yhteydessä voidaan kohdistaa toimenpiteitä myös kuluvan kauden päällystysohjelman ulkopuolelle jääneisiin kohde-ehdokkaisiin.

Keväällä, roudan sulamisen aikoihin tehtävissä maastoinventoinneissa havaitut routaheitot (onko tarve tehdä esim. lyhyitä massanvaihtoja), kohonneet maakivet ja tien rakenteen kuivatuspuutteet tulisi korjata jo päällystämistä edeltävänä vuotena, jotta esim. rumpujen vaihtokohdat ja maakivien poistokohdat ehtisivät painua. Jos tähän ei ole mahdollisuutta, kyseiset korjaustyöt tulisi suorittaa mahdollisimman aikaisin ennen päällystyskauden alkua. Herkästi routivilla teillä ojien kaivamiset pyritään ajoittamaan alkukesään, jotta luiskat ehtivät ruohottua ennen talvea.

Kuivatuksen kunnostuskohteiden valinta ja tarvittavien töiden aikatauluttaminen rahoituksen puitteissa on tärkeä osa ohjelmointityötä. Kohteet ohjelmoidaan pitkälle aikavälille ja tarkentuvat toteutusvaiheen lähestyessä. Kuivatuksen kunnostuskohteiden ohjelmointityö on jatkuva prosessi, jossa päällyste-, paikkaus- ja kuivatusohjelmat synkronoidaan systemaattisesti. Tämä vaatii jatkuvaa tarkastelua ja yhteensovittamista päällystysohjelmoinnin kanssa.

Kuivatuskohteiden valinnassa priorisoidaan vähintään tyydyttävässä kunnossa olevat päällysteet, joilla on kuivatuspuutteita. Koska vähäliikenteisillä teillä päällystämiskierto on selkeästi pidempi kuin vilkkailla teillä, kannattaa vähäliikenteisten teiden osalta parantaa kuivatus, vaikka päällystäminen olisi tehty jo muutama vuosi sitten. Kuivatuksen parantamisen kohdejoukko tulee olla sen verran suuri, että ne kattavat kaikki lähiajan päällystyskohteet.

Päällysteitä uusittaessa on päällysteen elinkaaren kannalta parasta, että kaikki kuivatuksen parantamistyöt tehdään ennen päällystämistä. Erityisen tärkeää kustannusten ja laadun näkökulmasta on, että rumpujen uusimiset tehdään ennen päällystämistä. Puutteellinen kuivatus voidaan parantaa edellisinä vuosina tai viimeistään päällystysvuotena. Tietoa kuivatuspuutteista saadaan inventoinneista tai niiden pohjalta tehdyistä suunnitelmista. Jotta kuivatuspuutteet saadaan etukäteen korjattua, kuivatuspuutteiden korjauksia ohjelmoivalle henkilölle tulee kertoa tulevien vuosien potentiaalisista päällystyskohteista. Kuivatuspuutteiden korjaus ei mene hukkaan, vaikka päällystystä ei tehtäisikään vielä ohjelmoituna vuotena.

Tie	KVL ka	Tiepituus/m	Ojapituus/ m	Kuivatus-puutteet/ m	Kuivatus-peitto -%	Huonot päällysteet/ m	Huonot päällysteet/ %	Toteutus	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
69	1795	28 400	56 800	49 898	87,8 %	3 050	10,7 %	AU												
531	659	19 883	39 766	14 892	37,4 %	4 538	22,8 %	YP												
543	480	17 561	35 122	17 544	50,0 %	5 184	29,5 %	YP												
545	807	53 343	106 686	48 881	45,8 %	1 883	3,5 %	AU > 2/1200-4/0, 7/9000-10/800 ; YP > 6/1												
548	726	30 807	61 614	28 834	46,8 %	7 160	23,2 %	AU/YP												
551	1746	75 364	150 728	105 912	70,3 %	9 162	12,2 %	AU/YP												
554	409	23 439	46 878	12 626	26,9 %	11 969	51,1 %	YP												
659	461	22 973	45 946	33 388	72,7 %	5 500	23,9 %	YP												
4520	326	5 377	10 754	1 138	10,6 %	200	3,7 %	Ei toteutusta												
5300	170	2 740	5 480	2 610	47,6 %	300	10,9 %	AU												
5451	642	12 053	25 342	25 342	100,0 %	1 360	11,3 %	AU												
5460	172	16 718	33 436	32 729	97,9 %	2 810	16,8 %	AU > 4/3800-9000, YP > 4/9000-7/2800												
5492	234	27 481	54 962	42 787	77,8 %	3 100	11,3 %	YP > 3/6300-4/4800, muuten ok												
5512	336	5 307	10 614	10 562	99,5 %	0	0,0 %	AU												
5513	392	4 648	9 296	8 579	92,3 %	1 098	23,6 %	AU												
5514	491	1 463	2 926	2 858	97,7 %	300	20,5 %	AU												
5517	337	13 838	27 676	20 677	74,7 %	6 238	45,1 %	YP												
5541	179	10 490	20 980	10 962	52,2 %	3 190	30,4 %	AU	?											
5542	179	17 233	34 466	11 890	34,5 %	301	1,7 %	AU												
5550	544	22 466	44 932	34 295	76,3 %	1 500	6,7 %	YP > 4/0-4/6200												
15290	590	11 542	23 084	13 087	56,7 %	3 042	26,4 %	AU												
16087	239	7 016	14 032	8 728	62,2 %	1 280	18,2 %	AU												
16089	352	3 921	7 842	6 765	86,3 %	21	0,5 %	AU												
16153	300	2 442	4 884	1 630	33,4 %	200	8,2 %	AU												
16154	530	2 495	4 990	2 711	54,3 %	1 095	43,9 %	YP												
16157	236	10 286	20 572	14 541	70,7 %	700	6,8 %	AU > SIP osuus												
16193	1469	1 730	3 460	2 203	63,7 %	600	34,7 %	AU/YP												
16194	1654	2 657	5 314	2 824	53,1 %	800	30,1 %	AU/YP												
16195	271	15 921	31 842	16 764	52,6 %	2 700	17,0 %	AU												
16199	123	501	1 002	1 002	100,0 %	501	100,0 %	Soralle kunnostus+kuivatuksen parantam												
16270	406	2 402	4 804	3 837	79,9 %	100	4,2 %	AU												

Kuva 13. Periaatekuva päällystettyjen teiden kuivatuksen korjauskohteiden suunnittelusta.

RP-kohteiden osalta kuivatuksen parantaminen kannattaa tehdä samassa urakassa. RP-kohteiden kuivatuksen parantamisessa huomioidaan kuivatuksen kokonaisuus, jotta kuivatus ei rajaudu vain päällystyskohteen rajaan saakka. Tällä tarkoitetaan esim. sivu- ja laskuojien kunnostuksen ulottamista esim. vedenjakajalle saakka, jotta kuivatus todella toimii (kuva 14). Kuivatuksesta kerrotaan tarkemmin kappaleessa 4.2.1 sekä Väyläviraston ohjeessa *Maanteiden kuivatuksen kunnossapidon hallinta*.

Kuva 14. Sivuoja kunnostettu puutteellisesti. Vesi patoaa maakiveen. Kuva: Jarmo Eskola, Ramboll CM Oy.

3.3.5 Päällysteiden ennakoivan hoidon ja kunnostuksen ohjelmointi (PEHKO)

Vuonna 2015 käynnistyneessä Väyläviraston, Lapin, Keski-Suomen ja Uudenmaan ELY-keskusten sekä Roadscanners Oy:n yhteisessä Päällysteiden ennakoivan hoidon ja kunnostuksen ohjelmointi (PEHKO) -tutkimus- ja kehitysprojektissa tutkitaan päällystettyjen teiden elinkaarikustannuksia ja niihin vaikuttavia tekijöitä.

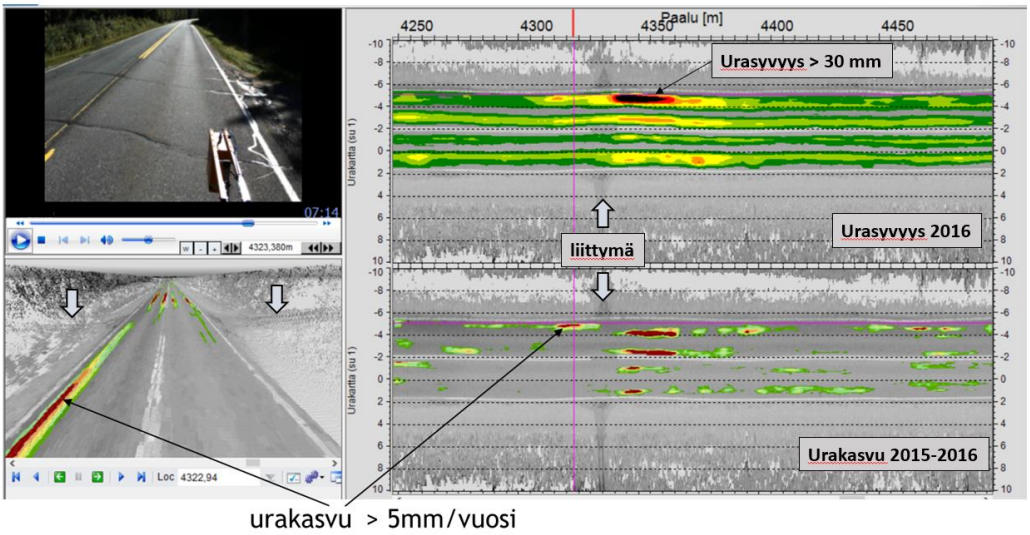
PEHKO-alueet ovat:

- Lapin tieverkko kattaa Kemi–Tornio-hoitoalueen päällystetyt tiet sekä Rovaniemen hoitoalueen päätiet, yhteensä 1 252 km. Projekti ajoittuu vuosille 2015–2025.
- Keski-Suomen alue kattaa Karstulan hoitoalueen päällystettyjä teitä 410 km. Projekti ajoittuu vuosille 2015–2025.
- Uudenmaan kohteeseen kuuluu 860 km pääasiassa Hyvinkään hoitoalueen tiestöä. Projekti toteutetaan vuosina 2018–2028.

PEHKO-projektin tavoitteena on kasvattaa päällysteiden käyttöikää sekä pienentää näin päällysteiden kunnossapidon vuosikustannuksia seuraamalla päällysteiden kuntoa ja siihen vaikuttavia tekijöitä entistä kattavamman mittaustiedon avulla. Menetelminä ovat mm. taipumamittaus, maatutkaus ja laserskannaus. Mittaustietoja yhdistämällä voidaan selvittää ongelmien syyt ja suunnitella korjaustoimia tarkemmin.

Tärkeä osa päällysteiden ennakoivaa kunnossapitoa PEHKO-alueilla on niiden kuivatuksen kunnostuksen lisäksi erityisesti talvihoidon keinot: sohjo-ojien ja lumivallien kaato ennakoiden niin, että sulamisvedet eivät pääse tierakenteeseen päällystämättömältä pientareelta vaan valuvat sivuojiin. Näin ehkäistään päällysteen vaurioitumista.

Normaalia mittauskiertoa tiheämmät mittaukset antavat päällysteiden kunnon seurantaan, korjauksien ohjelmointiin ja suunnitteluun hyvät lähtökohdat. Projektin tavoitteena on esim. reagoida proaktiivisesti päällysteen alkaviin väsymisongelmiin ennen kuin päällysteeseen muodostuu näkyviä halkeamia. PEHKOn positiivisena tuloksena on raportoitu saavutettujen päällysteiden vuosikustannussäästöjen lisäksi mittaustulosten monipuolinen integroitu analysointi ja diagnostiikka sekä tehtyjen toimenpiteiden jälkiarviointi.



Kuva 15. Esimerkki laserkeilainaineiston analyysituloksista PEHKO-projektissa. Kuva: Timo Saarenketo, Roadscanners Oy.

Kuvassa 15 oikealla ylhäällä esitetään urautumiskartta 2016 ja oikealla alhaalla urakasvukartta laskettuna vuosien 2016 ja 2015 mittaustulosten erotuksesta. Vasemmalla ylhäällä esitetään videokuva kohteesta ja vasemmalla alhaalla

pistepilvivideo, jossa näkyvät urasyvyydet. Tulokset osoittavat selkeästi, että nopea urautuminen liittyy yksityistieliittymään ja todennäköisesti sen kuivatuspuutteisiin.

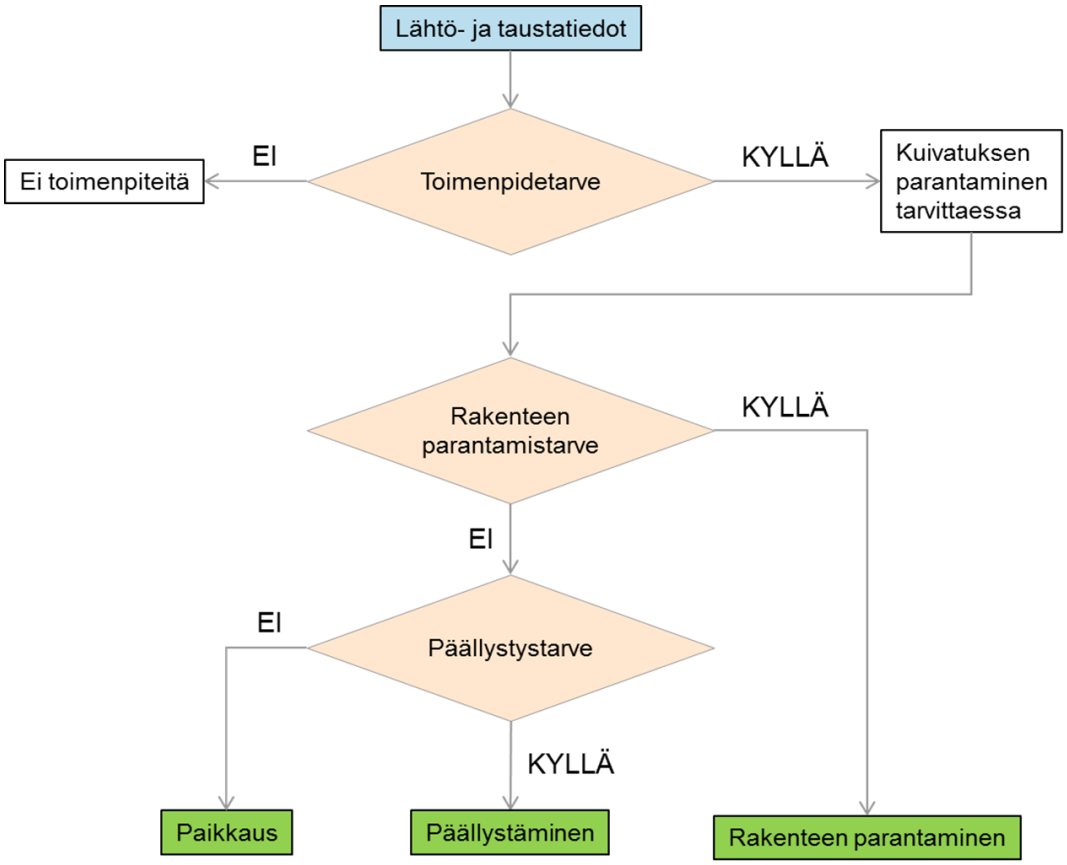
4 Kohteiden suunnittelu

4.1 Yleistä

Päällystysohjelmoinnin perusteella päällystyskohteista luodaan urakkaa varten työkohdeluettelot. Lisäksi tarkempaa suunnittelua vaativista kohteista, kuten ainakin siltoja sisältävistä kohteista ja kaikista rakenteen parantamiskohteista, tulee suunnittelijan tai päällysteasiantuntijan tehdä työkohdesuunnitelmat. Työkohdeluettelolle ja työkohdesuunnitelmille on olemassa Väyläviraston malliasiakirjat. Tässä luvussa on kuvattu päällystyskohteiden tarkempi suunnittelu siitä lähtökohdasta, että päällystyskohteille on ohjelmoinnissa määritetty tieosoitteiston mukainen paaluväli, jolle tehdään kohdesuunnitelma ja valitaan työmenetelmä.

4.2 Toimenpiteiden valintaperiaatteet

Päällystyskohteiden suunnittelun tavoitteena on valita työkohteelle kustannustehokkaat toimenpiteet. Suunnittelun vaiheet voidaan esittää kuvan 16 mukaisena prosessina:



Kuva 16. Periaatekuva päällysteiden korjauskohteiden suunnittelusta.

Lähtötilanteessa tarkastelunalaiset päällystyskohteet eli ne valitut tiejaksot, joille on päätetty tehdä toimenpide, muodostavat kohdejoukon. Yleensä kohdejoukko muuttuu suunnittelun aikana, koska rahoituskehyksestä ja kohteille va-

littavista työmenetelmistä riippuen osa kohteista saattaa jäädä pois toimenpidelistalta suunnittelun tarkentuessa tai toteutus siirretään tuleville vuosille. Myös uusia kohteita voi nousta listalle esimerkiksi tien odottamattoman vaurioitumisen takia. Muita lähtötietoja ovat kohteiden liikennemäärät, korjausluokat, tiedot edellisistä päällysteistä (päällystämisvuosi, päällystetyyppi ja työmenetelmä) sekä erilaiset erityistarpeet, kuten sivukaltevuuspuutteet tai tarve melua vaimentavien päällysteiden käytölle.

Työkohteen suunnittelun aluksi on tehtävä kustannusten kannalta merkittävin päätös toimenpiteen laajuudesta, ts. tehdäänkö kohteelle rakenteen parantaminen vai pintakunnon korjaustoimenpide, jota täydennetään tarvittavin osin tierakenteen täsmäkorjauksilla ennen päällystämistä.

Päätöksen tulee perustua teknisiin perusteisiin (mm. vaurioitumisnopeus), tien liikennemäärään, korjausluokkaan sekä käytettävissä olevaan rahoituskehykseen.

Kun arvioidaan rakenteen parantamistarvetta, tarkastellaan **tien nykytilaa ja siitä riippuvaa parantamistarvetta suhteutettuna tien liikenteellisestä merkityksestä riippuvaan rahoitustasoon**. Kun rahoitus on havaittuihin parantamistarpeisiin nähden liian pieni, joudutaan tekemään valintoja. Valintatilanteessa määritetään suurimmat haitat ja rahoitus kohdennetaan niiden poistamiseen. Haittoja arvioidaan sekä tienkäyttäjien että mahdollisuuksien mukaan tien pääoma-arvon säilyttämisen kannalta. Tien liikenteellinen merkitys sekä raskaiden ajoneuvojen määrä pitää selvittää tapauskohtaisesti. Tämän pohjalta harkitaan, paljonko on perusteltua käyttää tien palvelutason parantamiseen ja paljonko vaurioitumisen hidastamiseen *(Rakenteen parantamisen suunnittelu,* Tiehallinto 2005).

Rakenteelliset ongelmat liittyvät pääsääntöisesti joko tien profiiliin (heitot, sivukaltevuus, painumat), tien kantavuuteen (verkkohalkeamat, painumat, pituussuuntaiset halkeamat ajouran pohjalla, deformaatiourautuminen) tai tien routavaurioihin (pituushalkeamat keskellä).

Teknisesti tielle tai sen osalle tulee tehdä rakenteen parantaminen, jos

- tien kantavuus on oleellisesti heikentynyt, mikä näkyy päällystevaurioina (verkkohalkeamat), pituussuuntaisina halkeamina ajouran pohjalla (kuormitus on ylittänyt päällysteen alapinnan sallitun vetojännityksen), painumina ja deformaatiourautumisena
- tien poikkiprofiili ei ole säilynyt alkuperäisessä muodossaan, sivukaltevuudet eivät ole kunnossa, vesi ei pääse poistumaan päällysteen päältä jne. (painumat, heitot)
- tiellä on roudan aiheuttamia vaurioita (pituussuuntainen halkeama keskellä tietä)
    - epätasainen routanousu voi yhdistyä myös tien kapeuteen tai jyrkkäluiskaisuuteen
    - routa nostaa myös tien rungossa ja pohjamaassa olevia maakiviä ja lohkareita tien pintaan sekä aiheuttaa siirtymärakenneongelmallisten poikkirumpujen liikkumista (heitto tai painuma)
- tien päällyste- tai rakennekerrokset ovat liian ohuet tai heikkolaatuiset.

Rahoituskehyksestä tai valitusta korjausstrategiasta johtuen on mahdollista tehdä teknisesti kevyempikin toimenpide kuin tien rakenteellinen kunto edellyttäisi. Tämä voi johtaa pidemmällä aikavälillä kohonneisiin vuosikustannuksiin ja siten tehottomampaan rahankäyttöön. Usein rahoitustaso on etenkin vähäliikenteisillä teillä parantamistarpeeseen nähden liian pieni tai kohteelle ei löydy vaihtoehtoisia parantamisratkaisuja. Tällöin tilaaja tekee jo tilausvaiheessa valinnan yksittäisten kohtien korjaamisesta tai rakenteen vahvistamisesta eri jaksoilla lähtökantavuuden ja kantavuuslisäyksen muodossa. Tilaaja voi myös antaa sitovana sellaisen rakennetyypin, jonka on kokemusperäisesti havaittu kohteen muulla osuudella tai toisella vastaavalla kohteella toimivan hyvin. Rakenteen ei tarvitse tällöin olla suunnitteluohjeiden mukainen. Parantamiselle ei voida asettaa tuotevaatimuksena tavoitekantavuutta eikä vaurioitumattomuutta, vaan laatutavoitteet asetetaan esim. kerrospaksuuksille ja kerrosten tiiveydelle *(Rakenteen parantamisen suunnittelu*, Tiehallinto 2005).

4.2.1 Kohteiden kuivatuksen suunnittelu

Kohteiden kuivatuksen kunnostuksen suunnittelu voidaan tehdä erillisenä kuivatussuunnitelmana tai päällystyskohteiden suunnittelun yhteydessä. Kuivatuksen suunnittelu tehdään yhteistyössä kuivatuskoordinaattorin, hoidon asiantuntijoiden, aluevastaavien, tiestövastaavan, maanhankintavastaavan ja päällystevastaavan kanssa. Kaikkien asiantuntijoiden panosta tarvitaan, että kuivatus saadaan suunniteltua lähtötiedoista toteutukseen tarvittavine lupineen.

Kuivatuskohteiden suunnittelun lähtökohtana on maastokäynti. Suunnittelussa huomioidaan kokonaisuus rakenneosiin kohdistuvista toimenpiteistä huolimatta, sillä veden tulee päästä virtaamaan ajoradalta pois luonnon uomiin. Suunnitelmissa määritetään veden virtaussuunnat, jotta vesi saadaan ohjattua tierakenteesta pois oikeaan suuntaan eikä synny luuppeja, joissa vesi virtaa ojissa mutta lopulta imeytyy tierakenteisiin.

Kuivatuksen parantamisen toimenpiteet suunnitellaan kokonaisuutena tien vedenjakajalta (tyypillisesti sivuojan korkein kohta tietyssä liittymässä) purkukohtaan (laskuojat, luonnon uomat). Toimenpiteet suunnitellaan tarpeelliselta osin; kaikkia kohtia ei ole mahdollista eikä tarpeen korjata suunnitteluohjeiden tavoitearvoihin, kunhan kokonaisuus saadaan toimivaksi. Kuivatustoimenpiteet sidotaan tieosoitteina tai koordinaatteina kartalle. Tehtävistä kuivatustoimenpiteistä tehdään myös luettelo, jonka tiedot ovat yhteensopivia Väyläviraston rekistereiden kanssa. Suunnittelussa voidaan hyödyntää mobiilisti käytettävää järjestelmää, josta tiedot saadaan suoraan digitaalisessa muodossa.

Varsinaisten kuivatustoimenpiteiden lisäksi kuivatussuunnitelmassa ilmoitetaan niiden yhteydessä poistettavat, jaksoilla olevat haitalliset vieraslajikasvit, kuten kurtturuusut, lupiinit ja jättiputket. Määrät on arvioitava ja ilmoitettava suunnitelmassa, sillä näiltä kohdilta poistettuja maa-aineksia ei saa sekoittaa muihin maa-aineksiin, vaan ne on vietävä ko. kunnan osoittamaan paikkaan. Vieraslajien poisto voi vaatia useankin vuoden työn uusintakäsittelyineen, että ne saadaan kokonaan hävitettyä.

Kuivatuksen suunnittelussa huomioidaan tulevien päällystyskohteiden leventämiset, korotukset, kallistuksen korjaukset ja muut kuivatusrakenteet. Päällysteen pintojen tulee johtaa vesi sadevesikaivojen tai sivuojien kautta laskuojiin tai luonnon uomiin. Vesi ei saa ohjautua takaisin tien runkoon.

Tyypillisimpiä kuivatuksen kunnostustoimenpiteitä ovat ojan perkaus tai kaivu sekä reunapalteen poisto. Ojan perkauksella tarkoitetaan ojan puhdistamista kasvustosta ja lietteestä alkuperäiseen rakennesyvyyteen. Ojankaivulla tarkoitetaan uuden ojan tekemistä, umpeutuneen ojan uudelleen ojitusta tai nykyisen ojan merkittävää uudelleen muotoilua luiskineen. Ojitukseen ja perkaukseen kuuluu myös tarvittaessa reunapalteen poisto sekä työssä syntyvän materiaalin pois vienti. Ojankaivun yhteydessä kavennetaan ylileveät tukipientareet sisäluiskaa loiventamalla.

Aina kun ojitetaan, aukaistaan myös tukkeutuneet rummut tai uusitaan rikkoontuneet tai lisätään puuttuvat rummut veden virtaamisen varmistamiseksi.

Rumpujen uusimiset on hyvä ajoittaa ennen tien varsinaista päällystämistä. Jos kohteeseen tulee kaksi tai useampia päällystekerroksia, rummun kohdat on hyvä jättää painumaan liikenteen alle ennen viimeistä päällystekerrosta, jos se on ajallisesti mahdollista toteuttaa. Ennen rumpujen uusimista tulee tarkastella, onko rumpujen kokoa, materiaalia tai korkeusasemaa virtaamien tai muiden syiden takia samalla syytä muuttaa. Rumpujen perustamistapa tulee myös varmistaa InfraRYL luvun 14350 mukaiseksi. Rumpujen ympärystäyttöjen kunnollinen tiivistys tulee varmistaa ennen päällystämistä, jotta vältytään takuuaikaisilta rumpuheitoilta.

Etelä- ja Länsi-Suomen rannikkoalueilla esiintyy hapanta sulfaattimaata (alunamaata). Näillä alueilla on kiinnitettävä huomiota asennettaviin teräsrumpumateriaaleihin ja niiden korroosion suojaukseen. Sulfaatista muodostuu ajan saatossa sulfidisavikerroksia, ja jos sulfidisavikerros altistuu ilman hapelle esim. kaivamisen yhteydessä, syntyy erilaisia rauta- ja rikkiyhdisteitä (ja jopa rikkihappoa), joka happamoittaa maan (pH 3,5–4,5). Hapan maa syövyttää metalleja, kuten suojaamattomia teräsrumpuja.

Päällystyskohteilla voidaan joutua uusimaan päätierumpujen lisäksi myös liittymärumpuja. Sivuojan jatkeena uusimistarpeessa olevat liittymärummut pyritään uusimisen yhteydessä siirtämään kauemmaksi liittymään (4–6 m poispäin sivuojalinjasta).

Päätierumpujen vaihdossa tulee suunnitella rummun vaihtamisen vaiheistaminen ja kiertotieratkaisut. Kiertotien tarpeellisuudesta on kerrottu Väyläviraston ohjeessa *Liikenne tietyömaalla – Tienrakennustyömaat*.

4.2.2 Rakenteen parantaminen (RP)

Rakenteen kunnon suhteen merkittävintä on kaikilla teillä se, vaurioituuko tie nopeasti vai hitaasti. Nopeasti vaurioituvat kohteet edellyttävät liikennemäärästä riippumatta aina jatkoselvityksiä, ja niiden parantamiseksi on perusteltua käyttää rankempia toimenpiteitä pidemmän kestoiän aikaan saamiseksi. Hitaasti vaurioituvilla teillä voidaan ilman tarkempia tutkimuksia tehdä palvelutason alituttua joko uudelleenpäällystys tai sekoitusjyrsintä + uudelleenpäällystys. Jos kantavan kerroksen materiaali on tutkimuksilla todettu heikkolaatuiseksi mutta vaurioituminen on hidasta, ei tielle tarvita erityisiä rakenteen vahvistamistoimenpiteitä. Yksittäisten vauriokohtien, kuten leveiden halkeamien tai routaheittojen, korjaustarpeet määritetään aina erikseen *(Rakenteen parantamisen suunnittelu*, Tiehallinto 2005).

Pääpaino rakenteen parantamisessa on tienkäyttäjien kokemien haittojen minimoinnissa ja rakenteen kestoiän kannalta haitallisimpien vaurioiden korjaamisessa.

Tienkäyttäjät kokevat selvitysten mukaan häiritsevimpinä erilaiset tien epätasaisuudet, joiden korjaamisessa noudatetaan seuraavia periaatteita:

- Yksittäiset reiät pitää korjata heti, kokonaan reikiintyneet jaksot vaativat lisäselvityksiä.
- Pintaan nousseet maakivet poistetaan muun parantamisen yhteydessä; yksittäiset kivet paikallisesti kaivamalla tai yhtenäinen osuus pysyvällä tavalla niin, että koko osuus homogenisoidaan.
- Liikennöintiä haittaavat routaheitot korjataan pysyvällä tavalla. Kiireellisimpinä korjataan koholla tai notkolla olevat rumpukohdat, jotka voivat aiheuttaa ongelmia myös kuivatuksen toimivuudelle, sekä muut mäen alla olevat terävät heitot, jotka ovat raskaalle liikenteelle haitallisia ja voivat heikentää liikenneturvallisuutta.
- Pahat reunapainumat korjataan pysyvällä tavalla. Ne ovat liikenneturvallisuusriski etenkin talvella ja voivat aiheuttaa kesälläkin raskaalle liikenteelle haittoja ja vaaratilanteita. Lievät reunapainumat voidaan täyttää päällystämisen tai sekoitusjyrsinnän yhteydessä.
- Porrastuneet halkeamat korjataan, jos porrastuma on yli 20 mm ja halkeamat sijaitsevat poikkileikkauksessa liikennettä häiritsevissä kohdissa.
- Vaurioiden korjaamiseksi tehdyt epätasaiset paikat tasataan seuraavan päällystämisen tai rakenteen parantamisen yhteydessä. Yhtenäinen pidempi jakso, jossa on useita paikkauksia, voidaan korjata erikseen uudella yhtenäisellä päällysteellä.

Rakenteen kestoiän kannalta haitallisimpia ovat seuraavat vauriotyypit, jotka korjataan paikallisesti pysyvällä tavalla:

- sellaiset päällysteen reiät (yhtenäinen osuus), jotka aiheuttavat sekä dynaamista lisäkuormitusta että kerrosmateriaalien kosteuspitoisuuden pysymistä suurena
- ajokaistalla olevat yli 40 m pitkät ja yli 20 mm leveät halkeamat sekä alavilla maastonkohdilla kaikki yli 20 mm leveät halkeamat.

4.2.2.1 Rakenteen parantamistilanteet ja -kohteiden ennakkokokeet

Mikäli rakenteen parantamiseen päädytään, tehtävät toimenpiteet valitaan kohteen ongelmatyyppien sekä mahdollisten tutkimusten ja mittausten perusteella. Rakenteen parantamistoimenpiteet kohdistuvat myös päällysteen alapuolisiin sitomattomiin rakennekerroksiin ja vaikuttavat tien rakenteelliseen kestävyyteen. Rakenteen parantamisen suunnittelusta (Tiehallinto 2005) ja päällysrakenteen stabiloinnista (Tiehallinto 2007) on laadittu erilliset ohjeet. Rakenteen parantamistoimenpide tehdään harvoin koko kohteelle; toimenpiteet kohdistetaan yleensä suunnitelman mukaisille jaksoille.

Kohteille on ennen rakenteen parantamistoimenpiteen valintaa syytä tehdä ennakkokokeita, joissa selvitetään maatutkaamalla ja kairaamalla vanhat rakenteet (kerrosvahvuudet, materiaalien rakeisuus) ja nykyinen päällystekerros (mm. paksuus, rakeisuus, bitumin määrä ja bitumin tunkeuma) sekä pudotuspainolaitteella tien kantavuus. Näiden tutkimusten perusteella suunnitellaan mm.

lisättävän kantavan kerroksen määrä ja laatu (esim. lisättävän kiviaineksen tuleekin olla sepeliä (16/56 tai 16/32) rakeisuuden korjaamiseksi) tai päädytään kantavan kerroksen stabilointiin tai kantavan kerroksen asfalttibetonin (ABK) käyttämiseen.

Tyypillisesti päällystystyön yhteydessä tehtäviä rakenteen parantamistoimenpiteitä ovat:

- rakenteen kantavuuden parantaminen lisäämällä päällysteen tai sitomattoman kantavan kerroksen paksuutta ja/tai stabiloimalla
- routaheittojen korjaaminen
- painuman korjaaminen
- sivukaltevuuden korjaaminen tai parantaminen
- vaurioitumisnopeuden pienentäminen
- leveiden pituushalkeamien korjaaminen
- tien leventäminen
- luiskakaltevuuden parantaminen.

4.2.2.2 Rakenteen parantamisen toimenpiteet

Rakenteen parantaminen (RP) voi sisältää seuraavia toimenpiteitä.

Sekoitusjyrsintä

Vanhan päällysteen ja kantavan kerroksen materiaali jyrsitään ja sekoitetaan keskenään. Tavoitteena on homogenisoida ja muotoilla nykyiset materiaalit kantavaksi kerrokseksi. Kantavuuden parantamiseksi lisätään tarvittaessa murskettа 0/45 tai karkeampaa 0/56, jonka saatavuus on parempi. Mikäli ennakkotutkimuksissa on todettu vaurioituneen päällysteen alla olevan nykyisen kantavan kerroksen yläpinnan olevan hienontunut, eli sen hienoainespitoisuus on kalliomurskeilla yli 7 %, sekoitusjyrsinnän yhteydessä lisätään sepeliä (esim. 16/32 tai 16/56). Sekoitusjyrsinnän jälkeen tierakenne muotoillaan ja tiivistetään takaisin oikeaan muotoon. Tällä menetelmällä voidaan lisätä tien kuormituskestävyyttä sekä routanousujen ja epätasaisen painuman kestävyyttä. Sekoitusjyrsintä soveltuu menetelmäksi myös silloin, kun vanha päällyste on vaurioitunut tai epätasainen. Tällöin voidaan varsinkin PAB-teillä korvata tasausmassan (TAS) käyttöä. Sekoitusjyrsinnällä voidaan myös korjata tien geometriaa. Mikäli kantavuutta ei ole tarpeen lisätä, voidaan pelkästään rakeisuuden korjaamiseen käyttää 16/32 tai jättää murske kokonaan lisäämättä. Sekoitusjyrsintää suunniteltaessa on varmistettava nykyinen päällystepaksuus sekä mahdollisten vanhojen teräsverkkojen sijainti tien rakenteessa.

Sekoitusjyrsintään liittyvä ohjeistus on kuvattu tarkemmin julkaisussa *Päällysrakenteen stabilointi – Suunnitteluvaiheen ohjaus*.

Vahvisteet

Tien kantavan kerroksen vahvisteilla (esim. teräsverkoilla) tai asfaltin vahvisteilla (lujiteverkoilla) voidaan lisätä kantavan kerroksen tai päällysteen kuormituskestävyyttä sekä routanousujen ja epätasaisen painuman kestävyyttä. Päällysteeseen asennettavista vahvisteista on saatu Suomessa hyviä kokemuksia kävely- ja pyöräilyväylien päällystehalkeamien estämisessä. Maanteillä on toistaiseksi asennettu lasikuituverkkoja koekohteille, joilla niiden odotettiin hidastavan pehmeästä pohjamaasta johtuvaa urautumista. Seurannassa todettiin

routivalle pohjamaalle asennettujen lasikuituverkkojen hidastavan heijastushalkeamien syntymistä. Vielä ei ole löydetty asennustapaa, jolla varmistettaisiin verkon varma kiinnittyminen alustaansa.

Pääsääntöisesti suositellaan, että teräsverkot tulisi aina ensisijaisesti asentaa sitomattomiin kerroksiin 200–250 mm syvyydelle. Kun teräsverkkoja asennetaan sitomattomiin kerroksiin, asennusalustan tulee olla riittävän tasainen. Niillä kohdilla, joissa tierakenteessa oleva materiaali on liian hienorakeista, on suositeltavaa laittaa vähintään 50 mm uutta karkeaa kantavan kerroksen materiaalia myös teräsverkon alle. Verkot asetetaan vieri viereen puskusaumaan ilman limitystä siten, että tien leveyssuuntaiset päälangat tulevat verkkojen alapuolelle ja sidontalangat yläpuolelle. Teräsverkot peitetään välittömästi asentamisen jälkeen, jotta suora liikennekuormitus jää mahdollisimman vähäiseksi (Tiehallinnon selvityksiä 20/2009 ja Väyläviraston tutkimuksia 10/2019).

Jos teräsverkko asennetaan päällystekerroksiin, ehdoton minimiasennussyvyys on 100 mm (250 kg/m2), mieluummin 120 mm (300 kg/m2). Verkot tulevat asennusvaiheessa usein suunniteltua lähemmäs tien pintaa ja saattavat heijastua tien pinnalle. ROADEX-projektin koetulokset osoittavat, että jos verkko on asennettu liian ylös, voi esiintyä myös urautumisongelmia. Päällysteeseen asennettujen verkkojen toimimisen kannalta niiden kiinnittyminen sidottuihin kerroksiin on tärkeää. Verkkojen kiinnittymistä voidaan edistää bitumiemulsiolla (Väyläviraston tutkimuksia 10/2019).

Lasikuituverkkojen toimivuutta on kuvattu tarkemmin julkaisussa *Asfaltin lisäaineiden ja lasikuituverkkojen koekohteiden seuranta 2015–2019* (Väyläviraston julkaisuja 65/2020). Teräsverkkojen käyttöön liittyvä ohjeistus on kuvattu tarkemmin julkaisuissa *Teräsverkkojen käyttö tierakenteissa* (Tiehallinnon selvityksiä 20/2009) sekä *Teräsverkkojen ja geovahvisteiden mitoittaminen erilaisissa vauriotilanteissa* (Väyläviraston tutkimuksia 10/2019).

Massanvaihto

Huonolaatuinen rakennemateriaali korvataan paremmalla materiaalilla. Massanvaihdolla parannetaan tien kantavuutta. Massanvaihto voidaan tehdä myös paikallisesti.

Rakenteen homogenisointi ja maakivien poisto

Maakiviä poistamalla saadaan parannettua tien tasaisuutta yhtenäisellä tiejaksolla. Täyttö tehdään samaan kelpoisuusluokkaan kuuluvalla materiaalilla kuin ympäröivä maa-aines.

Stabilointi

Tien kantava kerros tai pehmeä pohjamaa voidaan stabiloida. Pehmeän pohjamaan stabilointi ei ole korjaustoimenpide eikä näin ollen kuulu tämän oppaan aihepiiriin. Kantavan kerroksen stabiloinnilla (esim. vaahtobitumilla tai bitumiemulsiolla) voidaan lisätä kantavan kerroksen kuormituskestävyyttä sekä routanousujen ja epätasaisen painuman kestävyyttä.

Stabilointiin liittyvä ohjeistus on kuvattu tarkemmin julkaisussa *Päällysrakenteen stabilointi – Suunnitteluvaiheen ohjaus*.

Kantavan kerroksen asfalttibetoni (ABK)

Tien kantavuutta voidaan parantaa kantavan kerroksen asfalttibetonilla (ABK 22 tai 31/125–200 kg/m2), jonka rakeisuuden ohjealue on lähes sama mutta sideaine- ja hienoainespitoisuus pienempi kuin kulutuskerroksen asfalttibetonilla.

Kevennykset

Tierakennetta voidaan keventää (esim. polyuretaanilevyillä tai kevytsoralla) tilanteissa, joissa pohjamaan painuminen tai routiminen aiheuttaa rakenteen parantamistarpeen.

Kuivatuksen parantaminen

Varmistamalla veden poistuminen tierakenteesta ehkäistään routavaurioiden syntymistä sekä parannetaan tien kantavuutta, minkä seurauksena päällysteen vaurioituminen vähenee ja kestoikä kasvaa. Yleisimpiä kuivatuksen parantamisen keinoja ovat ojien ja rumpujen kunnostaminen sekä reunapalteen poisto (luku 4.2.1).

4.2.3 Päällystäminen

Tien uudelleenpäällystys, eli kulutuskerroksen uusiminen, parantaa tien pintakuntoa. Mikäli päällystekerrosten määrää lisätään, voidaan myös parantaa tierakenteen kantavuutta. Päällystetyypin valinnassa tulee ottaa huomioon nykyinen päällystetyyppi (ikä, bitumipitoisuus, bitumin tunkeuma, rakeisuus), edelliset päällystystoimenpiteet (menetelmät, massatyypit), kohteen liikenteelliset olosuhteet sekä *Asfalttinormit* (PANK ry), joiden perusteella päällystetyyppi alustavasti valitaan ja asfalttimassa suunnitellaan.

Asfalttimassa koostuu kiviaineksesta (yleensä kalliomurske), erikseen lisättävästä fillerikiviaineksesta ja sideaineesta (bitumia, jonka laji ja määrä vaihtelee massatyypin mukaan). Lisäaineina voidaan käyttää esim. luonnonbitumia gilsoniittiä (kovaa bitumia, joka parantaa päällysteen deformaation kestävyyttä), selluloosakuitua (sitoo bitumia mahdollistaen suuremman bitumimäärän päällysteessä) tai erilaisia polymeerejä (esim. synteettistä kumia, joka parantaa päällysteen kylmä- ja kuumakestävyyttä). Bitumin ja kiviaineksen välistä tartuntaa voidaan parantaa bitumiin sekoitettavalla tartukkeella. Asfalttityyppejä ovat:

- Kivimastiksiasfaltti (SMA), jota käytetään vilkkaasti liikennöidyn tieverkon kulutuskerroksena. SMA kestää hyvin nastarengaskulutusta ja plastista deformoitumista.
- Asfalttibetoni (AB), joka on yleisin keskivilkkaiden teiden päällystetyyppi.
- Pehmeä asfalttibetoni (PAB), jota käytetään vähäliikenteisellä tieverkolla. PAB luokitellaan valmiin päällysteen sideainelajin perusteella kahteen alatyyppiin: PAB-B ja PAB-V.

Päällystealan neuvottelukunnan PANK Ry:n julkaisussa *Asfalttinormit 2017* lisälehtineen esitetään tarkemmin Suomessa käytettävien asfalttipäällysteiden ja asfalttimassojen suunnittelun perusteet ja laatuvaatimukset.

4.2.4 Ohjelmoitu paikkaus

Tiepäällysteiden paikkaamisella tarkoitetaan pienehköjä korjaustoimenpiteitä, joilla päällyste pidetään tien liikenteelliseen merkitykseen nähden riittävän hyvässä kunnossa. Paikkausmenetelmän valinta riippuu vuodenajasta, vaurion vaikutuksesta liikenneturvallisuuteen ja ajomukavuuteen, vauriotyypistä sekä vaurion laajuudesta.

Päällysteiden paikkauksessa tulee suosia koneellisia paikkausmenetelmiä. Paikkausmenetelmää valittaessa tarkastellaan paikkausten oikea-aikaisuutta, ottaen huomioon paikkausten laajuus sekä vaikutus liikenneturvallisuuteen, työturvallisuus, vaikutus paikkausten jälkeiseen ajomukavuuteen (tasaisuus) ja liikenneturvallisuuteen (riittävä kitka), paikkausten pysyvyys (paikkaustyön laatu ja menetelmän mukaiset materiaalit) sekä vaikutus seuraavaan päällystystoimenpiteeseen (esimerkiksi paljon bitumia sisältävät paksut ja laajat paikkaukset on jyrsittävä pois ennen remix-käsittelyä). Paikkausmenetelmää valittaessa tulee ottaa huomioon myös paikattavan päällysteen ominaisuudet (hauras vanha pinta voi murtua koneellisessa paikkauksessa). Päällysteiden paikkauksiin on käytössä tehokkaita koneellisia paikkausmenetelmiä, jotka pystyvät tiivistämään paikan paikkausohjeen mukaisesti. Näillä menetelmillä paikkaukset voidaan kohdentaa tarkemmin ja paikattavaan kohtaan käytetään vain tarvittava määrä paikkausmassaa.

Päällysteiden paikkauksessa tulee ottaa huomioon myös urautuvan tieverkon erityispiirteet. Vilkasliikenteisillä maanteillä urautuminen yleensä määrää toimenpiteen ajankohdan. Päällysteet eivät uraudu samalla tavalla koko tien pituudelta, vaan yksittäisiin tienkohtiin voi kulua poikkeavan syviä uria. Liikenneturvallisuutta vaarantavien ajourien hallittu poisto paikkaamalla johtaa merkittäviin kustannussäästöihin tien elinkaaren aikana etenkin sillä verkon osalla, jota päällystetään usein suuren liikennemäärän takia. Jos esimerkiksi keskimääräistä päällystyskiertoa saadaan päällysteiden paikkauksilla pidennettyä neljästä vuodesta viiteen vuoteen, säästetään 20 vuodessa yksi uudelleenpäällystyskerta.

Liikenneturvallisuutta vaarantavat yksittäiset huonot kohdat tulee aina korjata välittömästi. Tällaisia ovat esimerkiksi tiellä halkaisijaltaan yli 20 cm ja yli 5 cm syvä reikä sekä yli 5 cm leveä halkeama tai kevyen liikenteen väylällä halkaisijaltaan yli 10 cm ja yli 3 cm syvä reikä sekä pituussuuntainen yli 3 cm leveä halkeama. Lisäksi liikenneturvallisuutta voivat vaarantaa ilmeisen ajoneuvon rikkoutumisen aiheuttava päällysteen vaurio, kynnysmuodostuma tai routaheitto.

Väyläviraston ohjeessa *Päällysteiden paikkaus* annetaan ohjeet päällysteiden paikkausmenetelmien valinnasta, toteutustavasta ja sisällöstä sekä menetelmien soveltuvuudesta erilaisten päällystevaurioiden korjaamiseen. Lisäksi annetaan ohjeet paikkaustöiden ajoituksesta ja kiireellisyydestä. Ohje sisältää myös paikkaustöiden laatuvaatimukset sekä ohjeet paikatun kohdan kitkan arviointiin pinnan ulkonäön perusteella.

Paikkauksilla on merkittävä vaikutus päällysteiden kestoikään. Paikkauksia tehdään maanteiden hoitourakoissa, päällystysurakoiden yhteydessä sekä erillisinä paikkausurakoina. Tämä vaatii huolellista koordinointia ja tiedonkulkua hoidon ja päällysteohjelmoinnin välillä. Erityisen tärkeää on, että talven jäljiltä pal-

jastuvat vaurioituneet kohteet tulevat päällystysohjelmoinnista vastaavan tietoon, jotta ko. kohteet ehtivät mukaan kuluvan päällystyskauden päällystys- ja paikkausohjelmaan.

4.3 Päällystetyypin ja työmenetelmän valinta

4.3.1 Yleistä

Ensisijaisesti päällystetyypin valintaan vaikuttavat päällystyskohteen liikennemäärä ja nykyinen päällystetyyppi. Nykyinen päällystetyyppi on aina lähtökohtana valinnassa. Joissain tapauksissa on tarkoituksenmukaista vaihtaa paremmin kulutusta kestävään päällystetyyppiin, esim. liikennemäärien noustua. Lisäksi valintaan vaikuttavat kiviaineksen saatavuus ja laatu (esim. parhaiten kulutusta kestävää An7-luokan kiveä ei ole saatavilla lähistöllä eli kustannustehokkaiden kuljetusmatkojen sisällä) sekä liikenneturvallisuus (esimerkiksi kitka) ja ajomukavuus (esimerkiksi tien pinnan karkeus). Taulukossa 4 esitetään esimerkkejä sopivista päällystetyypeistä ja pintauksista maanteille ja erityisliikennealueille. Valinnassa otetaan huomioon kohdekohtaiset ominaisuudet. Taulukkoa 4 voidaan käyttää apuna, kun valitaan asfalttilajia erilaisiin käyttökohteisiin. Liikennemäärän lisäksi tulee ottaa huomioon käyttökohteen erityispiirteet, kuten raskaan liikenteen osuus sekä nopeusrajoitus.

Taulukko 4. Maanteiden kulutuskerrospäällystetyypin alustavia valintaperusteita. Numeroinnilla kuvataan vaihtoehtojen sopivuutta (1 = sopivin, 2 = toiseksi sopivin, 3 = kolmanneksi sopivin).

Käyttökohde, KVL (ajon./d)	AB 8–11	AB 16–22	PAB-B 11–16	PAB-V 16	SMA 5–11	SMA 16–22
> 10 000						1
5 000–10 000		2			3	1
2 500–5 000		1			3	2
500–2 500		1	2			
250–500		3	1	2		
< 250		3	2	1		
Kävely- ja pyöräilyväylät	1	2				
Levähdys- ja pysäköintialueet	2	1	3			

Päällystetyypin valinnassa on kiinnitettävä lisäksi huomiota kaistakohtaisiin eroihin. Esimerkiksi ohituskaista (kaista 12 tai 22) urautuu usein huomattavasti hitaammin kuin pääkaista (kaista 11 tai 21), ja näin ollen ohituskaistalla voidaan käyttää kulutuskestävyydeltään erilaista kiviainesta (esim. An7:n sijaan An10), raekokoa, työmenetelmää tai jopa erilaista päällystetyyppiä (SMA:n sijaan AB).

Päällystystoimenpidettä valittaessa on oleellista, että toimenpide toteutetaan oikea-aikaisesti, työmenetelmä valitaan oikein ja työ suoritetaan laadukkaasti.

Päällystetyypin ja työmenetelmän valinta perustuvat seuraaviin lähtökohtiin:

- Ongelman tunnistaminen -> Mikä aiheuttaa toimenpidetarpeen?
- Päällystetyypin valinta -> Mikä päällystetyyppi soveltuu tien kuormitus- ja liikenneolosuhteisiin?
- Työmenetelmän tehokkuus -> Mikä työmenetelmä poistaa ongelman ja ehkäisee sen nopean uusiutumisen?

Seuraavassa esitetään menettelytapa päällystetyypin ja työmenetelmän valitsemiseksi. Menettelytapaa noudattamalla vältytään väärien ratkaisujen tekemiseltä. Ennen lopullista valintaa on vielä tarkistettava mahdolliset kohdekohtaiset erityiskysymykset, jotka voivat vaatia tarkempaa huomiota tai suunnittelua. Esimerkiksi kemikaaleilla tehtävä liukkaudentorjunta on otettava huomioon päällystetyypin valinnassa (luku 4.3.3).

4.3.2 Ongelman tunnistaminen

Ennen päällystetyypin ja työmenetelmän valintaa tulee selvittää, mikä tai mitkä tien ongelmat aiheuttavat toimenpidetarpeen. Tien toimenpidetarve selvitetään mittauksin, maastokäynnein sekä palautteiden perusteella osana tien päällystysohjelmointia. Syitä toimenpidetarpeeseen ovat:

- nastarenkaista aiheutuva urautuminen (kuluminen)
- deformaatiosta aiheutuva urautuminen
- tien pinnan epätasaisuus
- liikennekuormituksen aiheuttamat halkeamat
- roudan aiheuttamat halkeamat ja heitot
- pintavauriot
- reunapainuma
- puutteellinen tai väärä sivukaltevuus
- puutteellinen kantavuus
- kuivatuspuutteiden aiheuttama kantavuuden heikkeneminen
- liian vähäinen kitka
- päällysteen meluisuus
- edellisen toimenpiteen toteutuksesta johtuvat ongelmat, esim:
    - ohut päällystepaksuus
    - väärä edellinen toimenpide, väärä massatyyppi
    - huonosti toteutettu edellinen toimenpide (puutteellinen liimaus, liian kylmällä ilmalla tehty, vesisateessa tehty, lajittumat).

Useissa tapauksissa toimenpidetarpeen taustalla vaikuttaa yhtä aikaa monia syitä ja on tutkittava tarkemmin, mistä kerroksesta ongelma pääosin aiheutuu.

Toimenpide on valittava niin, että toimenpidetarpeen aiheuttaneet ongelmat saadaan mahdollisimman tehokkaasti poistettua. Lisäksi arvioidaan jatkuvasti uudelleen rakenteen ja kuivatuksen parantamisen tarvetta. Sen lisäksi tulee tunnistaa ne merkittävät toimivuusominaisuudet, jotka vaikuttavat tien tulevaan käyttäytymiseen. Näitä toimivuusominaisuuksia ovat:

- kulumiskestävyys (nastarenkaat)
- deformaatiokestävyys (raskas liikenne)
- väsymiskestävyys (raskas liikenne)
- joustavuus (routanousut)
- pysyvyys (päällysteen ominaisuudet)

- suunniteltu käyttöikä ja elinkaari.

Näiden lisäksi muita tapauskohtaisesti huomioitavia päällysteen toimivuusominaisuuksia ovat esimerkiksi päällysteen kitka ja meluominaisuus.

Toimivuusominaisuuksia tunnistettaessa tulee ottaa huomioon seuraavat päällystyskohteen ominaisuudet:

- keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä
- raskaiden ajoneuvojen osuus
- kävely- ja pyöräilyväylät.

Taulukon 5 avulla määritetään päällystyskohteen liikenneolosuhteille (yksi rivi taulukosta) tärkeimmät toimivuusominaisuudet, jotka on kuvattu vihreinä (nro 1) soluina. Lisäksi työmenetelmän ja päällystetyypin valinnassa tulee mahdollisuuksien mukaan huomioida myös keltaisella värillä (nro 2) kuvatut toimivuusominaisuudet. Valkoisella värillä (-) merkityt solut kuvaavat toimivuusominaisuuksia, joita ei yleensä tarvitse ottaa huomioon ko. liikenneolosuhteissa.

Taulukko 5. Toimivuusominaisuuksien merkitsevyys eri liikenneolosuhteissa.

Liikenneolosuhteet	Kulumiskestävyys	Deformaatiokestävyys	Väsymiskestävyys	Joustavuus (routa)	Pysyvyys (vedenkestävyys, pakkasrapautuminen, kemiallinen vanheneminen)
KVL > 6 000 ja raskaita ajoneuvoja > 10 %	1	1	1	-	-
KVL 1 500–6 000 ja raskaita ajoneuvoja > 10 %	1	2	2	2	2
KVL < 1 500 ja raskaita ajoneuvoja > 10 %	-	-	2	1	1
KVL > 6 000 ja raskaita ajoneuvoja < 10 %	1	2	2	-	-
KVL 1 500–6 000 ja raskaita ajoneuvoja < 10 %	1	-	-	2	2
KVL < 1 500 ja raskaita ajoneuvoja < 10 %	-	-	-	1	1
Kävely- ja pyöräilyväylät	-	-	-	1	1

4.3.3 Päällystetyypin valinta

Kun päällystyskohteelle on edellisen luvun taulukon 5 avulla määritetty merkittävimmät tieltä vaadittavat toimivuusominaisuudet, valitaan seuraavaksi näille toimivuusominaisuuksille parhaiten soveltuva päällystetyyppi taulukon 6 avulla.

Koska usein mikään päällystetyyppi ei vastaa kaikkiin tieltä vaadittaviin toimivuusominaisuuksiin, tulee päällystetyypin valinnassa painottaa tärkeimpiä päällystyskohteelta vaadittavia toimivuusominaisuuksia (ks. taulukko 5).

Päällystetyypin valinnassa suunnittelun lähtökohtana on aina nykyinen päällystetyyppi. Päällystetyypin vaihtamiselle tulee aina olla riittävän painava syy, kuten esimerkiksi muutos taulukon 5 mukaisissa liikenneolosuhteissa.

Taulukko 6. Päällystetyypin valinta.

Päällystetyyppi	Urautuminen/ Kulumiskestävyys	Urautuminen/ Deformaatiokestävyys	Vaurioituminen/ Väsymiskestävyys	Vaurioituminen/ Joustavuus (routa)	Vaurioituminen/ Pysyvyys (vedenkestävyys, pakkasrapautuminen, kemiallinen vanhenemi-nen)
SMA	**1**	**1**	**2**	**3**	**2**
AB	**2**	**2**	**1**	**2**	**1**
PAB-B	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**
PAB-V	**3**	**3**	**3**	**1**	**2**

Päällystetyypin muuttamistarpeen voi aiheuttaa myös muu muutos olosuhteissa. Esim. PAB-päällyste on vaihdettava AB-päällysteeksi, mikäli tieosuudella on tarve käyttää kemiallista liukkaudentorjuntaa (esim. kun tien hoitoluokka muuttuu Ib:ksi tai paremmaksi). Kemiallisen liukkaudentorjunnan myötä lisääntyvät kosteus ja sulamis-jäätymissyklit nopeuttavat huokoisen PAB-päällysteen hajoamista. Suolalle altistuvissa päällystyskohteissa PAB-päällyste on pyrittävä korvaamaan AB-päällysteellä normaalin päällystyskierron yhteydessä. PAB-päällystettä tiiviimmällä ja enemmän bitumia sisältävällä AB-päällysteellä on parempi vedenkestävyys. Mitä pienempi bitumipitoisuus on, sitä suurempi riski suolauksesta johtuvan jatkuvan kosteuden rapauttava vaikutus on PAB-päällysteille. Myös nastarengaskuluma lisääntyy kosteuden myötä silloin, kun PAB-päällyste ei enää ole lumipolanteen alla.

4.3.4 Työmenetelmän tehokkuus

Valittavan työmenetelmän tulee poistaa ongelma mahdollisimman tehokkaasti ja estää ongelman nopea uusiutuminen. Luvuissa 4.3.2 ja 4.3.3 tehtyjen valintojen jälkeen työmenetelmä valitaan tien kuntotilan perusteella. Taulukossa 7 esitetään kaksiajorataisten teiden, taulukossa 8 valta- ja kantateiden ja taulukossa 9 PAB-teiden työmenetelmien soveltuvuus erilaisiin ongelmatilanteisiin. Varsinkin PAB-teillä myös tien leveys voi vaikuttaa valittavaan toimenpiteeseen (esim. REMO-kone ei mahdu tielle tai tien sisäluiska on liian jyrkkä).

Mikäli työmenetelmäksi on valittu rakenteen parantaminen (kts. luku 4.2.2), se luonnollisesti poistaa myös kaikki päällysteen kuntopuutteet.

Kaksiajorataisilla teillä (taulukko 7) tulee päällystetyypin ja työmenetelmän valinnassa tarkastella erikseen kaistoja 1 ja 2. Koska kaista 2 urautuu hitaammin, päällystetyyppi, enimmäisraekoko, kiviaineksen lujuus, työmenetelmä ja sen ajoittuminen saattavat poiketa kaistan 1 toimenpidevalinnasta. Jos molemmilla kaistoilla käytetään samaa päällystemateriaalia, lajittumista johtuva reikiintyminen voi ohituskaistoilla tulla ongelmaksi nopeammin kuin urautuminen, koska reikiintyminen tapahtuu urautumista nopeammin. Tällaisten kohtien korjaamisen työmenetelmäksi soveltuvat mm. lyhyt laatikkojyrsintä ja uuden laatan tekeminen tai valuasfaltilla korjaaminen. Valuasfaltin ongelmana on sen laajamittaisesta käytöstä johtuva tarve jyrsiä se pois ennen seuraavaa REM-toimenpidettä.

Päällystetyyppien ja -materiaalien kestävyyserojen tarkastelu vaihtoehtovertailussa esitetään luvussa 4.3.1.

Taulukko 7. Työmenetelmän valinta kaksiajorataisilla teillä (SMA-päällyste).

Päällystämissyy / Kohteen ominaisuus	1. menetelmävaihtoehto	2. menetelmävaihtoehto	3. menetelmävaihtoehto	Huom.
Ura / hyvä kivi***	REM (1.kaista)*	LJYR + LTA	REM plus + LJYR	Pientareiden kunto tarkistettava
Ura / huono kivi***	LJYR + LTA (1. kaista)*	REM		
URA / lyhyt kohde **	UREM (mikäli pohjamassa OK)	LJYR + LTA		HJYR, jos hyvin lyhyt kohde ja tiivis pinta
URA + VAURIO**	LJYR+LTA			

*) 2-kaistoilla tarkastellaan liikennemäärää ja tutkitaan AB-päällysteen järkevyys. Työmenetelmät samoja kuin 1-kaistoilla.
**) Tarvittaessa harkittava täysleveän SMA LTA/MPKJ tarve/ajoitus.
***) Hyvä kivi: kuluminen vastaa liikennemääriä (esim. An7) eikä rapaudu. Huono kivi: liian huono kulumiskestävyys ja/tai rapautuva (esim. kiillepitoinen) kiviaines.

Valta- ja kantateillä, joilla päällystetyyppinä käytetään pääasiassa AB-päällysteitä, suositaan REM-menetelmän käyttöä silloin, kun päällysteen uusimisen pääasiallinen syy on nastarengaskuluminen. REM-menetelmä on todettu kokonaiskustannuksia sekä päällysteen elinkaarta tarkasteltaessa edullisimmaksi työmenetelmäksi (kts. kappale 4.3.5). Työmenetelmän valintaan vaikuttavat kuitenkin vahvasti päällysteessä esiintyvät vauriot sekä niiden syyt. Taulukossa 8 esitetään työmenetelmien valinta päällystämissyyn sekä kohteen ominaisuuksien perusteella.

Taulukko 8. Työmenetelmän valinta valta- ja kantateillä (AB-päällyste).

Päällystämis-syy / Kohteen ominaisuus	1. menetelmä-vaihtoehto	2. menetel-mävaihto-ehto	3. mene-telmävaih-toehto	Huom.
Ura	REM*	LJYR/TAS + LTA/MP tai MPKJ (min. 100 kg/m2)	REM plus (min. 60 kg/m2)	Pientareiden kunto tarkis-tettava
Ura / lyhyt kohde	UREM (mikäli pohjamassa OK)	HJYR, jos hy-vin lyhyt kohde ja tiivis pinta		
Ura + vaurio + kantavuuspuute	TAS + LTA (min. 100–125 kg/m2	MP tai MPKJ (min. 100 kg/m2). Pai-numat tasat-tava		Tasaus myös: REM tasaus AB tai REM ta-saus ABK
Ura + vaurio + muodonkorjaus	Muodon opti-mointi JYR/TAS + MP/MPKJ (min. 100 kg/m2)			Paikkaus
Pahoin vaurioi-tunut / routa-vaurio	Teräsverkko kantavaan ker-rokseen 200–300 mm syvyy-teen + LTA (125–150 kg/m2)	Teräsverkko kantavaan kerrokseen 100–120 mm syvyyteen + LTA (200–250 kg/m2)		Täsmä RP
Lajittumakoh-dista purkautu-nut tai reikiinty-nyt	SIPA/SIPU	Koneellinen paikkaus		Paikkaus TP

*) Aina kun on mahdollista.

PAB-päällystettä käytetään vähäliikenteisemmillä teillä. Kuivatuksen toimivuuden tarkastaminen on tärkeää PAB-teiden toimenpidevalintaa tehtäessä. Taulukossa 9 käsitellään työmenetelmien valintaa PAB-teillä.

Taulukko 9. Työmenetelmän valinta PAB-teillä.

Päällystämissyy / Kohteen ominaisuus	1. menetelmävaihtoehto	2. menetelmävaihtoehto	3. menetelmävaihtoehto	Huom.
Kantavuuspuute	Kantavan kerroksen stabilointi	SJYR + MS (kk ja/tai sepeli) tai teräsverkko kantavaan kerrokseen 200–300 mm syvyyteen + LTA (min 125 kg/m2)	Massanvaihto (lyhyt kohde)	Kantavan kerroksen rakeisuus tarkistettava -> sepelin lisäys tarvittaessa.
Muotopuute	SJYR + MS (kk tai sepeli)	TAS + LTA/MP	REMO	Reuna-painumiin REUNAREMO/MP
Kulunut päällyste	TAS + LTA/MP	REMO	URAREMO	
Purkaumia	Koneellinen paikkaus / URAREMO / SIPA			

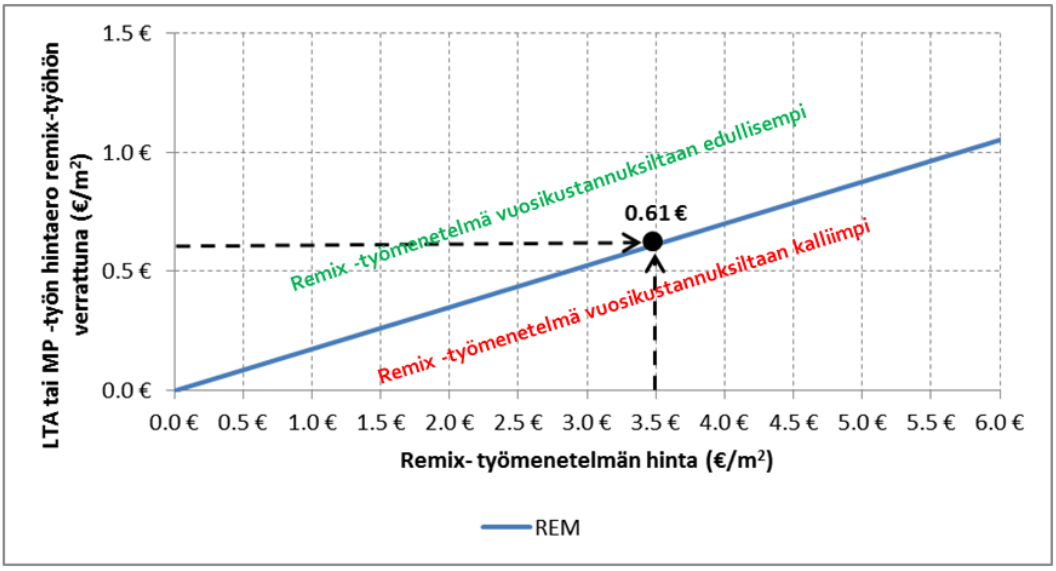
4.3.5 Elinkaari ja kustannukset

Päällystevaurioiden korjaamiseksi ja rakenteen kantavuuden parantamiseksi on olemassa useita erilaisia menetelmiä, joille kaikille on määritetty käyttötarkoituksensa. Päällystysohjelmoinnissa ja kohteiden suunnittelussa tulee ottaa huomioon päällysteen elinkaaren vaihe ja elinkaarikustannukset. Toimenpidettä valittaessa tulee tarkastella edellistä toimenpidettä ja sen menestymistä suhteessa vallinneisiin olosuhteisiin sekä sen vaikutusta tekeillä olevan toimenpidevalinnan onnistumiseen. Toimenpidevalintaa tehtäessä tarkastellaan myös sitä, mitä sitä seuraavat toimenpiteet voivat olla. Tavoitteena on löytää elinkaaritehokas ratkaisu, joka on kannattava myös pidemmällä aikavälillä. Ohjelmoinnissa tarkastellaan kokonaisuutta myös alueellisesti. Myös ELY-keskusten välinen yhteistyö ja kohteiden yhdistely edesauttavat saavuttamaan kokonaisvaltaisesti edullisimman ja kestävimmän ratkaisun annetun rahoituksen puitteissa.

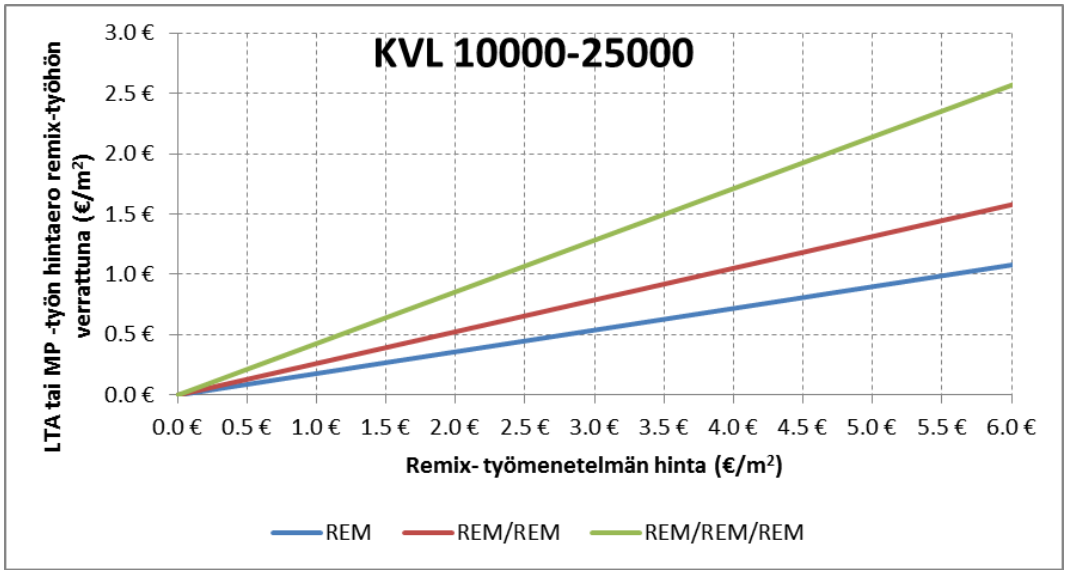
Nykyään päällystämisessä suositaan uusiopäällysteiden tekemistä, sillä uusiopäällysteitä käyttämällä saavutetaan materiaalisäästöjä ja näin ollen kustannukset ovat perinteisiä menetelmiä alhaisemmat. Maanteillä käytettävän REM-uusiopintauksen käyttö on tutkimusten mukaan vuosikustannuksiltaan aina taloudellisinta, mikäli sen toteuttamiselle ei ole teknisiä tai muita rajoitteita (kts. 4.4.1).

Koska päällystysmenetelmien hinta vaihtelee vuosittain ja alueellisesti, ei ole mielekästä tarkastella taloudellisuutta absoluuttisten hintojen avulla. Esimerkkinä kuvassa 17 tarkastellaan REM-toimenpiteen ja LTA- tai MP-menetelmän välistä eroa. Taloudellisuutta tarkastellaan vuosikustannuksena, jossa menetelmän hintaa verrataan sen odotettuun kestoikään. Kuvasta 17 nähdään, että ensimmäinen REM-käsittely on vuosikustannuksiltaan LTA (MP) -toimenpidettä

edullisempi, jos hintaero menetelmien välillä on suurempi kuin 0,61 €/m², silloin kun REM-menetelmän hinta on 3,5 €/m².



Kuva 17. Esimerkki REM-menetelmän edullisuuden tarkastelusta suhteessa MP- tai LTA-toimenpiteeseen (Uusiopintausmenetelmien kestoikäanalyysit, *Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 39/2018).*



Kuva 18. Kuvaaja KVL 10 000 – 25 000 -osaverkon REM-menetelmän hinnasta suhteessa REM-työn hintaeroon LTA (MP) -työstä (Uusiopintausmenetelmien kestoikäanalyysit, *Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 39/2018).*

Taloudellisuuden tarkastelussa tulee ottaa huomioon myös liikennemäärän vaikutus sekä REM-toimenpidekertojen lukumäärä. Kuvassa 18 esitetään esimerkki REM-menetelmän edullisuudesta KVL-luokassa 10 000 – 25 000 ajon/vrk eri REM-toimenpidekerroilla 1, 2 ja 3. Jos hintaero on toimenpideketjun (REM, REM/REM tai REM/REM/REM) kuvaajan ("viivan") yläpuolella, on REM-menetelmä vuosikustannuksiltaan LTA (MP) -menetelmää keskimäärin edullisempi vaihtoehto.

4.4 Kohdesuunnitelmissa tehtävät tarkennukset

4.4.1 Yleistä

Työmenetelmän ja päällystetyypin valinnan jälkeen valmistellaan päällystysurakat. Urakan valmistelussa ja suunnittelussa on vielä ratkaistava muutamia kohdekohtaisia erityiskysymyksiä, jotka saattavat vaikuttaa työmenetelmän ja päällystetyypin lopulliseen valintaan. Näitä kysymyksiä tarkastellaan tässä luvussa lähemmin.

Päällystetyyppiä valittaessa tulee ympäristöllisistä ja taloudellisista syistä johtuen harkita aina uusiopintausmenetelmän (REM/REMO) käyttöä. Nykyisillä kustannustasoilla uusiopintauksen käyttö on aina vuosikustannuksiltaan edullisinta, mutta sen toteuttamiselle saattaa olla teknisiä tai muita rajoitteita. Mahdollisia rajoitteita ovat:

- Tiellä on vain yksi päällystekerros.
- Päällysteen ominaisuudet (rakeisuus, tyhjätila, tilavuussuhteet) eivät ole enää korjattavissa uusiopintausmenetelmällä tai eivät vastaa nykyisen liikenteen vaatimuksia (nastarengaskulumiskestävyys). Päällysteen soveltuvuus uusiopintaukseen selvitetään ennakkotutkimuksilla.
- Nykyinen päällyste on iältään yli 15–20 vuotta.
- Sideaine on vanhentunut niin, että tunkeuma on 25 tai pienempi.
- Kohteen koko on alle 15 000 m^2 (ei koske urapaikkausta).
- Nykyisen päällysteen pinta on pahasti reikiintynyt, purkautunut ja/tai paikattu runsaasti valuasfaltilla.

Ennakkotutkimukset tehdään kaikille mahdollisille uusiopintauskohde-ehdokkaille, elleivät tarvittavat päällysteominaisuudet muuten ole luotettavasti selvillä. Jos kohteella alustaksi jää erilaisia pintoja, on syytä tutkia niiden ominaisuudet erikseen. Mikäli ennakkotutkimuksilla tai muuten on osoitettu kohteen soveltuvuus uusiopintausmenetelmän käytölle, tulee näillä kohteilla ennen työhön ryhtymistä tutkia vanhan päällysteen sideainepitoisuus ja tunkeuma, jotta voidaan suunnitella elvyttimen laatu ja määrä. Lisätietoja ennakkotutkimuksista esitetään Väyläviraston ohjeessa *Uusien päällysteiden laadunosoitusmittaukset.*

4.4.2 Päällystetyypin vaihtaminen

Päällystetyyppiä valittaessa suunnittelun lähtökohtana on nykyinen päällystetyyppi. Pääsääntöisesti uusi päällyste tehdään samasta päällystetyypistä kuin nykyinen. On kuitenkin tilanteita, joissa päällystetyypin vaihtaminen on tarpeen esim. liikenneolosuhteiden muutosten takia (luku 4.3). Päällystetyypin vaihtoa suunniteltaessa tulee ottaa huomioon seuraavat seikat:

- PAB-V:n muuttamisessa PAB-B:ksi ei yleensä ole ongelmia, jos voidaan käyttää MP-menetelmää.
- PAB-B:n tai PAB-V:n muuttaminen AB:ksi johtuu yleensä liikenneolosuhteiden muuttumisesta (esim. liikennemäärät ovat kasvaneet ja KVL > 1 000 ajon/vrk tai hoitoluokan noston vuoksi tiellä käytetään kemiallista liukkaudentorjuntaa), minkä takia rakennetta on yleensä vahvistettava esimerkiksi sekoitusjyrsinnällä ja murskeen tai tarvittaessa

sepelin lisäyksellä. Mikäli muutos tehdään ilman rakenteen parantamista, PAB-pohja tasataan tasausmassalla. PAB-V-alustaa ei kuumenneta. PAB-B-päällystealustan kuumennus ei yleensä aiheuta ongelmia.
- AB-päällysteen muuttaminen SMA-päällysteeksi tai vastaavasti SMA-päällysteen muuttaminen AB-päällysteeksi ei yleensä aiheuta ongelmia.

Kustannussyistä kaksiajorataisilla SMA-teillä pienemmän liikennemäärän ohituskaistat kannattaa päällystää SMA-massalla jonka nastarengaskulumiskestävyyden ei tarvitse olla yhtä hyvä kuin pääkaistalla. Vaihtoehtoisesti päällystetyypin voi vaihtaa AB-päällysteeksi. Leveille pientareille voi valita AB-päällysteen, jonka kiviaineksen nastarengaskulutuskestävyys voi olla esim. An19.

4.4.3 Päällysteen kulumiskestävyys

Osana päällystetyypin ja toimenpiteen valintaa ja vaihtoehtojen vertailua on tarkasteltava päällysteen kulumiskestävyyttä sitä tarkemmin, mitä vilkasliikenteisemmästä tiestä on kysymys. Päällysteen kulumiskestävyyteen vaikuttavat massatyyppi sekä kiviaineksen enimmäisraekoko ja nastarengaskulutuskestävyys. Päällystystoimenpidettä valittaessa on valittava myös näille asetettavat vaatimukset.

Asfalttinormeissa esitetään suositukset kiviaineksen valinnasta erilaisille päällystetyypeille kiviaineksen nastarengaskulutuskestävyyden (kuulamyllyarvoon perustuva luokitus An) ja litteysluvun (litteyslukuun perustuva luokitus FI) perusteella. Käytännössä kiviaineksen valinnassa tulee ottaa huomioon myös kiviainesten alueellisen saatavuuden reunaehdot (PANK Ry, *Asfalttinormit 2017).*

Urautumisnopeuden arviointiin eri päällystemateriaalivaihtoehdoilla erilaisissa olosuhteissa voi käyttää myös seuraavaa kaavaa, josta selviävät kulumisnopeuteen eniten vaikuttavat tekijät (kaava 1).

$$Urasyvyys = k_{TASALAAT} \times \left[A + t_{TAK} \times 0{,}3\, {}^{mm}\!/_{v} \times \frac{2 \times KVL_{KAISTA}}{1000\, {}^{ajon}\!/_{vrk}} \times k_{LEV} \times k_{NOP.RA.} \times \frac{KN}{46} \right] \quad (1)$$

jossa

$k_{TASALAAT}$ = Urasyvyyden vaihtelusta johtuva kerroin. Kerrointa käytetään, koska hyvälaatuisessakin tiessä urasyvyys poikkeaa monin paikoin urasyvyyden keskiarvosta. Yleensä kertoimen arvo on 1,2 (urasyvyydet ovat paikoin 20 % keskiarvoa suurempia).

A = Arvioitu päällysteen ja sitomattomien kerrosten jälkitiivistymä. Arvoksi valitaan
- 2 mm pinnalle, joka on syntynyt päällystämällä uudelleen vähintään yhden kesäkauden yleisen liikenteen käytössä ollut tierakenne. 2 mm on tyypillinen alku-uraolettamus kaikilla uudelleenpäällystyskohteilla.
- 3 mm pinnalle, joka on syntynyt rakentamalla kantava kerros ja päällyste(itä) vanhan tierakenteen päälle.

- 4 mm, kun yleinen liikenne lasketaan tierakenteelle, jonka rakennekerroksia yleinen liikenne ei ole aikaisemmin kuormittanut.

t_{TAK} = Päällysteen käyttöaika liikennöitynä pintana (vuosina).

KVL_{KAISTA} = Kaistakohtainen keskivuorokausiliikenne (ajon/vrk). Kaistan KVL on kaksisuuntaisen liikenteen ajoradalla 0,5 x tien KVL. Kahden ajoradan teillä reunimmaisen suoraan jatkavan kaistan liikennemäärä lasketaan seuraavasti:
- 0,7 x suunnan KVL Tierekisterin mukaisessa tilastollisessa taajamassa tai tilastollisen taajaman ulkopuolella, kun tien KVL on yli 42 000 ajon/vrk
- 0,85 x suunnan KVL tilastollisen taajaman ulkopuolella, kun tien KVL on alle 12 000 ajon/vrk
- väliarvot interpoloidaan.

k_{LEV} = Tien leveydestä riippuva kerroin. Kertoimen arvo on 1,0, kun tien leveys on 10,5 m tai pienempi. Muissa tapauksissa kertoimen arvo lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$k_{LEV} = \left(\frac{tien_leveys}{10m}\right)^{-0,75}$$

Kapealla keskikaidetiellä, jonka leveys tien reunasta keskikaiteeseen on alle 5 m tai (penkereen tms.) reunakaiteesta keskikaiteeseen alle 5,5 m, kertoimen arvo on 1,25. Sama koskee tilannetta, jossa kahden vähintään 1 m korkuisen (betoni tms.) kaiteen välissä on kaksi ajokaistaa ja kaiteiden välimatka on alle 11 m vähintään 300 m matkalla.

$k_{NOP.RA.}$ = Talvinopeusrajoituksesta riippuva kerroin. Kertoimen arvo on 1,00, kun talvinopeusrajoitus on 80 tai 100 km/h. Kertoimen arvo on 0,85, kun talvinopeusrajoitus on 60 km/h.

KN = Laskennallisen kulumisnopeuden tavoitearvo (kaava 2).

Eri päällystetyyppien ja kiviaineksen enimmäisraekoon sekä nastarengaskulutuskestävyyden eli kuulamyllyarvon vaikutusta päällysteen kulumisnopeuteen voi tarkastella yksinkertaisimmin kaavasta 1 erotetun päällysteen laskennallisen kulumisnopeuden KN avulla. Päällysteen korjauksen toimenpidesuunnittelua varten siihen lisätään toimenpidekerroin TP:

$$KN = TP \times MT \times (9,4 + 2,21 \times KM) \qquad (2)$$

jossa

KN = päällysteen laskennallinen kulumisnopeus
KM = kuulamyllykokeen arvo 11,2–16 mm lajitteesta
TP = toimenpidekerroin:
REM = 1,15
muut = 1,00
MT = massatyyppikerroin:
AB 16 = 1,46
AB 20–22 = 1,26
SMA 16 = 1,08
SMA 20–22 = 1,00.

4.4.4 Päällystepaksuus

Päällystepaksuudella on merkitystä päällysteen kestoikään sekä päällystetyypin valintaan, sillä päällysteen enimmäisraekoko vaikuttaa päällystepaksuuteen. Paksummalla päällystekerroksella lisätään tien kuormituskestävyyttä. Päällystystöissä massamäärän vaatimus voidaan asettaa määrävaatimuksena (kg/m2) tai paksuusvaatimuksena (mm), mutta molempia ei voi vaatia samanaikaisesti *(Asfalttinormit).*

Massamäärä ilmoitetaan usein asfalttilajin yhteydessä, esimerkkinä AB 16/100, jossa AB:n maksimiraekoko on 16 mm ja massamäärä 100 kg/m2. Massamäärä voidaan myös ilmaista paksuuden avulla, jolloin 25 kg/m2 massamäärä vastaa noin 10 mm päällystepaksuutta, jos päällystekiviaineksen kiintotiheys on 2 650 kg/m2. Kaavassa 3 esitetään päällystepaksuuden ja massamäärän välinen yhteys.

$$h = \frac{\mathrm{M}}{\rho} * 1000 \qquad (3)$$

jossa

h on päällysteen paksuus (mm)
M on levitetyn päällysteen massamäärä (kg/m2)
ρ on päällysteen tiheys (kg/m3).

Yleensä kulutuskerrospäällysteet maanteillä ovat enimmäisraekooltaan 16 mm ja niitä tilataan vähintään 40 mm, jolloin massamäärän tulee olla vähintään 100 kg/m2, jos päällysteen tiheys on 2 500 kg/m3. Painavan kiviaineksen käytössä tulee huomioida sen vaikutus massamäärään, jotta saavutetaan riittävä päällystepaksuus. Esimerkiksi päällysteen tiheyden ollessa 2 750 kg/m3 tulee massamäärän olla vähintään 110 kg/m2, jotta päällystepaksuus olisi 40 mm. Tilattaessa tasapaksuja päällystelaattatoimenpiteitä (LTA) esim. 40 mm vahvuisina, tulee urakoitsijan em. kaavaa käyttäen tai poranäytteiden avulla osoittaa, että päällysteen paksuus vastaa tilattua. Massapintauksissa sen sijaan vaatimus asetetaan yleensä keskimääräiselle massamäärälle.

Massamäärän arviointi voidaan suorittaa käyttämällä poranäytteistä mitattuja massamäärä- tai paksuusarvoja. Massamäärän vaatimukset ja arviointiperusteet esitetään *Asfalttinormeissa*. Kohdesuunnittelussa sekä olemassa olevien päällystekerrosten kokonaispaksuutta voidaan mitata maatutkatekniikan avulla.

4.4.5 Toimenpideleveydet

Toimenpideleveydet vaihtelevat työmenetelmän mukaan. Tien päällysteen leveys voidaan arvioida rekisterissä olevan päällysteleveystiedon avulla tai mitata tarkasti kohteelta. Koko tien päällysteen leveydeltä tehtäviä toimenpiteitä ovat massatasaus ja tasatulle pohjalle tehty vakiopaksuinen päällystelaatta (TAS + LTA), tasausjyrsintä ja vakiopaksuinen päällyste, massapintaus (MP), massapintaus kuumalle kuumajyrsitylle alustalle (MPKJ) sekä REMplus- ja REMO-menetelmät. Kaikki em. menetelmät voidaan toteuttaa myös nykyistä päällysteleveyttä kapeampana, jos haluttuun reunaan jyrsitään uuden päällysteen paksuinen ”tartunta”, jolloin saadaan tehtyä tasainen liityntäpinta.

Koko päällysteen leveydeltä toteutettavissa kohteissa on huomioitava varsinaisiin päällystettäviin ajokaistoihin liittyvät ns. pienalueet. Näitä ovat mm. kiihdytys- ja hidastuskaistat, kääntymiskaistat, bussipysäkit, pihaliittymät ja muiden teiden liittymät. Näiden pienalueiden pinta-alat on laskettava mukaan kokonaisuuteen, ja ne ilmoitetaan erikseen työkohdesuunnitelmassa. Liittyville pienalueille jyrsitään sauma, jolloin päällysteet liittyvät tasaisina ns. puskusaumoina. Vaihtoehtoisesti esim. pihaliittymät voidaan nollata tiivistämällä tien tasoon.

Jos tarkkoja pienalueiden pinta-aloja ei ole käytettävissä, on hyvä nyrkkisääntö, että pienalueet lisäävät kohteen pinta-alaa noin 3–5 %. Taajama-alueilla lisäys voi olla 10 %.

Kun päällystystyö tehdään koko päällysteen leveydeltä, on kohteelle tehtävä päällystystöiden jälkeen reunantäyttö murskeella 25 cm leveydeltä, jotta pientareelle ei jää porrastumaa.

Remix- ja uraremix-menetelmiä sekä esimerkiksi laatikkojyrsitylle alustalle tehtyä vakiopaksuista päällystelaattaa (LJYR + LTA) käytettäessä voidaan tehdä päällysteleveyttä kapeampaa toimenpideleveyttä. Uraremix-paikkaustoimenpiteen leveys on 1–1,25 metriä. Päällystettävien urien määrä vaihtelee 1–4 välillä (kuva 19). Remix- ja LJYR + LTA -työmenetelmien toimenpideleveydet määräytyvät kaistaleveyden mukaan. Jos kaistan leveys on 3,5 metriä, on toimenpideleveys vähintään 3,8 m, jolloin pituussauma ei jää tiemerkinnän alle. Vastaavasti jos kaistan leveys on 3,75 metriä, on toimenpideleveys vähintään 4 metriä. Toimenpideleveyttä voidaan tarvittaessa kasvattaa, jos toimenpide halutaan ulottaa esimerkiksi täristävien jyrsintöjen tai keskisauman yli. Yksiajorataisilla kaksikaistaisilla teillä pääsääntöisesti uusitaan molemmat kaistat samalla kerralla. Työmenetelmiä, jotka tehdään päällysteleveyttä kapeampina, ei pääsääntöisesti uloteta pienalueille. Pienalueita ei tarvitse tällöin huomioida kohteen pinta-alassa. Koska uusi päällyste tasataan vanhan päällysteen tasoon, ei kohteen pientareelle tarvita myöskään reunantäyttöä.

Kuva 19. Uraremix (UREM) -paikkausta, Vt 18 Laihia. Kuva: Jarmo Eskola, Ramboll CM Oy.

4.4.6 Sivukaltevuuden parantaminen

Rakenteenparantamiskohteille, joissa nykyinen päällyste rikotaan ja käsittelysyvyys yltää riittävän syvälle (esim. > 100 mm), asetetaan tuotevaatimuksissa sivukaltevuusvaatimus. Muutoin kohteille on asetettu sivukaltevuuden tavoitearvo, ja käytännössä urakoitsija ei saa heikentää sivukaltevuutta päällystystoimenpiteellä.

Sivukaltevuutta voidaan parantaa myös ilman rakenteen parantamista. Tällöin valitaan sellainen päällystystoimenpide, jolla on mahdollista parantaa sivukaltevuutta (esimerkiksi jyrsintä, TAS + MP/LTA). Sivukaltevuuden parantaminen vaatii yleensä erillisen suunnitelman. Sivukaltevuuden parantamisen suunnittelussa voidaan käyttää hyväksi suunnitteluvaiheessa laserkeilauksesta tai PTM -mittauksesta saatavaa tien pintamallia. Pintamallin perusteella voidaan määrittää osuudet, joissa on tarvetta tehdä toimenpiteitä sivukaltevuuden korjaamiseksi. Lisäksi sen perusteella voidaan arvioida tarkemmin tehtävien jyrsintöjen ja massatasausten paikat ja työmäärät. Lyhyitä sivukaltevuuden korjauksia voidaan tehdä myös oikolautaa käyttäen ja silmämääräisesti arvioimalla.

Urakoitsijalle tulee toimittaa ennen toimenpidettä sivukaltevuuden lähtötilanne ja tavoitearvot. Sivukaltevuus voidaan mitata toimenpiteen jälkeen päällysteen normaalien laadunvalvontamittausten yhteydessä, minkä perusteella todennetaan kaltevuuden parantamisessa onnistuminen.

Kuva 20. Reunapainuma aiheuttaa esim. talvikunnossapidolle haasteita. Kuva: Hannu Huhtala, Destia Oy.

4.4.7 Tasauksen optimointi

Olemassa olevan tien puutteellinen vaaka- ja/tai pystygeometria sekä liikenteelle vaaralliset heitot ja painumat voidaan korjata tasausoptimointimenetelmällä. Menetelmässä mitataan mobiililaserkeilaimella tien pinnan yksittäisten pisteiden koordinaatit (x,y,z) hyvin tiheästi ja muodostetaan tien pintamalli. Pintamalli sidotaan globaaliin tai paikalliseen xyz-koordinaatistoon tarkemittausten ja/tai tarkkavaaituksen perusteella määritettyjen signaalipisteiden (referenssipisteiden) avulla. Tämä mahdollistaa automaattisen koneohjauksen työn toteutuksessa. Toinen vaihtoehto on tuottaa tien pintamalli joko PTM-datasta tai mobiililaserkeilauksella ilman signalointia. Tällöin työn toteutuksessa ei voi käyttää automaattista koneohjausta, mutta tasausta voidaan silti korjata opastavalla koneohjauksella suhteessa vanhaan tienpintaan (suhteellinen z-koordinaatti deltaZ).

Tasauksen optimointia varten on aina määritettävä päällysteen paksuus, jotta voidaan selvittää jyrsintävara. Jyrsintävaraa määritettäessä on tarkistettava myös, ettei jyrsintä heikennä tien kantavuutta alle ohjearvojen. Päällysteen paksuus voidaan määrittää maatutkamittauksella vähintään yhdestä ajolinjasta/kaista. Mikäli tien päällystys- ja paikkaushistorian perusteella on syytä epäillä päällystepaksuuden vaihtelevan tien poikkileikkauksessa, määritetään päällystepaksuus useammasta ajolinjasta. Erityisesti päällysteen paksuus pientareella on tarkistettava jyrsintävaran selvittämiseksi. Paksuus tarkistetaan useammasta poranäytteestä paksuusmittauksen luotettavuuden parantamiseksi, jokaisesta ajolinjasta vähintään 1 km välein. Kun päällystepaksuutta määritetään päällystetutkalla, on pidettävä mielessä sen määritystarkkuus, joka on ± 1 cm. Lisäksi on tarpeellista selvittää syy, minkä vuoksi tie on painunut

tai kaltevuus muuttunut, jottei esimerkiksi päällysteen lisäys synnytä suurempaa painumaa heikon tierakenteen vuoksi.

Laserkeilaimella mitattu ja tarkemittausten avulla korjattu pistemäinen, jatkuva aineisto sekä maatutkalla mitattu ja referenssiporanäytteiden avulla tulkittu jatkuva, linjamainen päällysteenpaksuuskuvaaja muutetaan suunnittelutyötä varten jatkuviksi taiteviivoiksi ja/tai kolmioverkoksi (päällysteen yläpinta, päällysteen alapinta). Esitystä voidaan kutsua päällysteen lähtötietomalliksi.

Mallipohjaisessa suunnittelussa suunnittelija etsii tien optimaalisen geometrian lähtötietomallin avulla. Mallipohjaisella suunnittelulla voidaan optimoida kustannuksia esimerkiksi tasausjyrsinnän ja massatasauksen kesken. Suunnittelussa on kuitenkin otettava huomioon tasausviivan korkeus, tien pituus- ja poikkikaltevuudet sekä päällysteen minimipaksuus. Mallien avulla tehtävillä geometriatarkasteluilla tai virtuaalisimuloinneilla voidaan etsiä myös vaarallisia heittoja tai äkillisiä nykäyksiä aiheuttavat geometriamuutosten kohdat. Suunnittelun tulosta kutsutaan päällysteen suunnitelmamalliksi.

Suunnitelmamallista jalostetaan toteutusmalli. Suunnitelma muutetaan esimerkiksi koneohjauslaitevalmistajan ohjelmistolla kyseisen koneohjausjärjestelmän ymmärtämään muotoon ja siirretään työmaalle asfaltin jyrsimeen tai levittäjään sekä tarvittaessa mittamiehen maastotietokoneeseen laadunvarmistusta varten. Syntynyttä tuotetta kutsutaan koneohjausmalliksi.

Kun koneohjausmalli on siirretty työkoneeseen, alustan jyrsintä ja massan levitys (massatasaus tai TJYR + MP tai LTA) toteutetaan automaattisen koneohjauksen avulla. Automaattisessa koneohjauksessa työkonetta ohjataan (paikalliseen tai globaaliin) suunnittelukoordinaatistoon orientoidun takymetrin avulla. Takymetrin ja työkoneeseen sijoitetun prisman avulla määritetään asfaltin levittimen peräpalkin ja/tai jyrsimen rummun sijainti kyseisessä koordinaatistossa. Työkoneen kuljettaja ajaa konetta normaalisti eteenpäin automatiikan säätäessä peräpalkin ja/tai rummun korkeusasemaa ja kaltevuutta suunnitelman mukaisesti.

Asfalttipäällysteiden geometriapuutteiden tietomallipohjainen korjaushanke on kuvattu Yleisten inframallivaatimusten YIV2018 osassa 11.2.

4.4.8 Melua vaimentavien päällysteiden käyttökohteet

Melua vaimentavien päällysteiden käyttöä tulee harkita, kun päällyste uusitaan taajamassa, muualla asutusalueella tai herkän kohteen lähellä (esimerkiksi koulu, sairaala tai vanhainkoti). Melua vaimentavat päällysteet sopivat parhaiten kohteille, joiden nopeusrajoitus on 40–80 km/h ja liikennemäärä on alle 9 000 ajon/vrk. Melua vaimentavia päällysteitä voidaan tapauskohtaisesti harkita myös teillä, joilla on suurempi vuorokausiliikenne ja nopeusrajoitus on enintään 80 km/h. Ennen melua vaimentavan päällysteen valintapäätöstä tulee tarkistaa jo tehdyt meluselvitykset, toimenpideluettelot jne.

Melua vaimentavien päällysteiden hankintaan liittyvä ohjeistus on kuvattu tarkemmin PANK Ry:n *Melua vaimentavien päällysteiden hankintaoppaassa* (PANK Ry, 2011b).

4.4.9 Erityissuunnittelua vaativat kohteet

Tässä luvussa esitetään luettelona asioita, jotka tulee tarkistaa luvussa 4.3 esitettyjen lisäksi ennen lopullista päällystetyypin ja työmenetelmän valintaa.

Yksittäinen työkohde saattaa asettaa rajoituksia työmenetelmän valinnalle. Kohteet ovat yksilöllisiä, ja niiden toimenpide- ym. historiaan tulee aina tutustua mahdollisimman hyvin. Kohteen asettamia rajoituksia ovat esimerkiksi:

- Kävely- ja pyöräilyväylät asettavat rajoituksia päällystysmenetelmille johtuen kapeasta ja ahtaasta toimintaympäristöstä. Suuren koon vuoksi osa kalustosta ei sovellu käytettäväksi. Tyypillisiä kävely- ja pyöräilyteiden päällystetyyppejä ovat AB-päällysteet. Työmenetelminä käytetään tavallisesti massapintausta (MP) sekä tasatulle alustalle vakiopaksuista päällystelaattaa (LTA). Myös koneellisten paikkausmenetelmien käyttö voi tulla kyseeseen. Kävely- ja pyöräilyteiden päällysteiden korjausta käsitellään kohdassa 4.6.
- Kun tien leveys ei ole riittävä ja/tai tiellä on kiertoliittymiä, kanavointeja, saarekkeita yms. ahtaita kohtia, kuumennuskalustoa (MPKJ, REMplus, REM) vaativat työmenetelmät eivät kaluston suuren koon vuoksi sovellu käytettäväksi.
- Voimakkaasti deformoituvat kohteet (kiertoliittymät, sillat, muut kaiteelliset tiejaksot, kanavoidut liittymät, valo-ohjatut liittymät) vaativat normaalia tarkempaa suunnittelua. Niissä harkitaan kumibitumin käyttöä sideaineena tai vastaavan vaikutuksen aikaansaamista uusilla asfalttimassan lisäaineilla, jotka hyväksyttyjen referenssien mukaan tuottavat vastaavat ominaisuudet. Esimerkiksi PAB-teillä kannattaa harkita vilkkaan liittymän päällystämistä AB-päällysteellä. Kiertoliittymissä voidaan harkita kulutuskerrokseen muuta tietä kovemman ja suuremman raekoon kiven käyttämistä noin 100 metrin etäisyydelle kiertoliittymästä.
- Kohdesuunnittelun yhteydessä tulee mittaamalla varmistaa, että päällystyskohteen ylittävien siltojen alikulkujen alimmat kohdat ovat riittävän korkeita sallituille ajoneuvoille. Suunnitelmassa tulee ilmoittaa, jos riittävän alikulkukorkeuden säilyttäminen edellyttää päällystysalustan jyrsintää ennen uuden päällysteen levitystä.
- Ennen päällystämistä tarkastetaan, että reunatukien sijainti ja korkeusasema ovat sellaiset, että reunakiveä jää näkyviin riittävästi. Riittävä reunatuen korkeus voidaan toteuttaa joko jyrsimällä päällysteelle sauma (mikäli esim. sadevesikaivojen sijainti sen sallii) tai uusimalla reunakivet päällystämisen jälkeen. Tämä on tosin haasteellista, jos reunakivet ovat suoraan kevyen liikenteen väylän tukena.
- Kiinteäkorkuisten kaivojen, palopostien, venttiilien ym. kannet asennetaan oikeaan korkeuteen ja päällysteen pinnan kaltevuuteen ennen päällystämistä. Teleskooppirakenteiset vastaavat laitteet asennetaan oikeaan korkeuteen päällystämisen yhteydessä. Päällystettä uusittaessa voidaan kiinteäkorkuiset laitteet vaihtaa teleskooppirakenteisiksi.
- Taajamissa päällysteitä korjattaessa tulee tarvittaessa huomioida ja suunnitella (mm. jyrsinnät) päällysteen ja muiden pintauksien (esim. luonnon kivet tai betonilaatat) liittymäpinnat.
- Varalaskupaikkojen päällystystöitä suunniteltaessa on noudatettava Liikenneviraston ohjetta *Lentokoneiden varalaskupaikat.*

- Täristävät jyrsinnät ja keskikaiteet vaikuttavat työmenetelmän valintaan. Tieosuuksilla, joilla on 2+1-poikkileikkaus, keskikaide hankaloittaa massan kuljettamista levittimelle, aiheuttaen lisäkustannuksia sekä haittaa muulle liikenteelle. Massapintaus on näissä kohdin tehtävä jyrsittyyn laatikkoon. Toisena vaihtoehtona on tehdä massapintaus koko poikkileikkauksen leveydeltä, jolloin tien keskikohta on tehtävä käsityönä. Liikenteen ohjauksen toteuttaminen on näillä osuuksilla hankalaa, ja se on suunniteltava huolellisesti. 2+1-poikkileikkauksen keskikaiteellisilla osuuksilla voidaan harkita työnaikaisen kiertotien järjestämistä, jolloin tie voidaan sulkea liikenteeltä. Vaihtoehtoisesti kaide voidaan poistaa määrävälein työn ajaksi massakuljetuksia varten.
- Kun päällystettävällä tiejaksolla on vesitiivis tiepäällyste pohjaveden, teräsverkon tai hydraulisen stabiloinnin suojaamiseksi, on tärkeää korjata suunnitellun päällystekerroksen halkeamat vesitiiviiksi ennen uudelleen päällystämistä. Halkeamat korjataan seuraavasti: halkeamat avarretaan 25 +/- 5 mm leveydeltä ja vähintään 35 +/- 5 mm syvyydeltä Väyläviraston ohjeen *Päällysteiden paikkaus* mukaisesti. Avarretut halkeamat tiivistetään siltojen päällysteiden halkeamien korjauksien vaatimukset täyttävällä saumausmassalla (SILKO 3.731 *Saumausmassat*). Vasta tämän jälkeen tieosuus päällystetään uudelleen. Vesitiiviiksi suunnitellun kerroksen toimivuuden kannalta sen riittävä paksuus on tärkeää, joten siihen ei saa päästää syntymään liian syviä uria. Uudelleen päällystäminen tehdään massapintauksena tai laattana massalla tasatulle alustalle.
- Kun päällystettävälle kohteelle tehdään uusi vesitiivis päällystekerros pohjaveden, hydraulisen stabiloinnin tai teräsverkon suojaamiseksi, sen suunnittelussa ja toteuttamisessa noudatetaan Liikenneviraston ohjetta *Tierakenteen suunnittelu.*
- Mikäli kohteella on korvattu tai varaudutaan korvaamaan kloridi vaihtoehtoisilla liukkaudentorjunta-aineilla, kulutuskerroksen sideaineeksi valitaan kumibitumi, koska se kestää kemikaaleja tavallisia tiebitumeja paremmin.
- Suojelualueilla tehtäviä päällystystöitä suunniteltaessa tulee ottaa huomioon ko. alueen ympäristönsuojeluun liittyvät, esimerkiksi kaivutöitä mahdollisesti koskevat rajoitukset ja määräykset.
- Tunnelien päällysteiden korjaus asettaa rajoituksia päällystysmenetelmille johtuen ilmanvaihtojärjestelmistä ja muusta tunnelitekniikasta sekä palo- ja liikenneturvallisuuden järjestämisen erityispiirteistä.
- Nestekaasutoimisia asfalttipinnan kuumennuslaitteita ei saa käyttää tunneleissa paloturvallisuus- ja työterveyssyistä.
- Ramppien osalta tulee aina selvittää mahdollisuus rampin sulkemiseen liikenteeltä työn ajaksi. Tällöin päällystemassa voidaan levittää jo levitetyn kuuman massan viereen ja pituussuuntainen sauma saadaan kestävämmäksi.
- Päällysteiden pituussuuntaiset saumat pyritään tekemään ajokaistojen reunojen kohdille (tulevien ajoratamaalausten lähelle).
- Siltojen päällystystöiden erityispiirteitä käsitellään kohdassa 4.5.

4.5 Siltojen päällystäminen

4.5.1 Yleistä

Suunnittelijan tulee lähettää valmisteilla olevan urakan päällystyskohdeluettelo ELY-keskuksen siltainsinöörille ja pyytää häntä tarkastamaan, onko päällystyskohteiden silloille tulossa korjaustoimenpiteitä. Siltainsinööri täydentää kohdeluetteloon sillan liikuntasaumatyypit ja kuumennuspintauksen käytön sekä tarkistaa, onko niissä jotakin tavallisuudesta poikkeavaa, mikä tulisi ottaa huomioon päällystysurakassa. Jos jollekin sillalle on tulossa lähivuosina esim. koko pintarakenteen uusiminen, kannattaa harkita, päällystetäänkö silta siitä huolimatta urakan yhteydessä vai riittääkö pelkkä siltapäällysteen paikkaus, koska järeämpi toimenpide on tulossa, vai jätetäänkö silta pois päällystysurakasta. Siltainsinöörin tulee ilmoittaa suunnittelijalle, jos jollain sillalla jätetään laatupuutteita korjaamatta esim. edellä mainituista syistä.

Siltapäällysteiden valmistuksessa noudatetaan voimassa olevia *Asfalttinormeja* sekä InfraRYL *Sillan päällysteet* ja SILKO 1.802 *Päällysteet* -ohjeita, joten *Asfalttinormien* mukaiset siltapäällysteiden asfalttimassat tai niiden laadunosoittamismenettely eivät periaatteessa poikkea tielinjalla käytettävistä vastaavista massoista tai niiden laadunosoittamistavasta. Siltapäällysteen tulee täyttää kaikki siihen liittyvän tien päällysteelle asetetut vaatimukset ja lisäksi urakoissa siltapäällysteiden erityisvaatimukset.

Siltojen päällysteisiin ja saumarakenteiden tiivistämiseen liittyvä ohjeistus on kuvattu tarkemmin ohjeissa SILKO 2.732 *Päällysteen ja betonirakenteen välisen sauman tiivistäminen* sekä SILKO 2.814 *Asfalttipäällysteen uusiminen*.

Siltapäällysteille asetetut lisävaatimukset johtuvat yleensä päällysteen alla olevan siltarakenteen suojaustarpeesta, siltapäällysteiden ja muiden rakenteiden liitosten erityisvaatimuksista tai siltapäällysteiden erilaisesta toiminnasta vaihtelevissa sääolosuhteissa.

4.5.2 Alempien kerrosten suojaaminen

Siltapäällysteiden erityisvaatimusten taustalla ovat pintarakenteille asetetut vaatimukset alempien kerrosten suojaamisesta. Kannen pintarakenteiden (vedeneristys, eristyksen suojaus, sidekerros ja kulutuskerros sekä saumaus) tulee erityisesti estää liukkaudentorjuntasuolan pääsy alempiin kerroksiin ja kantaviin rakenteisiin. Kunkin pintarakenteen kerroksen tulee suojata alla olevaa kerrosta, ja koko pintarakenteen tulee suojata sillan koko kansirakennetta.

Suolavesien pääsy pintarakenteen läpi pyritään estämään ensisijaisesti siltakannen päälle asennetulla vedeneristyksellä ja toissijaisesti vedeneristyksen päällä olevilla asfalttikerroksilla. Sillan päällysteen tulee johtaa pintavedet pois siltakannelta, jotta veden ja suolojen tunkeutuminen rakenteen sisään jää mahdollisimman vähäiseksi. Kun kulutuskerroksena käytetään SMA-päällystettä, sen alla tulee olla vähintään yksi asfalttibetonikerros, koska SMA-päällysteen vedenläpäisevyys on suurempi.

4.5.3 Siltapäällysteen liitokset muihin rakenteisiin

Sillan päällyste liittyy sillan muihin rakenneosiin: alustaansa, molemmilla sivuilla reunapalkkeihin ja sillan päissä liikuntasaumalaitteisiin. Eri rakenneosien liitoskohdat ovat useissa tapauksissa mahdollisia vuotokohtia ja mm. suolavesien kulkureittejä.

Sillan päällysteen alustana toimii vedeneristyksen suojakerros tai sen päällä oleva edellinen päällystekerros (esim. sidekerros) tai jyrsitty päällystepinta. Jos sillan päällysteestä uusitaan vain kulutuskerros, uuden päällysteen alustana on yleensä jyrsitty päällystepinta. Eristyksen suojakerros on joko suojabetonilaatta, asfalttibetoni-, avoin asfaltti-, valuasfaltti- tai murskekerros.

Uusi päällyste liimataan alustaan, jos alustana on suojabetoni, vanha päällyste tai jyrsitty päällysteen pinta. Suojabetoni on aina käsiteltävä valmistajan ohjeiden ja InfraRYLin mukaisesti liiman tarttumisen varmistamiseksi. Liimaus tehdään aina hyvin huolellisesti siten, että päällystettävän alustan joka kohtaan tulee riittävä määrä liimaa. Yleensä liimaukseen käytetään joko bitumiemulsiota tai bitumiliuosta. Alustan tulee olla täysin puhdas ja kuiva ennen liimausta ja uuden päällysteen levittämistä.

Liitoskohtien tiivistämiseksi siltapäällysteen saumoissa käytetään SILKO-vaatimukset täyttäviä tartunta-aineita, saumausmassoja ja saumausnauhoja. Päällysteen saumojen sijainti ja käytettävä saumausmassa esitetään aina siltasuunnitelmassa (InfraRYL osa 3 ja NCCI 1).

Päällysteen ja betonirakenteen välisen liitoskohdan saumausta on kuvattu yksityiskohtaisesti ohjeessa *Eurokoodin soveltamisohje: Siltojen kuormat ja suunnitteluperusteet – NCCI 1* tai SILKO 2.732 *Päällysteen ja betonirakenteen sauman tiivistäminen*. Tällaisia betonirakenteita ovat esim. matala ja korkea reunapalkki, liikuntasauman tukikaista ja ajoradan reunus. Vaatimukset täyttäviä saumausmassoja ja -nauhoja on lueteltu ohjeissa SILKO 3.731 *Saumausmassat* ja SILKO 3.711 *Liikuntasaumalaitteet*. Näitä saumausnauhoja saa käyttää valuasfaltin ja kumibitumivaluasfaltin saumoissa (InfraRYL osa 3).

Oikein suoritettu päällysteen liitoskohdan tiivistäminen vaatimukset täyttävällä saumausmassalla parantaa liitoksen vesitiiviyttä saumarakojen leveyden muuttuessa vaihtelevissa lämpötiloissa. Jos saumaus jätetään tekemättä tai tehdään laatuvaatimuksia ja asennusohjeita noudattamatta, saumarako aukeaa ja esimerkiksi suolavedet pääsevät sauman kautta siltakannelle tai sillan kantaviin rakenteisiin.

4.5.4 Siltapäällysteen uusiminen

Sillan asfalttipäällysteitä ovat asfalttibetoni (AB), kivimastiksiasfaltti (SMA) ja kumibitumivaluasfaltti (KBVA). Päällyste ilmoitetaan kohdeluettelossa. Sillan päällysteen pinnan kitkan tai kunnon ei tulisi poiketa merkittävästi muun tieosan päällysteestä liikenneturvallisuus- ja ajomukavuussyistä.

Sillalla ja siihen liittyvällä tiellä on yleensä sama päällyste, ellei erillisessä korjaussuunnitelmassa toisin määrätä. Saman asfalttimassan käyttöön ohjaavat tuotantotekniset syyt, kun siltapäällyste uusitaan tienpäällystysurakassa. Sillalla saa olla korkeintaan yksi ylimääräinen päällystekerros, jos sillan kantavuus

tämän sallii. Päällystekerrosten lisääminen entisten päälle ei ole suositeltavaa, koska tällöin sillan oma paino kasvaa.

Siltapäällyste päättyy sillan molemmissa päissä oleviin liikuntasaumoihin tai liikuntasaumalaitteisiin. Tienpäällystyskohteiden osana siltapäällyste uusitaan leveyssuunnassa yleensä päällysteen reunaviivojen väliseltä alueelta, jolloin päällystystoimenpiteet eivät yleensä ulotu reunapalkkiin asti. Sillan päällystettävä alue ja sen rajakohdat ilmoitetaan työkohdesuunnitelmassa.

Sillan asfalttipäällyste voidaan uusia kolmella vaihtoehtoisella tavalla:

Uusitaan vain päällysteen kulutuskerros

- Työ toteutetaan ohjeen SILKO 2.814 *Asfalttipäällysteen uusiminen* mukaisen työ- ja laatusuunnitelman mukaan. Suunnitelman tulee liittyä tieosan päällystysurakkaan tai muuhun sopimukseen, jossa laatuvaatimukset on esitetty.

Uusitaan päällystekerrokset, mutta mahdollinen ehjä suojabetoni tai muu suojakerros jätetään paikalleen

- Työ toteutetaan ohjeen SILKO 2.814 mukaisen työ- ja laatusuunnitelman mukaan.

Uusitaan kaikki kannen pintarakenteet

- Pintarakenteet uusitaan *Sillantarkastuskäsikirjassa* esitetyissä tapauksissa yleensä sillan peruskorjauksen yhteydessä. Päällysteet uusitaan pintarakenteiden uusimisen osana ohjeen SILKO 2.814 mukaisesti.

Sillan pintarakenteet joudutaan uusimaan lisäksi, jos

- vedeneristys on vaurioitunut ja vesivuodot vaativat pintarakenteen uusimista *Sillantarkastuskäsikirjassa* esitetyn mukaisesti
- siltaan joudutaan tekemään kuivatuslaitteita
- päällysteen alapuolella on rakenteellisia korjauksia vaativia vaurioita
- sillan reunapalkit uusitaan
- siltaa levennetään.

Kannen pintarakenteiden uusimista varten on laadittava korjaussuunnitelma ohjeen SILKO 2.814 ohjeiden mukaan.

Sillalla tehtävissä päällystystöissä tulee käyttää menetelmiä, joilla ei vaurioiteta alla olevia vedeneristyksiä ja muita rakennekerroksia. Sillan päällysteen kulutuskerroksen uusimisessa ja urapaikkauksessa **ei käytetä kuumennuspintauslaitetta**, ellei kyseessä ole maakantinen kehäsilta tai silta, jonka eristyksen suojakerros on suojabetonia. **Kuumennuspintauslaitteella ei saa kuumentaa liikuntasaumalaitetta**. Liikuntasaumalaitteiden tukikaistojen vieressä ja muissa vastaavissa kohdissa päällyste jyrsitään käsin ohjattavalla kylmäjyrsimellä.

Sateen kastelema alusta voidaan kuivata asfaltin infrapunakuumennuslaitteella. Pintaa ei saa ylikuumentaa, koska tämä voi vaurioittaa vedeneristystä (maksimipintalämpötila kuivauksen aikana 100 °C). Jos päällyste uusitaan kaistoittain, liitossaumaa tehtäessä levittimessä tulee käyttää saumanlämmitintä.

Tarvittaessa siltapäällyste jyrsitään kylmäjyrsintämenetelmällä laatikkoon. Jyrsintäsyvyys valitaan uuden massan maksimiraekoon perusteella. Kun massan maksimiraekoko on 16 mm, uuden vakiopaksuisen päällystelaatan minimimassamäärä on 100 kg/m2, jolloin jyrsintäsyvyys on noin 40 mm. Ennen jyrsintäsyvyyden määrittämistä tulee varmistaa vanhan kulutuskerroksen paksuus, jottei jyrsintä ulotu alempaan kerrokseen. Toisaalta em. minimipaksuus tulee tehdä, jotta sillalla erityisen tärkeä, vaadittava, mahdollisimman hyvä tiiveys saavutetaan.

Kun pintarakenteiden uusimisen yhteydessä puretaan kaikki kannen pintarakenteet, asfalttikerrokset on suositeltavaa purkaa jyrsimällä, jos jyrsinrouhe voidaan toimittaa kierrätykseen. Kaivinkoneella paloina puretut pintarakenteet eivät ole asfalttiasemilla kierrätyskelpoisia, koska puretut pintarakennepalat sisältävät myös vedeneristysmateriaaleja ja mahdollisesti suojabetonia.

Päällysteen sauma tiivistetään reunapalkkiin tai reunukseen polymeerimodifioidulla, bitumia sisältävällä saumausmassalla, jonka tulee olla CE-merkitty ja harmonisoidun tuotestandardin SFS-EN 14188-1 mukainen sekä täyttää Väyläviraston ohjeen *Siltojen vedeneristysten SILKO-tuotevaatimukset* liitteen 8 taulukon massatyypin N2 vaatimukset..

Lisää tietoa siltojen asfalttipäällysteiden uusimisen työkohtaisista laatuvaatimuksista esitetään ohjeessa SILKO 2.814.

Silloilta ei oteta poranäytteitä, ellei siihen ole erityistä syytä.

4.5.5 Siltapäällysteen paikkaus

Siltapäällysteen paikkauksessa noudatetaan seuraavia Väyläviraston ohjeita: SILKO 2.833 *Asfalttipäällysteen paikkaaminen* ja tiepäällysteiden paikkaustöiden ohje *Päällysteiden paikkaus*. Urakoitsija laatii ennen sillan korjaustyön aloitusta työ- ja laatusuunnitelman ohjeen SILKO 2.833 mukaisesti.

Turvallisuutta vaarantavat päällysteen reiät, halkeamat ja porrastukset on korjattava silloilla viipymättä vuodenajasta riippumatta (*Asfalttinormit*, PANK ry). Paikan ja vanhan päällysteen liitoskohta rajataan säännöllisen muotoiseksi ja jyrkkäreunaiseksi jyrsimellä tai timanttisahalla. Jos päällystekerrosten alla on suojabetoni, päällyste poistetaan suojabetoniin asti. Jos suojabetonin pinta on rapautunut, rapautumat korjataan nopeasti kovettuvalla juotoslaastilla tai juotosmassalla ohjeen SILKO 2.231 *Paikkaus ilman muotteja* mukaisesti.

Paikattavan alueen päällystettä purettaessa kiinnitetään erityistä huomiota siihen, ettei vaurioiteta vedeneristystä. Sahaustyön alussa on varmistettava, että sahatun uran pohjan ja vedeneristyksen pinnan väliin jää vähintään 30 mm suojaetäisyys. Toisaalta päällysteen ja paikkauksen liitoskohdan korkeuden tulee olla vähintään 15 mm.

Jos päällystevaurio johtuu vedeneristyksen kuplimisesta, vedeneristys paikataan joko SILKO-ohjeen 2.831 *Vedeneristyksen paikkaaminen* mukaan tai kuplan kohdalle porataan siltakannen läpi ulottuva paineentasausreikä ja paikkauskohdassa eristysrakenteen aluskermiksi valitaan eristysalustasta osittain irti jäävä paineentasauskermi.

Siltapäällysteen pysyväksi suunniteltu paikkaus voidaan tehdä valuasfalttimassalla VA 11, VA 16, kumibitumivaluasfalttimassalla KBVA 11 tai asfalttibetonilla AB 11. Valuasfalttipaikkauksen pinta on aina karkeutettava kitkan lisäämiseksi. Kun käytetään valuasfalttia, pysyväksi suunnitellun paikkauskohdan reunat tiivistetään saumaamalla (lukuun ottamatta urapaikkausta). Kun käytetään asfalttibetonia, reunat liimataan bitumiemulsiolla.

Tilapäispaikkaus tehdään kylmänä levitettävällä asfaltinpaikkausmassalla tuotekohtaisia ohjeita noudattaen. Kylmämassapaikkauksessa ei käytetä reunojen saumausta.

Sillan asfalttipäällysteen paikkaamiselle esitetään yksityiskohtaisia työkohtaisia laatuvaatimuksia ohjeessa SILKO 2.833.

4.5.6 Siltapäällysteen halkeaman sulkeminen

Siltapäällysteiden halkeamat aiheuttavat haitallisia seurausvaikutuksia, koska suolavesi pääsee tunkeutumaan niitä pitkin sillan rakenteen sisään. Tästä syystä siltapäällysteen halkeamat korjataan mahdollisimman pian, vaikka sillan uudelleenpäällystys olisi odotettavissa.

Päällysteen halkeamat suljetaan tilaajan hyväksymän työ- ja laatusuunnitelman mukaisesti. Jos asfalttipäällysteen halkeaman sulkemiselta edellytetään yli vuoden pituista takuuaikaa, on työ tehtävä Väyläviraston ohjeiden *Päällysteiden paikkaus* ja SILKO 2.832 *Päällysteen halkeaman sulkeminen* mukaisesti avarrussaumausmenetelmällä. Menetelmä sisältää halkeaman avarruksen, puhdistuksen irtoaineksesta ja kuumennuksen ennen Väyläviraston ohjeen SILKO 3.731 *Saumausmassat* mukaisen saumausmassan asennusta. Tartuntaainetta käytetään saumausmassan valmistajan ohjeiden mukaan. Päällysteen halkeaman sulkemiselle esitetään työkohtaisia ohjeita ja laatuvaatimuksia sillankorjausohjeessa SILKO 2.832 ja tiepäällysteiden paikkaustöiden ohjeessa *Päällysteiden paikkaus*.

4.6 Kävely- ja pyöräilyväylien päällysteen uusiminen

4.6.1 Yleistä

Kävely- ja pyöräilyväylien päällysteiden korjaustarpeet poikkeavat joiltakin osin maanteiden vastaavista tarpeista. Tärkeintä on, että pinta on tasainen eikä siinä esiinny käyttöä haittaavia vaurioita, kuten halkeamia, reikiä tai pykäliä. Myös vaurioiden paikkausten laadulla on oleellinen vaikutus kävely- ja pyöräilyväylän käytettävyyteen ja liikenneturvallisuuteen.

Kuva 21. Talvihoidon rikkoma liukuvalettu reunakivi kävely- ja pyöräilyväylän ja tien välissä. Kuva: Jarmo Eskola, Ramboll CM Oy.

Reunakivellisillä osuuksilla vanha päällyste jyrsitään laatikkoon ja uusi päällyste sovitetaan vanhaan reunakivikorkeuteen siten, että uusi päällyste on reunakiveyksen yläpinnan korkeudella ja kuivatus toimii suunnitellusti. Mikäli kohteessa on tarkoitus uusia tai korjata myös reunakiveys, täytyy reunakiveyksen korjaus sovittaa yhteen päällystystyön kanssa.

Mikäli betoninen reunakiveys korjataan päällysteen uusimisen yhteydessä liukuvalumenetelmällä, kannattaa päällystäminen suunnitella siten, että vanhaa päällystettä tarvitsee jyrsiä mahdollisimman vähän.

Reunakiven uusiminen on tarkoituksenmukaista tehdä silloin, kun varsinainen ajoratakin päällystetään. Tällöin uusi reunakivi pystytään liimaamaan tai liukuvalamaan suoristetulle päällystepohjalle. Tällöin joudutaan yleensä päällystämään myös kevyen liikenteen väylä samalta kohdin. Tässä yhteydessä uusien reunakivien korkeus kannattaa suunnitella siten, että kävely- ja pyöräilyväylän päällystepaksuus ei nouse liian suureksi.

Kävely- ja pyöräilyväylien päällysteen ja reunakiven väliin asennetut kenttä- tai luonnonkivet joudutaan usein poistamaan ja korvaamaan uusilla kiveyksillä tai asfalttimassalla.

Kävely- ja pyöräilyväylien päällysteitä ja niiden kulkuyhteyksiä tehtäessä tulee esteettömyysasiat huomioida myös työ- ym. saumojen sijoittelussa ja viimeistelyssä. Saumoihin ei saa jäädä kulkua haittaavia pykäliä.

4.6.2 Kävely- ja pyöräilyväylän päällystetyypin ja bitumin valinta

Kävely- ja pyöräilyväylien päällysteiden tulee olla mahdollisimman tasaisia. Tästä syystä tyypillisin ja suositeltavin massatyyppi on AB 11 ja massamäärä 100 kg/m2 tai esim. tasaus TAS 30kg/m2 + AB 11 80 kg/m2.

Kävely- ja pyöräilyväylillä, joilla esiintyy noin 20–50 m välein poikkihalkeamia tai joilla poikkihalkeilutaipumus on suuri, halkeilun hillitsemiseen kannattaa AB-päällysteissä käyttää bitumia 100/150 tai 160/220.

Mikäli kävely- ja pyöräilyväylän kulkumuotojen erottelu toteutetaan eri värisillä päällysteillä tai pintastruktuureilla, voidaan sideaineena käyttää värilliseen päällysteeseen käytettäviä sideaineita (kuva 23) tai eri väristä kiviainesta (kuva 22).

Kuva 22. Sirotepintaus on kiviaineksen värinen ja asfalttipäällystettä karkeampi. Sitä voidaan käyttää kävely- ja pyöräilyväylillä, kun tarvitaan pintamateriaalilla toteutettava erottelu- tai huomiovaikutus tai erityisen hyvä kitka.

Kuva 23. Värillisellä päällysteellä toteutettu pyöräilyväylä. Kuva: Jarmo Eskola, Ramboll CM Oy.

4.6.3 Geolujitteiden käyttö kävely- ja pyöräilyväylillä

Jos kävely- ja pyöräilyväylillä esiintyy leveitä pitkittäishalkeamia, ne voidaan korjata päällystyksen yhteydessä käyttäen rakenteessa joko teräsverkkoja (4.6.4) tai geolujitteita päällysteen lujittamiseen.

Markkinoilla on erilaisia geolujitteita, joiden toimintatavat poikkeavat merkittävästi toisistaan sekä voima-venymä-ominaisuuksien että alustaan tarttuvuuden suhteen. Kävely- ja pyöräilyväylien päällysteiden lujittamisesta lasikuituverkoilla on Suomessa 10 vuoden kokemus. Dokumentoituja kokemuksia on kahdesta (veto)lujuusominaisuuksiltaan erilaisesta verkkolaadusta: 50/50 kN/m ja 100/100 kN/m. Asennetut verkot ovat olleet väriltään joko mustia tai valkoisia. Mustissa verkoissa lasikuitu on suojattu bitumilla ja valkoisessa hartsilla. Polyesteriverkkoja (HaTeLit) on myös käytetty päällysteen lujitteena, mutta dokumentoituja kokemuksia on niin vähän, että niiden käytöstä ei vielä voida antaa ohjeita tai suosituksia.

Mikäli kunnostettavan jalankulku- ja pyöräilyväylän päällyste on epätasainen tai pinta on halkeillut ja halkeamat ovat leveydeltään alle 50 mm, voidaan uutta päällystettä lujittaa päällysteen alle asennettavalla lasikuituverkolla, jonka vetolujuus on vähintään 50 kN/m sekä pituus- että poikkisuunnassa. Mikäli halkeamat ovat 50–100 mm leveitä, suositellaan käytettäväksi lasikuituverkkoa,

jonka vetolujuus on 100 kN/m molemmissa suunnissa. Mikäli halkeamat ovat yli 100 mm leveitä, on todennäköistä, että lasikuituverkko ei riittävästi lujita päällystettä, ellei päällysteen uusimisen yhteydessä tehdä muita rakennetta parantavia toimenpiteitä (ks 4.6.4 sekoitusjyrsintä) ja esimerkiksi kuivatuksen parantamista.

Kuva 24. Lasikuituverkon päälle levitetään suojamassa. Kuva: Anne Valkonen, Via Blanca Oy.

Lopputuloksen kannalta on tärkeää, että verkko on käyttötarkoitukseensa nähden tarpeeksi jäykkä. Verkon lujuusominaisuuksien lisäksi on oleellista, että verkko ulottuu koko poikkileikkauksen alueelle, ts. pituussuuntaista limisaumaa ei sallita kävely- ja pyöräilyväylillä. Mikäli pituussuuntainen limisauma jouduttaisiin tekemään, syntyisi limityskohtaan todennäköisesti halkeama, joka johtuu verkkojen liikkumisesta toisiinsa nähden joko tiivistyksen tai käytön aikana. Verkot limitetään aina saumoissa valmistajan ohjeiden mukaisesti, tyypillisesti 200 mm. Verkkojen kiinnittämistä nauloilla tai muilla kiinnikkeillä tulee välttää.

Oleellisin asia verkkojen toiminnan kannalta on asennuksen onnistuminen. Verkon kiinnittyminen alustaansa on sen toiminnan kannalta välttämätöntä. Huono tartunta ja verkkojen irtoaminen alustasta jo asennusvaiheessa johtavat lopputulokseen, jossa verkosta on enemmän haittaa kuin hyötyä. Mikäli lasikuituverkko ei ole kiinni alustassa, on todennäköistä, että vesi pääsee verkon ja alustan väliin ja päällyste vaurioituu oletettua nopeammin. Tästä syystä päällysteiden lujittaminen lasikuitu- tai polyesteriverkoilla tulee suunnitella huolellisesti. Etukäteen tulee selvittää ne tekijät, jotka voivat vaikuttaa ko. kohteessa verkon asentamisen epäonnistumiseen. Verkkoja ei kannata asentaa syksyllä, kun ilman kosteus on suuri ja alusta kylmä. Bitumiemulsion ominaisuuksilla on suuri vaikutus verkon liimautumiseen. Tästä syystä lasikuituverkon valmistajan ohjeita bitumiemulsiosta täytyy pystyä noudattamaan ja niihin täytyy tutustua jo työn suunnitteluvaiheessa. Asennusryhmällä tulisi olla kokemusta verkkojen levittämisestä, jotta rullien käsittely ja verkon asentaminen onnistuisi hyvin. Käytettävä levitys- ja kuljetuskalusto tulee suunnitella sellaiseksi, että lasikuituverkon päällä liikkuminen rikkoo verkkoa mahdollisimman vähän. Massa-autojen liikkuminen liimatun lasikuituverkon päällä on kriittinen työvaihe verkkojen

asentamisessa. Tästä syystä kuljetukset tulee suunnitella siten, että liimatun lasikuituverkon päälle tulee mahdollisimman vähän ylityksiä ennen päällysteen levittämistä.

Lasikuituverkko asennetaan aina joko massalla tai jyrsimällä tasatulle alustalle. Massatasaus tehdään läpitasauksena asfaltinlevittimellä. Jos alusta jyrsitään, täytyy jyrsinnän ulottua koko poikkileikkaukseen. Massatasauksessa käytettävä massamäärä on tyypillisesti 20–40 kg/m2. Alustan täytyy olla oikeassa muodossa ja mahdollisimman tasainen, jotta verkko liimautuu optimaalisesti. Verkon päälle levitettävän (AB 11) kerroksen massamäärän tulee olla vähintään 120 kg/m2.

4.6.4 Kävely- ja pyöräilyväylän sekoitusjyrsintä

Mikäli kävely- ja pyöräilyväylällä on runsaasti vaurioita ja väylän geometria sen mahdollistaa, voidaan rakennetta parantaa sekoitusjyrsimällä olemassa olevat päällystekerrokset kantavan kerroksen yläpinnan kanssa homogeeniseksi kerrokseksi.

Sekoitusjyrsinnän yhteydessä on mahdollista käyttää lujitteena joko teräsverkkoa tai lasikuituverkkoa. Jos lujitteena käytetään teräsverkkoa, se voidaan asentaa tasatun ja muotoillun sekoitusjyrsityn pinnan päälle. Tällöin teräsverkon päälle levitetään, muotoillaan ja tiivistetään murskattua kiviainesta 0/16 tai 0/32 mm vähintään 100 mm ennen sidottujen kerrosten levitystä. Verkko voidaan asentaa sekoitusjyrsittyyn kerrokseen myös ilman lisämurskeita, mutta tämä edellyttää, että väylän vieressä on tilaa väliaikaisesti läjitettäville massoille. Jos lisämurskeita ei käytetä, teräsverkon päälle levitetään sekoitusjyrsittyä materiaalia vähintään 100 mm kerros, joka muotoillaan ja tiivistetään ennen sidottujen kerrosten levitystä.

Teräsverkkojen päälle tulee aina asentaa kaksi sidottua kerrosta. Alempi kerros voi olla AB 16 tai ABK 16, jonka massamäärä on 100 kg/m^2. Kulutuskerros tehdään AB 11 -päällysteellä, jonka massamäärä on vähintään 100 kg/m^2.

Jos sekoitusjyrsinnän yhteydessä käytetään geolujitteena lasikuituverkkoa, tulee sekoitusjyrsinnän päälle levittää tasausmassa AB 16 tai ABK 16 vähintään 100 kg/m^2 ennen lasikutuverkon asentamista. Lasikuituverkon päälle levitetään kulutuskerros AB 11, jonka massamäärä on vähintään 100 kg/m^2.

4.7 Rampit ja kiertoliittymät

Rampeilla ja kiertoliittymissä käytetään pääsääntöisesti työmenetelmänä massapintausta (MP) tai vakiopaksuista laattaa (LTA). Tyypillisesti alustankäsittelynä on tasaus tai laatikkojyrsintä. Uusi päällyste liimataan tasattuun tai jyrsittyyn alustaan bitumiemulsiolla. Laatikkojyrsinnän syvyys määräytyy kohdekohtaisesti päällystepaksuuden, reunakivinäkymän, kaivojen ja muiden korkeutta rajoittavien laitteiden sekä päällystevaurioiden perusteella (luku 5.5.3 Sidotun alustan esikäsittelyt).

Oleellista sekä ramppien että kiertoliittymien päällystämisessä on pitkittäisten saumojen tiiviydestä huolehtiminen. Tästä syystä rampeilla ja kiertoliittymissä käytetään massana AB 16 tai AB 22 -asfalttimassaa. SMA-massaa käytetään vain, jos sitä kulumiskestävyyden takia tarvitaan esim. vilkasliikenteisimmillä

suorilla rampeilla ja kiihdytyskaistoilla. SMA-massaa voidaan käyttää esimerkiksi siinä tapauksessa, että päällysteen leveys on alle 4 m ja päällystäminen tehdään yhtenä levityksenä koko poikkileikkaukseen, jolloin pitkittäissaumoja ei synny. Jos rampin tai kiertoliittymän päällystäminen sisältyy päällystyskohteeseen, jossa kaistoja päällystetään SMA-massalla, voidaan päällysteen tyyppi rampeilla ja kiertoliittymissä vaihtaa AB-massaksi, vaikka muutos hidastaa päällystystyötä. Jos asfalttiasema ei pysty toimittamaan useampaa massalaatua samanaikaisesti, rampit ja kiertoliittymät päällystetään tarvittaessa eri työvuorossa kuin varsinaiset kaistat. Ramppien päällystykset voidaan tehdä myös ilman pitkittäissaumoja, jos käytössä on siihen soveltuvaa kalustoa (kuva 25).

Kuva 25. Päällystystyö 9,5 m leveällä levittimen perällä Valtatiellä 7 Summa–Leikari. Kuva: Ville Himmi, Peab Industri Oy.

Asfalttimassan laadun lisäksi saumojen laatuun vaikuttaa oleellisesti myös työtekniikka. Kaikki saumat tehdään ns. kuumasaumoina, jolloin sauma on mahdollisimman tiivis ja tasalaatuinen. Vilkkaalla verkolla työ tehdään yötyönä, ja ramppi suljetaan tarvittaessa kokonaan työn ajaksi. Väylien sulkemisesta varten tulee laatia erillinen suunnitelma siitä, miten sulkemisesta tiedotetaan ja miten esim. kiertoreitit järjestetty.

Kiertoliittymien sulkeminen liikenteeltä on yleensä hankalaa. Tyypillisesti ahtaat kiertoliittymät päällystetään vain yhdellä levittimellä sulkematta kiertoliittymää liikenteeltä. Pitkittäissaumojen kestävyyttä parannetaan liimaamalla saumat päällystystyön jälkeen päältä päin. Kiertoliittymissä pitkittäissaumojen paikka suunnitellaan siten, että pitkittäissauma ei synny ajourien kohdalle.

Vilkkaissa kiertoliittymissä ja vilkkailla rampeilla voidaan deformaatiokestävyyttä parantaa käyttämällä sideaineena kumibitumia tai muita deformaatiokestävyyttä parantavia lisäaineita. Lisäaineiden käyttö tulee suunnitella aina erikseen. Lisäksi tulee varmistua siitä, että lisäaineen käyttö ei rajoita päällysteen uusiokäyttöä tulevaisuudessa.

4.8 Keskikaideosuuksien päällystäminen

Kun suunnitellaan keskikaideosuuksien päällysteiden korjaamista, tulee tarkistaa tien poikkileikkaus ja varmistaa, että toimenpiteellä saadaan riittävät kaltevuudet niin, että vesi ei jää seisomaan mihinkään kohtaan poikkileikkausta. Keskikaideosuuksilla päällyste joudutaan levittämään kaiteiden alustaan ja pylväiden juuriin osin käsityönä ja tiivistämään tärylätkällä. Päällysteen ja saumojen tiiveyteen ja tasaisuuteen tulee kiinnittää erityistä huomioita, jotta vesi ei lammikoidu eikä pääse tien rakenteisiin.

Keskikaideosuuksien päällystystyöt aiheuttavat häiriötä liikenteelle. Suurilla liikennemäärillä päällystystyömaa voi ruuhkauttaa tien pahoin, koska päällystystyön aikana yksi kaista on kokonaan suljettu ja nopeuksia on alennettu. Liikenteen ohjaus tulee suunnitella hyvin huolellisesti. Myös päällystystöiden ajankohdan valinnalla voidaan mahdollisuuksien mukaan minimoida häiriön vaikutuksia. Vaikka kaide lisää työntekijöiden turvallisuutta, joudutaan kaiteiden alustaa tekemään käsityönä myös osittain kaiteen molemmin puolin.

Lisätietoja kaideosuuksien päällystystöiden liikennejärjestelyistä esitetään Tiehallinnon julkaisussa *Pääteiden parantamisratkaisut – Häiriötilanteiden hallinta keskikaideteillä* (Tiehallinnon selvityksiä 2/2007). Lisäksi todella pitkillä kaideosuuksilla (2+1-kaistaosuuksilla) voidaan tehdä kaiteiden avaus katkaisemalla, jolloin liikenne saadaan ohjattua molempiin suuntiin aikaisemmin. Avatut kaideosuudet mahdollistavat myös päällystemassaa kuljettavien ajoneuvojen siirtymisen ajoradalta toiselle, jolloin peruutusmatkat lyhenevät. Päällystystöiden valmistuttua kaide korjataan takaisin kuntoon.

5 Työmenetelmät

5.1 Yleistä

Asfalttimassan suunnittelua, valmistusta ja tekemistä (esim. sekoituslämpötilat ja kerrospaksuudet) koskevia ohjeita ja vaatimuksia esitetään *Asfalttinormeissa* (PANK ry), joissa esitetään myös lopputuotteena syntyvän asfalttipäällysteen laatuvaatimukset. Työmenetelmille sekä päällysteiden alustalle esitetään vaatimuksia julkaisussa InfraRYL *Päällys- ja pintarakenteet* (Rakennustieto) ja Väyläviraston ohjeessa *Päällysteiden paikkaus*. Siltapäällysteiden korjaamisen erityisvaatimuksia ja työmenetelmäohjeita esitetään InfraRYL:ssä ja sillan korjausohjeissa (SILKO-ohjeet). Voimassa olevat ohjeet ja vaatimukset yksilöidään ja esitetään ko. kohteella noudatettavissa urakka-asiakirjoissa.

Tässä oppaassa ei käsitellä päällystystöiden tekemiseen ja päällystemateriaalien käsittelyyn liittyviä liikenteen ohjaus-, työturvallisuus- ja ympäristönsuojeluasioita. Nämä asiat tulee ottaa huomioon muiden päällystys- ja paikkaustöissä noudatettavien asiakirjojen perusteella.

Päällystystöihin liittyvää liikenteenohjaus- ja työturvallisuusohjeistusta on kuvattu tarkemmin seuraavissa Väyläviraston ohjeissa:

- *Liikenne tietyömaalla – Yleiset käytännöt ja turvallisuusvaatimukset*
- *Liikenne tietyömaalla – Päällystys- ja tiemerkintätyöt*
- *Liikenne tietyömaalla – Kunnossapitotyöt*
- *Sulku- ja varoituslaitteet – Laatuvaatimukset ja käyttö*
- *Liikenne tietyömaalla – Tienpitoajoneuvot 30.12.2013.*

Rakenteen parantamistoimenpidettä valittaessa tulee huomioida työmenetelmän vaikutus tierakenteen kantavuuteen. Kantavuusvaikutuksia on käsitelty ohjeessa *Rakenteen parantamisen suunnittelu* (Tiehallinto 2005).

Päällystystöiden kohdesuunnitelmiin merkitään tierakenteessa olevien teräsverkkojen sijainnit sekä ELY-keskusten toimeksiannosta päällystysalustaan tai päällysteeseen aiemmin asennettujen kaapelien sijainnit, jos niiden sijainti vaikuttaa päällystystyömenetelmän suorittamiseen (esim. jyrsittävät työmenetelmät). Urakoitsija tarkistaa sijainnin.

Urakoitsijan tulee hyvissä ajoin ennen kaivutyön tai muun maanpinnan tai tierakenteen pinnan alapuolelle ulottuvan työn aloittamista selvittää työkohteilla olevien johtojen, putkien ja kaapelien sekä muiden tilaajalle kuulumattomien rakenteiden sijainti maastossa tilaamalla näyttö niiden omistajilta. Selonotto tehdään tierekisteritietojen lisäksi johtojen ja kaapeleiden sijaintitietoja tarjoavista palveluista. Näistä lähteistä saadaan tarkempi tieto alueella toimivista johtojen omistajista, joilta sijainti tulee selvittää.

5.2 Kohdekatselmus

Ennen päällystyön aloitusta pidetään tilaajan ja urakoitsijan yhteinen kohdekatselmus, jossa tarkennetaan kohdesuunnitelmia ja toimenpiteitä, joita kohteessa

tullaan toteuttamaan. Kohdekatselmuksessa kiinnitetään erityistä huomiota tasattaviin kohtiin ja jyrsintää vaativiin valuasfalttipaikkoihin sekä muihin jyrsittäviin kohtiin. Erityisesti tarkastetaan, että liittymäalueillekin saadaan riittävä kerrospaksuus päällysteen kestävyyden varmistamiseksi. Lisäksi tulee tarkastaa suunnitelmissa esitetyt aloitus- ja lopetuskohdat (paalulukemat). Kohdekatselmuksessa katselmoidaan myös kuivatuksen kriittiset kohdat ja niille suunnitellut toimenpiteet (luku 4.2.1).

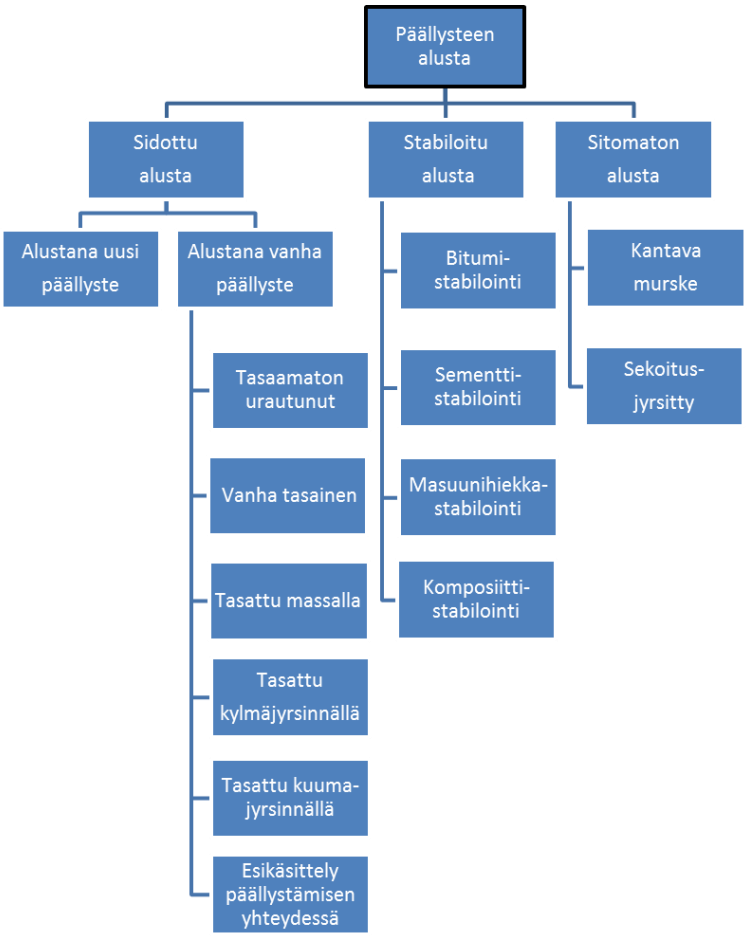
Kohdekatselmus on erityisen tärkeä massapintaustöissä. Esimerkiksi syvät urat tai suuret reunapainumat korjataan tarvittaessa ennen massapintausta muilla työmenetelmillä (tasaus- tai jyrsintämenetelmät). Myös pituussuuntaiset epätasaisuudet korjataan tarvittaessa etukäteen. Tällaisten kohtien korjaustavoista ja tarkemmista korjauskohdista päätetään kohdekatselmuksessa, jos niitä ei ole määritetty työkohdesuunnitelmissa.

Alustan käsittely- ja tasausmenetelmät on tarkoitus suunnitella jo kohdesuunnitteluvaiheessa sellaisiksi, että ne soveltuvat päällystyskohteeseen ja ovat riittäviä korjaustarpeisiin nähden.

5.3 Sitomaton päällystysalusta

5.3.1 Yleistä

Uuden asfalttipäällysteen alusta voi olla sitomaton tai sidottu. Sitomaton kerros voi olla mursketta, sekoitusjyrsitty tai stabilointijyrsitty kerros. Huolellisesti oikeaan muotoon ja korkeusasemaan rakennettu ja kauttaaltaan hyvin tiivistetty sitomaton kerros on edellytys sen päällä olevien sidottujen kerrosten tasaisuudelle. Puutteellisesti tai epätasaisesti tiivistetty päällysteen alusta aiheuttaa suurella todennäköisyydellä myöhemmin haitallista päällysteen pinnan epätasaisuutta. Asfalttipäällysteiden erilaisia alustoja on havainnollistettu kuvassa 26.



Kuva 26. Tien asfalttipäällysteiden alustavaihtoehtoja. Työmenetelmät, jotka sisältävät useita alustan esikäsittelyjä samassa työvaiheessa (esim. MPKJ, REM ja REMplus) sisältyvät kohtaan "Esikäsittely päällystämisen yhteydessä".

5.3.2 Sitomaton murskealusta

Sitomaton murskeesta tehty kantava kerros toimii asfalttipäällysteen sitomattomana alustana.

Sitomattoman murskeesta tehtävän kantavan kerroksen vaatimukset ja ohjeet on kuvattu julkaisussa InfraRYL 21310 *Sitomattomat kantavat kerrokset.*

Sitomaton kantava kerros rakennetaan murskatusta kiviaineksesta, joka levitetään yleensä yhtenä kerroksena. Kantavan kerroksen materiaalin kuljetus ja levitys tehdään siten, että kiviaines ei lajitu rakennustyön aikana. Kuljetuskaluston ajolinjat jaetaan koko kantavan kerroksen leveydelle siten, että voidaan vähentää kantavan kerroksen urautumista, lajittumista ja kuljetusten aiheuttamaa epätasaista jälkitiivistymistä kantavan kerroksen leveyssuunnassa. Tienpäällystysurakoissa on käytettävä erillistä murskeenlevitintä, jolla varmistetaan murskeen homogeeninen levitys koko leveydelle tasavahvuisena kerrospaksuutena.

Kerros tiivistetään kiviaineksen optimivesipitoisuudessa. Tarvittaessa lisätään vettä optimikosteuden saavuttamiseksi. Lisättävän veden tulee jakautua tasaisesti tiivistettävän kerroksen alueelle.

Kantava kerros tiivistetään siten, ettei tiivistettävällä alueella tapahdu myöhemmin missään kohdassa paikallista jälkitiivistymistä eikä kiviainesta rikota missään kohdassa ylitiivistyksellä. Tämän yleisen tavoitteen saavuttaminen riippuu merkittävästi käytettävästä tiivistysmenetelmästä.

Jos käytettävissä on jatkuvatoimisella tiivistyksentarkkailulla ja GPS-paikannuksella varustettu täryjyrä, on suositeltavaa tiivistää koko tiivistettävän alueen joka kohtaa, kunnes jyrämittarin mukainen tiivistysarvo ei enää kasva. Paikkatietoon sidottujen jyrämittarin tulosten avulla voidaan varmistaa, että tiivistettävälle alueelle ei jää paikallisia ali- tai ylitiivistettyjä kohtia. Niissä kohdissa, joissa jyrämittarin tulokset ovat heikoimmat, tehdään tiiviysaste- tai tiiviyssuhdemäärityksiä. Määritysten avulla pyritään mahdollisimman hyvään tiivistystyön laatutasoon koko tiivistettävällä alueella. Näin voidaan varmistua siitä, että tiivistymisen päättyminen heikoimmissa kohdissa ei johdu esim. väärin valitusta jyrästä, jyräysparametreista, optimista poikkeavasta tiivistettävän materiaalin vesipitoisuudesta tai rakeisuudesta.

InfraRYL (Rakennustieto) sallii myös muita sitomattoman kantavan kerroksen tiivistysmenetelmiä, mutta niiden käyttö ei anna yhtä luotettavaa kuvaa tiivistystyön tasalaatuisuudesta eikä yhtä hyvää varmuutta tiivistystyön laatuvaatimusten täyttymisestä koko alueella.

5.3.3 Sitomaton sekoitusjyrsitty alusta

Sekoitusjyrsintä tehdään jyrsinkoneella, joka homogenisoi sitomattoman tai sidotun ja sitomattoman kerroksen halutulta syvyydeltä. Jyrsityt materiaalit ja mahdollinen lisäkiviaines sekoitetaan keskenään rakennuspaikalla yhdessä työvaiheessa, jonka jälkeen sekoitettu materiaalikerros muotoillaan ohjeiden mukaiseen muotoon ja tiivistetään. Sekoitusjyrsitty rakennekerros toimii valmistumisensa jälkeen asfalttipäällysteen sitomattomana alustana. Ennen sekoitusjyrsinnän tekemistä tulee tien sivuojat tarvittaessa kunnostaa kuivatuksen toimivuuden varmistamiseksi. Kohtiin, joissa vaurioituminen on ollut nopeaa, kannattaa harkita massanvaihtoa tai teräsverkon lisäämistä.

Kohdesuunnittelun yhteydessä selvitetään vanhan päällysteen tyyppi, päällystepaksuus, mahdolliset rakenteessa olevat teräsverkot ja vanhan kantavan kerroksen rakeisuus. Kerrosrajojen ja teräsverkkojen sijainti voidaan selvittää esimerkiksi maatutkalla. Sekoitusjyrsinnän käsittelysyvyys ilmoitetaan paaluväleittäin työkohdesuunnitelmassa. Käsittelysyvyyteen lasketaan mukaan myös mahdollisen lisämurskekerroksen paksuus. Urakoitsija tekee joka tapauksessa sekoitusjyrsinnän niin, että se ulottuu vanhan kantavan kerroksen yläosaan saakka ja rikkoo nykyisen päällysteen kokonaan.

Sekoitusjyrsintä ei ole ensisijainen menetelmävaihtoehto kohteella, jossa päällystepaksuus on yli 200 mm, paitsi jos päällysteen alla on kerros, joka pitää rikkoa. Maatutkaamalla voidaan selvittää etukäteen kohteen mahdolliset ”sandwich”-rakenteet. Sandwich-rakenteita on muodostunut, kun aiemmin on käytetty korjausmenetelmää, jossa vanhan päällysteen päälle lisättiin sitä rikkomatta suoraan uutta kantavaa kerrosta ja sen päälle uusi päällyste. Mikäli vanhan päällysteen alla on alle 400 mm kantavaa mursketta ja sen alla vielä vanhempi päällystekerros, tulee kaikki vanhat päällysteet ja välissä oleva kantava kerros saada rikottua sekaisin. Mikäli väliin jää alle 400 mm kantavaa kerrosta, rikkoo liikenteen hakkaava kuormitus uuden ylimmän päällysteen nopeasti.

Näillä kohteilla tulee kiinnittää erityistä huomiota ennakkomittauksiin ja -suunnitteluun, koska jokainen tapaus on yksilöllinen.

Kuva 27. Sekoitusjyrsintätyö SOP–tiellä. Kuva: Jarmo Eskola, Ramboll CM Oy.

Kohdekohtaisten tietojen perusteella valitaan käytettävän lisämurskeen rakeisuus ja kerrospaksuus sekä jyrsintäsyvyys. Jyrsintäsyvyyden tulee ulottua vähintään 50 mm vanhaan sitomattomaan kantavaan kerrokseen. Sekoitusjyrsinnän maksimisyvyys on noin 400 mm.

Jos sekoitusjyrsintäkohteella tarvitaan kantavuuden parantamista, lisämurskeen kerrospaksuuden tulee olla vähintään 100 mm ja käytettävä lisämurske 0/56 mm. Mikäli kohteella ei ole kantavuuden parantamistarvetta, voidaan lisämurskeena käyttää 0/32 mm kiviainesta. Jos vanhassa kantavassa kerroksessa on paljon hienoainesta, rakeisuuden korjaamiseksi kannattaa valita lisämurskeeksi katkaistu lajite (sepeli rakeisuudeltaan esim. 16/32 tai 16/56). Tällöin lisämursketta ei voi levittää etukäteen, koska sen päällä liikennöinti on vaikeaa.

Suositeltava tapa levittää lisämurske tielle on juuri ennen sekoitusjyrsinnän suorittamista. Suunnitelmassa ilmoitetusta lisämurskeen menekistä voidaan poiketa, jos siihen ilmenee tarvetta työn aikana.

Kerros kastellaan optimikosteuteen ennen muotoilua. Pinta muotoillaan suunnitelman mukaiseen tasaisuuteen, muotoon ja korkeusasemaan. Pinnan muotoilun avulla voidaan parantaa tien pinnan tasaisuutta ja muotoa, mutta pelkästään sen avulla ei pystytä korjaamaan kaikkia päällystysalustan puutteita (esim. riittämätön kantavuus tai suuret painumat, mikäli näitä ei huomioida lisämurskeen määrän mitoituksessa). Muotoiltu sekoitusjyrsitty kerros tiivistetään jyräämällä kuten sitomaton kantava murskekerros. Sekoitusjyrsitty kerros päällystetään

mahdollisimman pian tiivistämisen jälkeen (*Päällysrakenteen stabilointi – Suunnitteluvaiheen ohjaus* ja InfraRYL, Rakennustieto).

Jyrsintäsyvyys määritetään kalibroidulla jyrsintäsyvyysmittarilla ja merkitään työmaan laaturaporttiin. Sekoitusjyrsinnän laadunvarmistus voidaan toteuttaa massanäytteiden perusteella. Sekoitusjyrsitystä kerroksesta työn aikana otetuista näytteistä tutkitaan rakeisuus, sideainepitoisuus ja kosteus. Sekoitusjyrsityn vanhan päällysteen suurin sallittu raekoko saa olla enintään 50 mm. Massan asfalttirouhepitoisuus saa olla enintään 50 %, koska rouhepitoisuuden kasvaessa materiaalin leikkauslujuus pienenee.

Ennen päällystämistä on suositeltavaa mitata valmiin sekoitusjyrsityn kerroksen tiiviys ja sivukaltevuudet. Sekoitusjyrsityn kerroksen paksuus voidaan määrittää maatutkalla. Jyrsintäsyvyys määritetään kalibroidulla jyrsintäsyvyysmittarilla ja merkitään työmaan laaturaporttiin.

Sekoitusjyrsintä soveltuu erityisesti vähäliikenteille teille (KVL < 1 500 ajon/vrk), joilla on ennestään vain yksi päällystekerros ja raskaan liikenteen osuus on vähäinen. SJYR-kohteita suunniteltaessa arvioidaan, onko SJYR-menetelmä edullisempi tai laadukkaampi alustanoikaisumenetelmä kuin alustan tasaus TAS–massalla.

5.4 Stabiloitu päällystysalusta

Päällysrakenteen stabilointimenetelmät luokitellaan stabiloinnin sideainelajin perusteella. Ohjeessa *Päällysrakenteen stabilointi – Suunnitteluvaiheen ohjaus* käsitellään bitumisilla ja hydraulisilla sideaineilla suunniteltuja ja toteutettuja stabilointeja. Ohjeen mukaisia stabilointimenetelmiä ovat bitumistabilointi (alalajeina vaahtobitumi (VBST), bitumiemulsio (BEST) ja remix–stabilointi (REST)), sementtistabilointi (SST), masuunihiekkastabilointi (MHST) ja komposiittistabilointi (KOST).

Suunnittelun yhteydessä selvitetään stabiloitavan kohteen vanhan päällysteen paksuus sekä mahdollisten teräsverkkojen olemassaolo ja korkeusasema tierakenteessa esimerkiksi maatutkan avulla. Vanhasta rakenteesta esim. poraamalla otetuista näytteistä tutkitaan päällysteen paksuus, rakeisuus, sideainepitoisuus ja bitumin tunkeuma. PAB-V-päällysteistä tutkitaan tunkeuman sijasta bitumin viskositeetti (60 °C) . Sitomattoman kantavan kerroksen näytteistä tutkitaan rakeisuus.

Stabiloitavaksi soveltuvan vanhan päällysteen enimmäispaksuus on 20–25 cm. Suomessa stabiloinnissa käytetään yleensä paikalta saatavaa materiaalia ja lisättävää kiviainesta (yleensä kantavan kerroksen mursketta). Tämä asettaa tiettyjä vaatimuksia ennakkokokeiden suorittamiselle ja koostumusresepteille.

Stabiloidun kerroksen lujuus lisääntyy veden poistuessa rakennekerroksesta tiivistyksen aikana ja sen jälkeen. Lopullisen lujuuden saavuttaminen vie kuukausia. Purkautumisvaaran takia stabiloidulla tieosuudella säilytetään nopeusrajoitus 50 km/h päällystämiseen saakka. Jos stabiloidulle pinnalle syntyy purkautumia, ne korjataan päällystemassalla. Päällystemassa levitetään irtoaineksista puhdistetulle pinnalle. Jos mahdollista, stabiloidun kerroksen tulee antaa hieman kuivahtaa ja lujittua, mutta jos sää on sateinen ja liikennerasitus uhkaa rikkoa stabiloidun pinnan, tulee päällystystyö suorittaa mahdollisimman pian.

Ennen päällystämistä stabiloidun pinnan tulee olla tiivis, kiinteä, tasainen ja oikean muotoinen. Stabiloidun alustan liimaus bitumiemulsiolla on suositeltavaa päällysteen ja alustan välisen tartunnan varmistamiseksi. Jos sementti- tai masuunihiekkastabiloidun tien kulutuskerros tehdään kivimastiksiasfaltista (SMA), tulee kulutuskerroksen alla olla asfalttibetonikerros (AB) tierakenteen pakkassuolakestävyyden parantamiseksi (Tiehallinto 2007).

5.5 Sidottu päällystysalusta

5.5.1 Yleistä

Sidottu päällystysalusta voi olla joko vanha tai uusi päällyste tai sidottu kantava kerros. Sidottu päällystysalusta esikäsitellään tarvittaessa suunnitelman tai vaatimusten mukaiseen muotoon ja korkeusasemaan.

Vanha päällyste soveltuu sellaisenaan uuden päällysteen alustaksi, ellei sitä tarvitse epätasaisuuden vuoksi tasata. Alusta voi olla uusi päällyste, jos se on yhdessä vaiheessa rakennettavan päällysrakenteen kerros, esim. sidekerroksen asfalttibetoni (ABS) tai kantavan kerroksen asfalttibetoni (ABK). Valitusta päällystystoimenpiteestä ja työmenetelmästä riippuen päällystysalusta voi olla tasaamaton tai tasattu joko massalla, jyrsimällä, jyrsimällä ja kuumentamalla tai REM/UREM-menetelmällä (REM/UREM-tasaus). Päällystysalustan esikäsittely voi sisältyä myös valittuun päällystystyömenetelmään, jolloin se suoritetaan työmenetelmään sisältyvänä työvaiheena.

5.5.2 Sidottu alusta

Vanha tai uusi päällyste soveltuu sellaisenaan uuden päällysteen alustaksi, ellei sitä epätasaisuuden vuoksi tarvitse tasata. Alusta puhdistetaan pölystä, liasta ja irtoaineksista ennen liiman ja uuden päällysteen levitystä (kohta 5.5.3 g).

Jos alusta poikkeaa pinnan korkeusasema-, muoto- tai tasaisuusvaatimuksista, alusta tasataan ennen kulutuskerroksen tekoa jyrsimällä tai tasausmassalla.

Kuumapäällysteiden alustaksi jäävältä vanhalta pinnalta poistetaan valumassalla tehdyt paksut ja laajat asfalttipaikat. Päällystealustassa olevat reiät ja purkautuneet kohdat korjataan samalla massalla, jolla uusi päällystekerros tehdään, ohdan 5.5.3 a mukaisesti.

Sidotun alustan liimauksesta on kerrottu tarkemmin kohdassa 5.5.3 g.

Päällystekerrosten hyvä kiinnittyminen toisiinsa on ehdottoman tärkeää, jotta tierakenne toimii oikein ja kestää siihen kohdistuvan kuormituksen vaurioitumatta ennenaikaisesti.

5.5.3 Sidotun alustan esikäsittely

Seuraavia päällystettävän pinnan esikäsittelyn työmenetelmiä käytetään useissa päällystystyömenetelmissä.

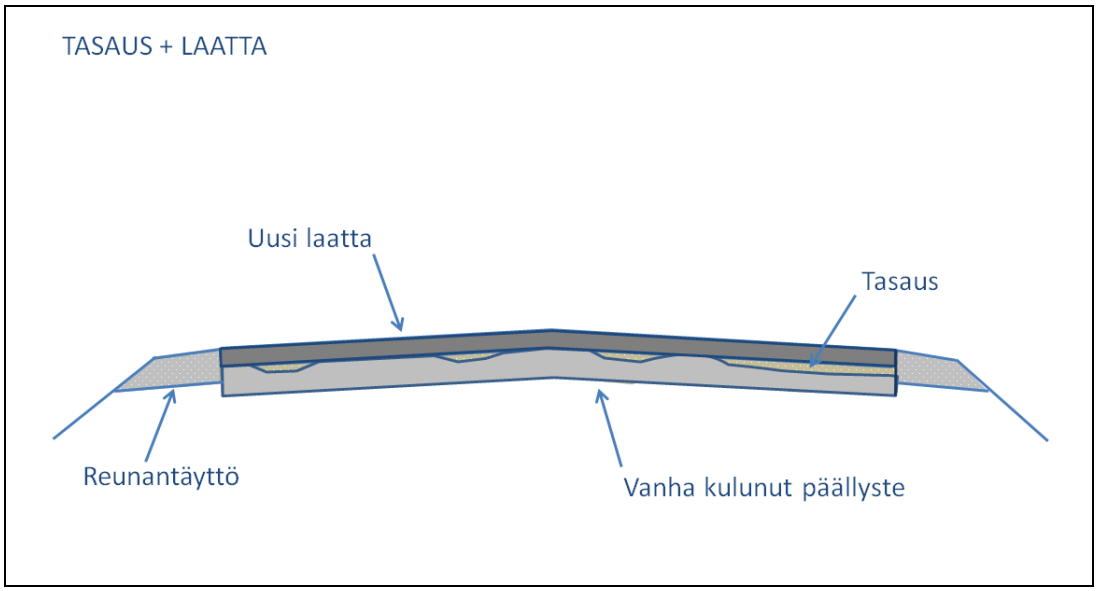
a) Massatasaus (TAS) on työmenetelmä, jolla urautunut ja epätasainen päällystysalusta tasoitetaan yleensä samalla päällystemassalla, jolla varsinainen

päällyste tehdään tai erikseen suunnitelmassa esitetyllä massalla. Tarjousvaihetta varten laaditaan yleensä alustava (paaluvälitarkkuudella tehtävä) tasaussuunnitelma, jota tarkennetaan ennen toteutusta pidettävässä kohdekatselmuksessa. Tasaustarve vaihtelee kohteen pituus- ja leveyssuunnassa ja voi olla vain paikoittaistakin. Korkeat päällystepatit tai urien välissä oleva korkea keskiharjanne voidaan poistaa jyrsimällä.

Yleensä tasausmassalla on sama koostumus kuin pintamassalla (tuotanto- ja kuljetusteknisistä syistä). Tarvittaessa, esim. syvissä urissa, voidaan tasausmassana käyttää erityisen hyvin deformaatiota kestäväksi suunniteltua asfalttimassaa.

Tasausmassa levitetään koneellisesti liimatulle alustalle uriin tai pituussuuntaisiin painumiin ja tiivistetään. Vanhassa päällysteessä olevat reiät täytetään yleensä käsityönä ja tiivistetään huolellisesti ennen kulutuskerrosmassan levitystä. Kun tasausmassa on levitetty, levitetään asfaltinlevittimellä kulutuskerrosmassa tasatulle ja liimatulle pinnalle. (kuva 28).

Massatasaus ja vakiopaksuinen päällystelaatta soveltuvat kohteisiin, joissa uusimisperusteena ovat urat, päällysteen huonokuntoiset paikkaukset, verkkohalkeamat sekä yksittäiset halkeamat. Menetelmä parantaa tien kuormituskestävyyttä ja soveltuu myös kohteisiin, joissa on vain yksi sidottu päällystekerros.



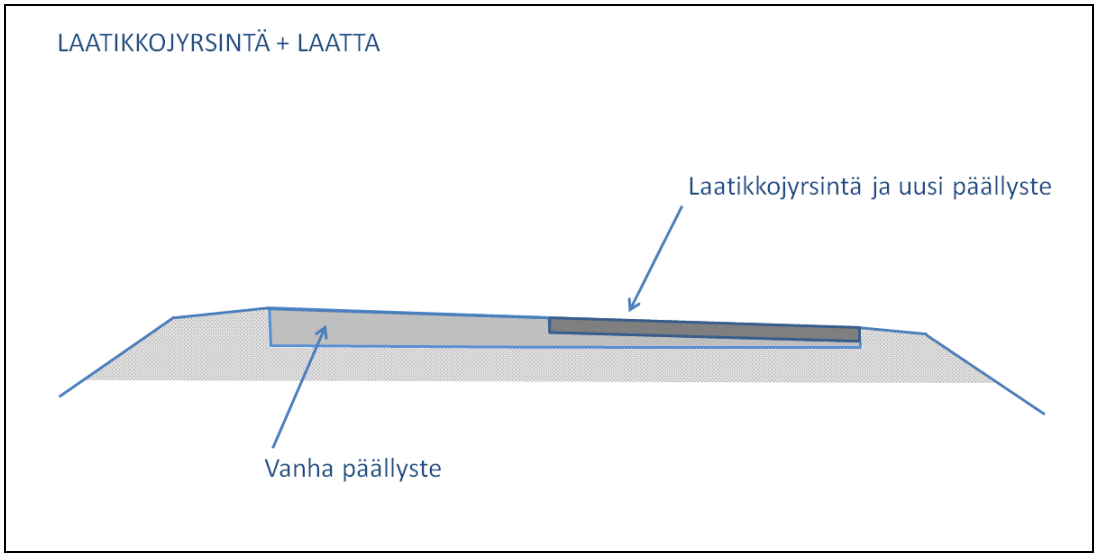
Kuva 28. Päällysteen kunnostus tasausmassalla (esim. AB 16/50 TAS) ja vakiopaksuisella päällystelaatalla (AB 16/100 LTA).

b) REM/UREM-menetelmällä voidaan tasata vanhan päällysteen pituussuuntaisia uria, reunapainumia ja muita alustan epätasaisuuksia ennen liimausta ja uuden päällysteen levitystä (LTA). REM-tasauksessa (REM-TAS) uutta päällystemassaa lisätään vain 10–20 kg/m2.

c) Tasausjyrsintä (TJYR) on työmenetelmä, jossa vanhan päällysteen epätasaisuus poistetaan jyrsimällä. Tasausjyrsinnän tasaisuusvaatimus on suunnitelma-asiakirjojen mukainen.

d) Laatikkojyrsintä (LJYR) on työmenetelmä, jossa päällysteen alusta tasataan jyrsimällä ajoradalle yhtenäinen laatikon muotoinen syvennys. Jyrsintäsyvyys valitaan uuden asfalttimassan maksimiraekoosta johtuvan paksuusvaatimuksen ja urien pohjan tason perusteella. Laatikkojyrsinnän syvyys määräytyy kohdekohtaisesti päällystepaksuuden, reunakivinäkymän, kaivojen ja muiden korkeutta rajoittavien laitteiden sekä päällystevaurioiden perusteella. Laatikkojyrsintä tehdään niin leveäksi, että laatikon pituussaumakohdat eivät jää liikenteen kulutukselle alttiiksi.

   Jyrsittyyn laatikkoon levitetään suunnitelma-asiakirjojen mukainen uusi päällyste. Uusi päällyste on levitettävä saumojen kohdilla siten, että se jää tiivistettynä samaan tasoon vanhan päällysteen kanssa. Uuden massan tartunta alustaan ja saumakohtiin varmistetaan kuumentamalla tai liimaamalla ennen uuden massan levitystä (kuva 29).



Kuva 29. Päällysteen kunnostus laatikkojyrsinnällä ja vakiopaksuisella päällystelaatalla (AB16/100 LTA).

e) Reunajyrsintä (RJYR) on työmenetelmä, jossa päällysteen alusta jyrsitään siten, että halutulle etäisyydelle kaistan reunasta, yleensä reuna- tai keskiviivan kohdalle, voidaan tehdä puskusauma. Kaarreosuuksien jyrsintätapa sovitaan kohteittain. Näin käsitelty alusta päällystetään massapintauksen tapaan.

f) Päällystysalustan puhdistus. Jyrsinnän jälkeen tienpinnalle jäänyt jyrsinrouhe ja pöly poistetaan harjaamalla. Tarvittaessa pölynpoistoon käytetään imuria. Alusta, jota ei jyrsitä, on myös tarvittaessa puhdistettava irtoaineksesta esim. talven jälkeen.

g) Liimaus tai lämmitys. Kaikki kuumentamattomalle alustalle tehtävät päällysteet liimataan alustaansa. Liimaaminen tulee tehdä myös ennen tasausmassojen levittämistä. Alustan on oltava puhdas irtoaineksesta ja pölystä ennen liiman levittämistä. Tämä varmistetaan harjaamalla alusta ennen liiman levitystä. Alustaa liimattaessa myös saumat on liimattava esim. erillisellä saumasuuttimella.

Vanhan ja myös samana vuonna aiemmin levitetyn tiepäällysteen pinta, liityntäsauma vanhaan päällysteeseen tai jyrsitty päällystysalusta liimataan tai lämmitetään aina ennen uuden päällystemassan levitystä, jotta varmistetaan vanhan ja uuden päällystekerroksen välinen kiinnittyminen. Vain toisiinsa liimautuneina sidotut päällysrakennekerrokset jakavat ja kestävät kuormitusta. Tämän takia myös samana vuonna levitetyn kantavan kerroksen asfalttibetonin (ABK) tai sidekerroksen (ABS) pinta liimataan tai lämmitetään.

Kun käytetään liimausmenetelmää, liiman tulee täyttää *Asfalttinormien* liimausaineelle (bitumiemulsio BE-L) asettamat laatuvaatimukset. Liimaa tulee levittää tasaisesti liimattavan alueen joka kohtaan. Suunnittelun lähtökohtana käytetään määrää 240 g/m2, jolloin alustaan jäävän bitumin määrä on noin 150 g/m2, jos suunnitelma-asiakirjoissa ei muuta esitetä. Käytettävää määrää voidaan työn aikana pienentää alustan tiiviyden takia.

Kuumapäällysteiden saumat tehdään ns. kuumasaumoina. Levittimessä tulee olla tätä varten saumanlämmitin, joka pystyy riittävässä määrin lämmittämään edellisen levityskaistan tai vanhan päällysteen reunaosan. Lämmitettyjen saumojen lämpötilan tulee olla 50–150 °C levittäjän perän kohdalla.

Kun alusta lämmitetään tartunnan parantamiseksi, pinnan kivirakeiden välissä olevan bitumin tulee pehmetä. Alustan pintaa ei saa ylikuumentaa.

Silloilla ei käytetä lämmitystä liimauksen vaihtoehtona.

h) Alustan pinnan kuivaus. Sateen jälkeen märkä päällystysalustan pinta voidaan kuivata lämmittämällä esim. asfaltinkuumennuslaitteella. Kuivauksessa tulee välttää alustan ylikuumentaminen.

5.6 Päällystystyömenetelmät

5.6.1 Yleistä

Asfalttimassan kuljettamiselle, sekoitus- ja levityslämpötiloille ja päällystystöiden toteutuksen aikaisille sääolosuhteille esitetään vaatimuksia InfraRYL:ssä, *Asfalttinormeissa* ja urakkakohtaisissa tuotevaatimuksissa. Työt on suunniteltava ja toteutettava siten, että vaatimukset täyttyvät.

Päällystysalustan tai saumakohdan liimaamisesta tai kuumentamisesta (tarve ja menetelmä) päällystekerrosten välisen tartunnan parantamiseksi annetaan ohjeet kohdassa 5.5.3 g.

Sauman kohdalle ei saa muodostua kourua eikä muuta epätasaisuutta. Sauman kohta puhdistetaan huolellisesti ennen massan levitystä, ja asfalttipäällysteen jäähtynyt sauma kuumennetaan tai liimataan bitumiemulsiolla (pehmeiden asfalttien saumaa ei kuumenneta eikä liimata).

Jos massan levitys keskeytyy niin pitkäksi ajaksi, että massa voi jäähtyä alle sallitun levityslämpötilan, levitin käytetään tyhjäksi ja tehdään poikkisauma. Poikkisauma tehdään suoraksi ja suunnaltaan kohtisuoraksi levityskaistaa vasten. Levitystä jatkettaessa päällystettä poistetaan niin paljon, että päällyste saadaan poikkisauman kohdalta tasaiseksi ja rakenteeltaan tasalaatuiseksi.

Asfalttimassa tiivistetään vaatimusten mukaiseen tiiviyteen ja tasaisuuteen. Jyräyskaluston on oltava riittävä massan valmistustehoon verrattuna. Valmiiseen päällysteeseen ei saa jäädä haitallisia jyräysjälkiä tai halkeamia. Päällystettä tiivistettäessä on tarkkailtava, ettei siihen muodostu bitumin pintaan nousun johdosta sileitä eikä liukkaita kohtia. Turvallisuutta vaarantavat liukkaat kohdat on korjattava välittömästi. On varmistettava, että tiivistysmenetelmät ovat työsuunnitelman mukaiset ja niillä saavutetaan tiiviysvaatimukset. Emulsiomassat tulee tiivistää nopeasti ja tehokkaasti, koska emulsion murtuminen on käynnissä tiivistämisen aikana.

Tiivistämisen jälkeen saumat liuostetaan bitumiemulsiolla BE-L vedenkestävyyden ja säänkestävyyden parantamiseksi (liuostetun alueen leveys ≤ 40 mm). Liuostetut pinnat karhennetaan kiviaineksella (maksimiraekoko ≤ 4 mm).

Jotta vältetään alku-urien muodostuminen, liikenteen saa laskea uudelle päällysteelle vasta, kun päällysteen lämpötila on laskenut riittävästi. Tarvittaessa päällystettä voidaan jäähdyttää vesikastelulla.

5.6.2 Vakiopaksuinen päällyste (LTA)

Asfalttimassa levitetään vakiopaksuisena kerroksena päällystettävälle pinnalle kohdan 5.6.1 ohjeita noudattaen. Massamäärä valitaan niin, että kerrospaksuus on 2,5 kertaa valitun massatyypin enimmäisraekoko (*Asfalttinormit)*. Poikkeuksena enimmäisraekooltaan 22 mm massoilla voidaan käyttää vähimmäispaksuutta 50 mm, joka keskimääräisellä päällysteen tiheydellä 2 500 kg/m^3 vastaa massamäärää 125 kg/m2. Päällystysalustan esikäsittelyjen työmenetelmistä annettuja ohjeita noudatetaan soveltuvin osin (ks. kohdat 5.3 Sitomaton alusta, 5.4 Stabiloitu alusta ja 5.5 Sidottu alusta). Alustalle levitetään liimakerros suunnitelman mukaisesti ennen uuden massan levitystä.

Vakiopaksuinen päällyste voidaan tehdä vain tasatulle päällystysalustalle, InfraRYL:n vaatimukset täyttävälle sitomattomalle tai stabiloidulle päällystysalustalle tai *Asfalttinormien* vaatimukset täyttävän sidotun kantavan kerroksen, sidekerroksen tai kulutuskerroksen päälle.

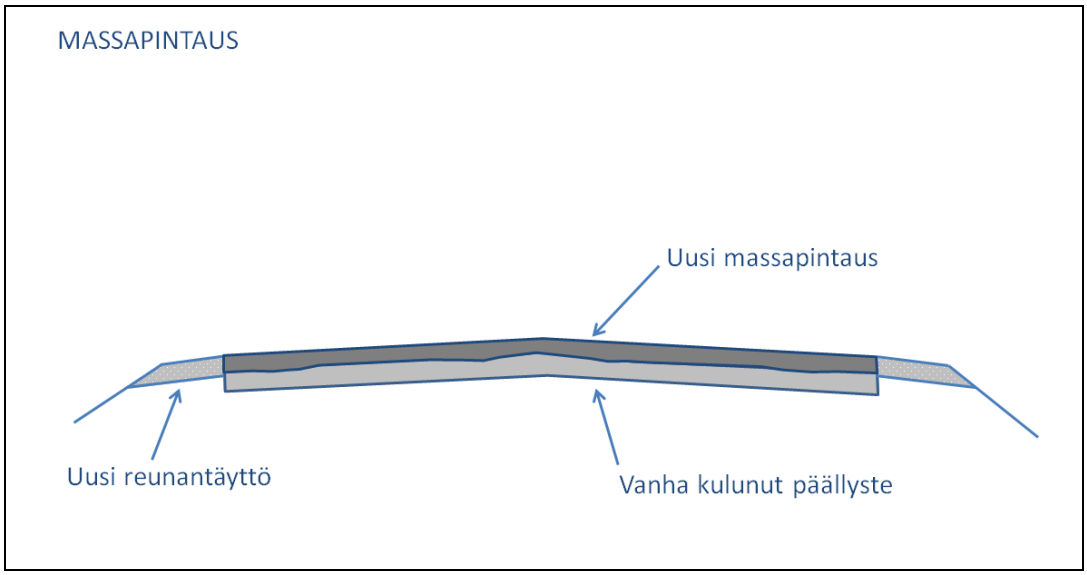
5.6.3 Massapintaus (MP)

Massapintaus on asfalttibetonista tai pehmeästä asfalttibetonista tehty vaihtelevan paksuinen päällyste, joka levitetään kohdan 5.6.1 yleisiä ohjeita noudattaen tasaamattomalle sidotulle päällystysalustalle (kuva 30). Kun massan enimmäisraekoko on 16 mm, yleisimmin käytetty keskimääräinen massamäärä on 100 kg/m2. Päällystysalustan esikäsittelyjen työmenetelmistä annettuja ohjeita noudatetaan soveltuvin osin (ks. kohdat 5.4 Stabiloitu alusta ja 5.5 Sidottu alusta).

Massapintauksen ja vanhan päällysteen rajakohdissa jyrsitään vanhaa päällystettä riittävän pitkältä matkalta (noin 6–10 m). Liitoskohtaan tehdään puskusauma, jos urakkakohtaisissa suunnitelmissa ei toisin määrätä. Liitoskohtaan ei saa jäädä epätasaisuutta.

Ennen massan levitystä massapintauksen alusta on puhdistettava ja mahdolliset reiät alustassa on paikattava käsityönä. Päällystysalustaa ei jyrsitä. Alustalle levitetään liimakerros suunnitelman mukaisesti ennen uuden massan levitystä.

Asfalttinormien rakeisuuskuvissa esitetty päällystepaksuusvaatimus koskee myös massapintausta keskimääräisen paksuuden osalta, mutta ei pistekohtaisesti. Massapintauksen laatuvaatimukset ovat muilta osin samat kuin vastaavalla samasta massasta tehdyllä vakiopaksuisella päällystelaatalla.



Kuva 30. Päällysteen kunnostus massapintauksella (esim. AB 16/100 MP).

Paikoittaiset kantavuuspuutteet on korjattava erikseen. Kohdat, joissa urasyvyys on poikkeuksellisen suuri, on tarvittaessa tasattava kulutuskerrosmassalla ennen massapintausta.

5.6.4 Massapintaus kuumajyrsitylle alustalle (MPKJ)

Massapintaus kuumajyrsitylle alustalle on työmenetelmä, jossa noudatetaan kohdan 5.6.1 yleisiä ohjeita ja soveltuvin osin sidotun päällystysalustan esikäsittelyjen työmenetelmistä kohdan 5.5 ohjeita.

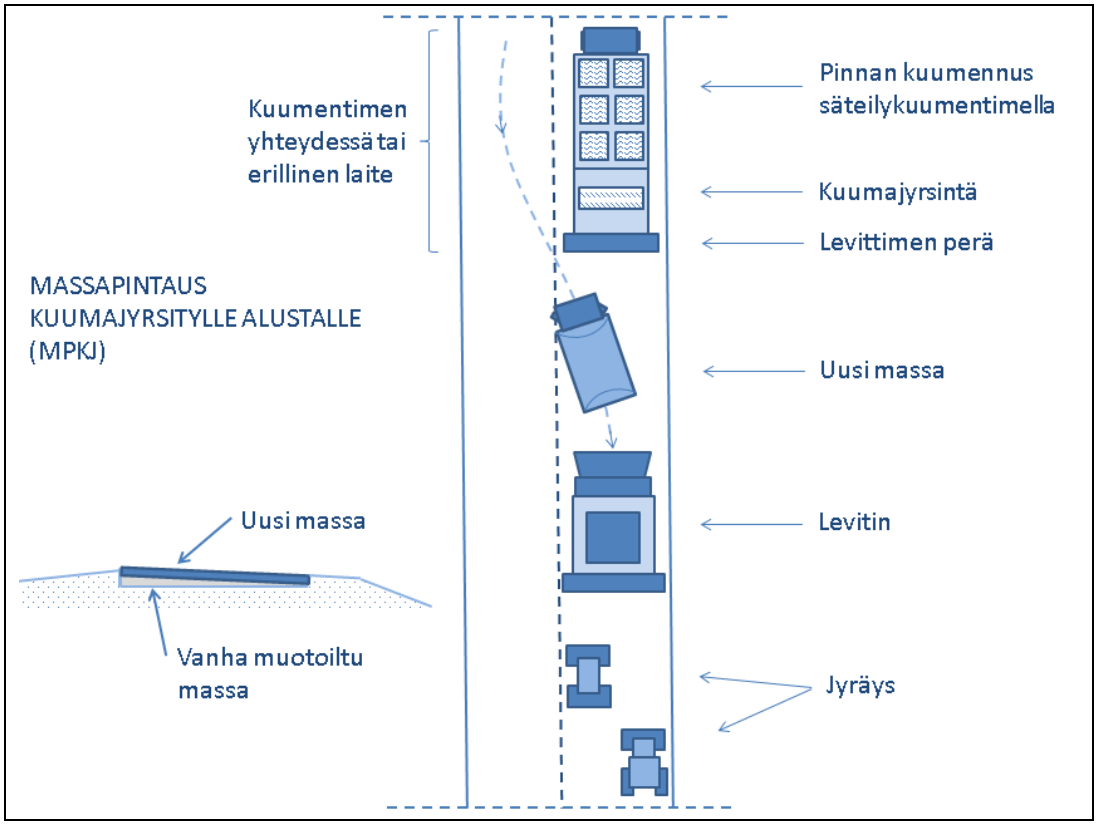
Urautunut päällyste kuumajyrsitään vähintään urien pohjan tasoon niin, että uran pohja tulee käsiteltyä joka kohdasta. Alusta tasataan jyrsityllä asfalttimassalla (kuva 31). Samalla korjataan mahdollisuuksien mukaan alustan muotoa. Mikäli alusta on välijyrättävä, työmenetelmä vaihtuu ja käytettävä massamäärä on nostettava 2,5 kertaa massan enimmäisraekokoa vastaavaksi.

MPKJ-menetelmässä tasatulle kuumalle alustalle levitetään välittömästi suunnitelman mukainen uusi päällyste. Levitystyön aikana lämpötilan on oltava 10 mm syvyydellä vähintään 70 °C välittömästi ennen uuden päällystemassan levitystä. Alustan kuumennus on tehtävä vähintään 100 mm ulommaksi kuin massan levitys. MPKJ-menetelmässä urautunut päällyste kuumajyrsitään urien pohjan tasoon niin, että urien pohjakin tulee käsiteltyä, ja alusta tasataan jyrsityllä massalla. Yksittäiset isot epätasaisuudet on tasattava etukäteen massalla. Mikäli alustan lämpötila pääsee jäähtymään alle 70 asteen, on alusta liimattava.

MPKJ-pintauksen keskimääräinen massamenekki ilmoitetaan kohdekohtaisissa suunnitelmissa. Uuden levitettävän asfaltin massamäärän tulee olla vähintään 80 kg/m2. Valmiin pintauksen tulee täyttää muilta osin vastaavalla asfalttimassalla tehdyn vakiopaksuisen päällysteen laatuvaatimukset.

MPKJ-menetelmä soveltuu samoihin kohteisiin kuin REMplus- tai REM-menetelmä. Menetelmän minimipituus on 1 km ajorataa tai 2 km ajokaistaa.

MPKJ-menetelmä soveltuu kaikille teille, joilla on vähintään kaksi päällystekerrosta ja joiden leveys on vähintään 6 metriä.



Kuva 31. Massapintaus kuumajyrsitylle alustalle (esim. SMA 16/80 MPKJ).

Kuumentimen käyttö mahdollistaa työskentelyn myös kylmemmällä säällä ja heikolla sateella. Jatkuva prosessi korjaa vanhan pinnan lajittumia. Lisämassan tarve on hieman pienempi massapintaukseen verrattuna.

Päällyste voidaan kunnostaa REM-pintauksella MPKJ-toimenpiteen jälkeen, mikäli ennakkonäytteistä tutkitut vanhan päällysteen ominaisuudet mahdollistavat menetelmän käytön ja alustamassa on aiotulta käsittelysyvyydeltään samanlaista. REM-jyrsintäsyvyys on valittava siten, ettei väliin jää ohutta ja mahdollisesti irtoavaa kerrosta.

Vaihtoehtoisesti kunnostus voidaan toteuttaa REMplus- tai MPKJ-pintauksella silloin, kun vanhan päällysteen ominaisuudet eivät ole tiedossa tai halutaan varmistaa, ettei alustamassaa pääse sekoittumaan uuteen kulutuskerrokseen.

Nykyisin toimenpide ulotetaan melkein aina koko ajoradan leveydelle. Jos päällysteen yläpinnan korkeusasemaa ei saa nostaa tai toimenpiteellä käsitellään

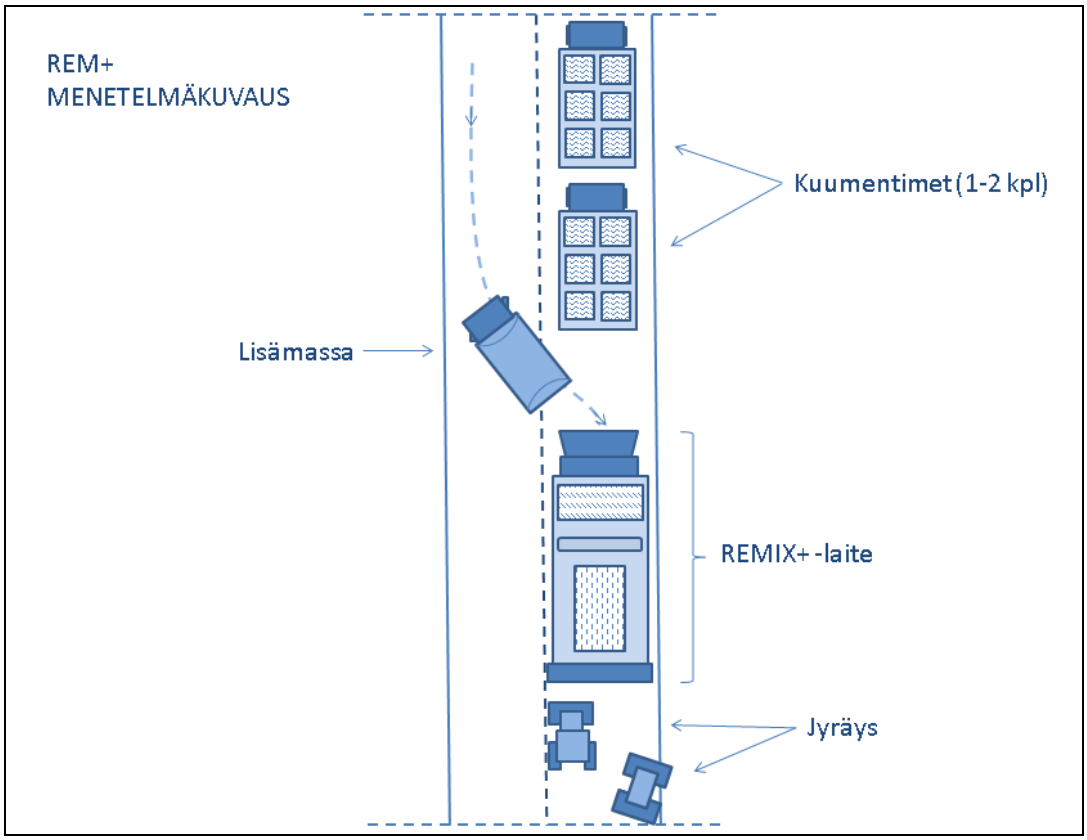
vain osaa poikkileikkauksesta, uudelle päällystemassalle voi "tehdä tilaa" poistamalla vanhaa päällystettä kylmäjyrsinnällä.

Menetelmää ei saa käyttää tunneleissa, eikä se sovellu kiveyksien, korokkeiden, reunakivien, kaivojen ja pohjaveden suojausrakenteiden kohdille, koska niissä ei voi tai mahdu käyttämään kuumentimia. Nämä kohdat on jyrsittävä etukäteen erikseen laatikkoon.

5.6.5 Massapintaus REMplus-menetelmällä

Massapintaus REMplus-menetelmällä (REM+) on työmenetelmä, jossa noudatetaan kohdan 5.6.1 yleisiä ohjeita ja soveltuvin osin sidotun päällystysalustan esikäsittelyjen työmenetelmistä kohdan 5.5 ohjeita.

REMplus-menetelmässä vanha päällyste kuumennetaan ja irrotetaan jyrsimällä, jonka jälkeen se sekoitetaan ja levitetään takaisin tielle. Jyrsintä tulee ulottaa urien pohjan tasoon niin, että urien pohjakin tulee käsiteltyä. Alusta tasataan jyrsityllä massalla. Menetelmässä käytetään kaksoisperällä varustettua kalustoa, jolla päällyste levitetään kahtena kerroksena. Vanha massa levitetään ensin ja uusi lisättävä massa heti sen päälle pintakerrokseksi. Tarvittaessa sekoittimessa olevaan jyrsittyyn massaan voidaan lisätä elvytintä (esim. bitumia 650/900).

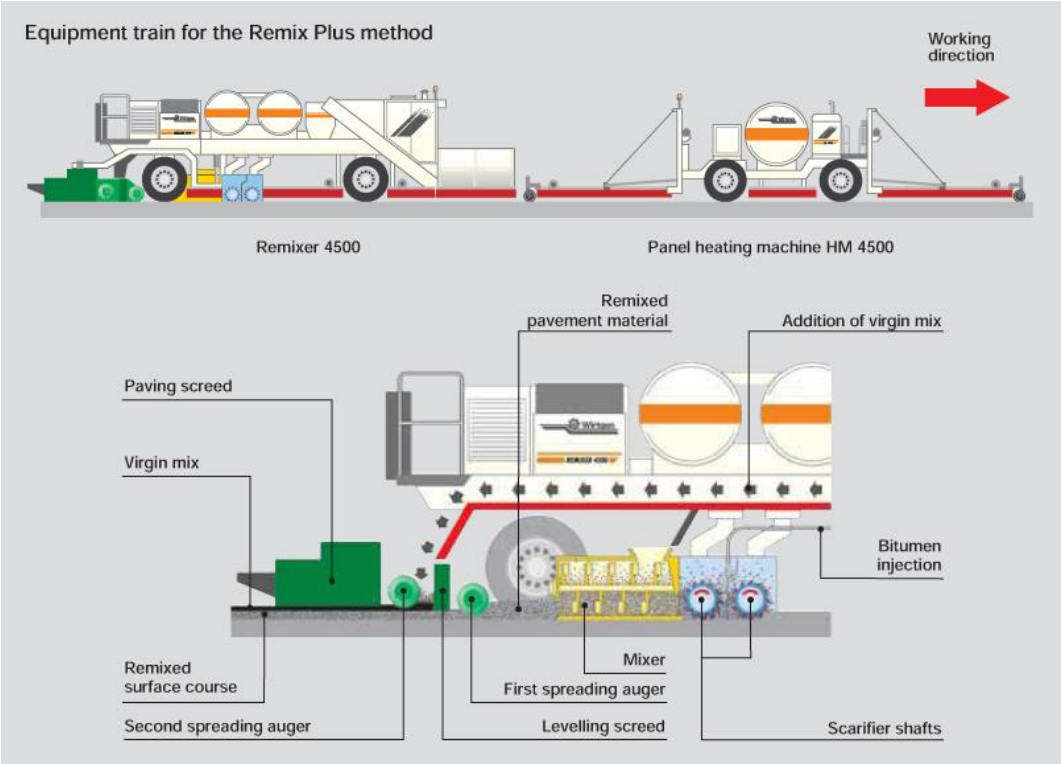


Kuva 32. Päällysteen kunnostus REMplus-menetelmällä (AB 16/55 REM+).

REMplus-menetelmän minimimassamäärä on *Asfalttinormien* mukaan 0,55 x vakiopaksuisen laatan massamäärä. Kohteessa käytettävät minimimassamäärät (kg/m2) merkitään kohdekohtaisiin suunnitelmiin. Niihin vaikuttavat käytettävä maksimiraekoko ja päällysteen tiheys.

Ainakin suurilta REMplus-kohteilta on syytä etukäteen tutkia poranäytteistä vanhan päällysteen laatu (massan koostumus ja bitumin tunkeuma). Mikäli bitumipitoisuus on alhainen tai bitumi on erittäin vanhentunutta (tunkeuma < 30 1/10 mm), on REMplus-käsiteltävään vanhaan kuumajyrsittyyn päällystemassaan syytä lisätä elvytintä n. 100–200 g/m2, jotta uuden pinnan alle ei jää haurasta, helposti vaurioituvaa päällystekerrosta.

Pienalueet (linja-autopysäkit, liittymien päällystetyt lipat yms.) päällystetään erikseen. Yksiajorataisella tiellä ne voidaan tarvittaessa jättää päällystämättä, jos niiden kohdalle tehdään uuden päällysteen paksuinen tartuntajyrsintä.



Addition of virgin mix	Lisämassan lisäys
Bitumen injection	Bitumin ruiskutus
Levelling screed	Tasauspalkki
Mixer	Sekoitin
Panel heating machine	Kuumennuslaite
Paving screed	Levityspalkki
Remixed pavement material	Uudelleen sekoitettu päällystemateriaali
Remixed surface course	Uudelleen sekoitettu pintakerros
Scarifier shafts	Jyrsinrummut
Spreading auger	Levityskierukka
Virgin mix	Lisämassan lisäys
Working direction	Työn etenemissuunta

Kuva 33. REMplus-menetelmän laitteet ja toimintaperiaate. Kuva: Wirtgen Oy.

REM- ja REMplus-menetelmien olennainen ero ilmenee kuvia 33 ja 36 vertailemalla:

- REMplus-menetelmässä jyrsinrouhe levitetään jyrsityn päällystysalustan päälle alemmaksi kerrokseksi. Kerros tasataan tasauspalkilla, sen päälle levitetään uusi lisämassa pintakerrokseksi ja päällyste tiivistetään (kuva 33).
- REM-menetelmässä jyrsinrouhe ja lisämassa puolestaan sekoitetaan ensin keskenään. Sen jälkeen niiden seos levitetään jyrsityn päällystysalustan päälle ja tiivistetään (kuva 36).

REMplus-menetelmä soveltuu vilkasliikenteisille teille, samoihin kohteisiin kuin REM-menetelmä tai MPKJ-menetelmä. Menetelmän minimipituus on 1 km ajoratata tai 2 km ajokaistaa.

REMplus-menetelmä soveltuu kaikille teille, joilla on vähintään kaksi päällystekerrosta. Kohteessa ei saa olla kantavuuspuutteita tai suuria pituussuuntaisia epätasaisuuksia.

Kuumentimen käyttö mahdollistaa työskentelyn myös kylmemmällä säällä ja heikolla sateella. Jatkuva prosessi korjaa vanhan pinnan lajittumia.

REMplus-menetelmällä voidaan kunnostaa sama kohde useita kertoja peräkkäin (ilman lukumäärärajoituksia), kunhan käytettävän lisämassan massamenekki on vähintään 80 kg/m2.

Päällyste voidaan kunnostaa REM-menetelmällä REMplus-toimenpiteen jälkeen, mikäli ennakkonäytteistä tutkitut vanhan päällysteen ominaisuudet mahdollistavat menetelmän käytön ja alustamassa on aiotulta käsittelysyvyydeltään samanlaista. REM-jyrsintäsyvyys on valittava siten, ettei väliin jää ohutta ja mahdollisesti irtoavaa kerrosta.

Kunnostus voidaan tehdä REMplus- tai MPKJ-pintauksella silloin, kun vanhan päällysteen ominaisuudet eivät ole tiedossa tai halutaan varmistaa, ettei alustamassaa pääse sekoittumaan uuteen kulutuskerrokseen.

REMplus-menetelmän etuja ovat:

- mahdollistaa kokonaan lisämassasta koostuvan, homogeenisemman pintalaatan tekemisen (etu REM-menetelmään verrattuna)
- vähäisempi lisämassan tarve (etu MPKJ-menetelmään verrattuna)
- uusi päällystekerros tulee varmasti välittömästi jyrsityn, tasatun ja ennen kaikkea kuuman päällystekerroksen päälle (etu MPKJ-menetelmään verrattuna).

Jos päällysteen yläpinnan korkeusasemaa ei saa nostaa tai toimenpiteellä käsitellään vain osaa poikkileikkauksesta, uudelle päällystemassalle tehdään tilaa poistamalla vanhaa päällystettä kylmäjyrsinnällä (vastattava uuden lisämassamäärän korkeutta).

Menetelmää ei saa käyttää tunneleissa, eikä se sovellu kiveyksien, korokkeiden, reunakivien, kaivojen ja pohjaveden suojausrakenteiden kohdille, koska niissä ei

voi tai mahdu käyttämään kuumentimia. Nämä kohdat on jyrsittävä etukäteen erikseen laatikkoon.

5.6.6 Uusiopintaus REM-menetelmällä (REM)

REM-menetelmässä noudatetaan kohdan 5.6.1 yleisiä ohjeita ja soveltuvin osin sidotun päällystysalustan esikäsittelyjen työmenetelmistä kohdan 5.5 ohjeita.

REM-menetelmässä vanha asfalttipäällyste kuumennetaan tiellä kulkevilla kuumentimilla, pintakerros jyrsitään, jyrsinrouhe sekoitetaan elvyttimen ja uuden lisämassan kanssa ja uusiomassaseos levitetään takaisin tielle.

Vanhassa päällysteessä olevat valuasfalttipaikkaukset jyrsitään tarvittaessa (tai erikseen sovittaessa) pois ennen REM-käsittelyä. Tämä vähentää bitumin pintaan nousun riskiä. Valuasfalttipaikkausten poistotarve riippuu niiden kerrospaksuudesta ja laajuudesta.

Vanhan asfalttipäällysteen kuumennettu pintakerros jyrsitään. Pintaa ei saa ylikuumentaa. Korjattavalla kohdalla olevia tiemerkintöjä ei yleensä säästetä eikä poisteta erikseen ennen asfaltin jyrsintää. Leveät massamerkinnät jyrsitään kuitenkin erikseen, jos niin sovitaan.

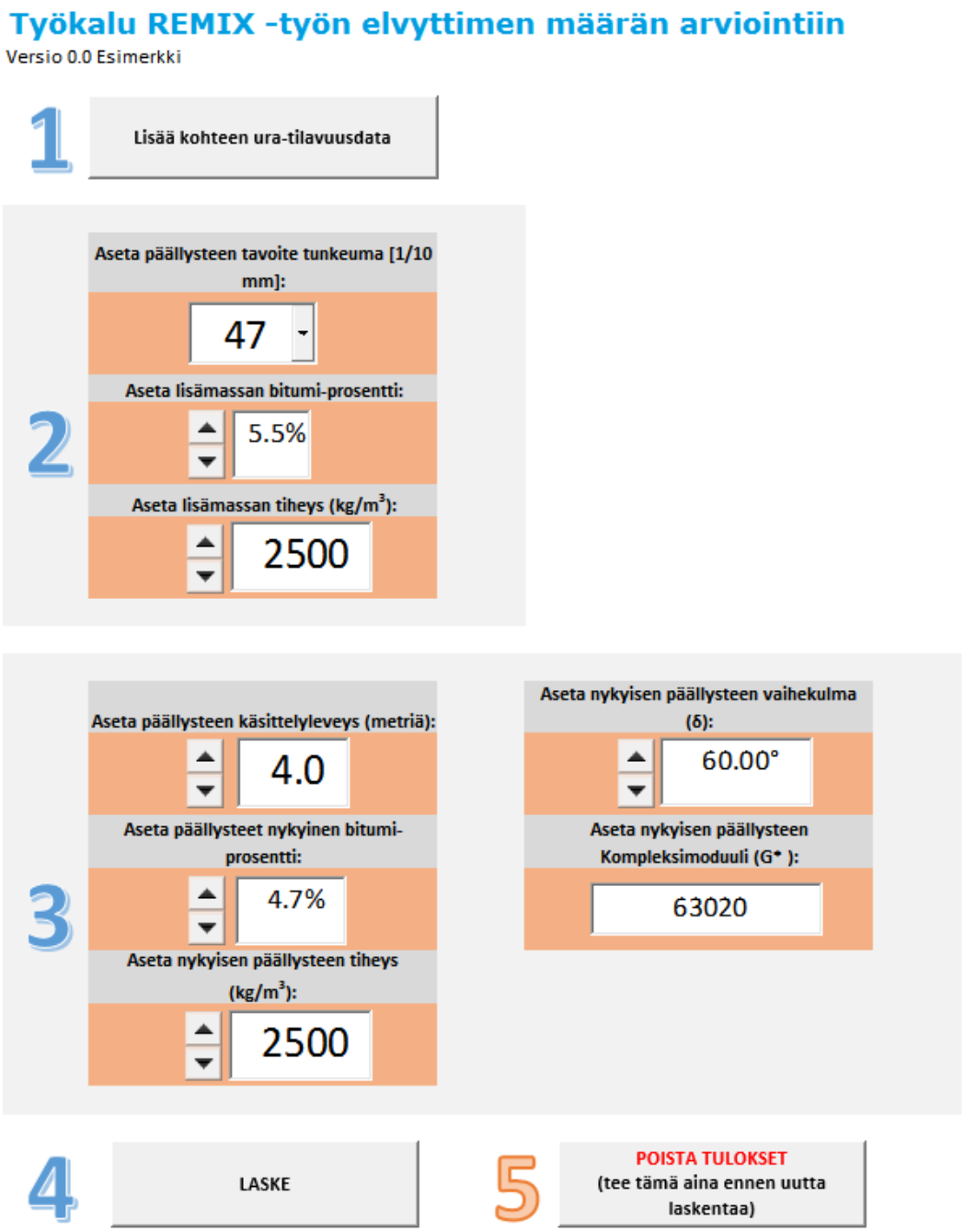
Lisämassana käytetään vastaavaa tai parempaa massaa kuin jyrsitty vanha päällyste. Lisämassan menekki on urasyvyyttä vastaavasti yleensä 20–25 kg/m2.

Bitumi kovenee vanhetessaan ja kuumennettaessa. Massan valmistuksen yhteydessä bitumi kovenee suunnilleen yhden bitumiluokan verran. Tiellä päällysteessä bitumi kovenee edelleen 1–2 bitumiluokkaa. Vanhan päällysteen laatuominaisuudet riippuvat alkuperäisen massan koostumuksesta, työmenetelmästä ja päällysteen ikääntymisestä. Jotta REM-työ voidaan suunnitella oikein, on vanhasta päällysteestä otettava etukäteen näytteitä sen kunnon selvittämiseksi. Uusiopintauskohteilla tutkitaan vanhan päällysteen sideaineen pitoisuus ja tunkeuma ennen työhön ryhtymistä elvyttimen käytön sekä lisämassan koostumuksen suunnittelemiseksi. Kohteilta otetaan vähintään 5 poranäytettä, joista määritetään tyhjätila, rakeisuus, sideainepitoisuus ja sideaineen tunkeuma. Ennakkotutkimukset tehdään pääsääntöisesti kaikilta REM-kohteilta, elleivät tarvittavat päällysteominaisuudet muuten ole luotettavasti selvillä. Jos kohteella jää alustaksi erilaisia pintoja (mm. päällystetyyppi ja toimenpidevuosi voivat vaihdella), niiden ominaisuudet tutkitaan erikseen (5 näytettä/osuus). Ajantasaisin ohjeistus esitetään Väyläviraston ohjeessa *Uusien päällysteiden laadunosoitusmittaukset.*

Mikäli esimerkiksi vanhan päällysteen tyhjätila on korkea ja massa karkeaa, on se otettava huomioon lisämassan koostumuksessa (maksimiraekoko, rakeisuus, sideainepitoisuus). Lisämassan koostumus suunnitellaan sellaiseksi, että siitä yhdessä vanhan päällysteen kanssa saadaan haluttu seosmassa. Lisämassaan ei käytetä asfalttirouhetta. Lisämassan koostumus voidaan suunnitella tarkasti REM-työtä ajatellen silloin, kun kohteella ei ole samaan aikaan tehtäviä pienalueita tai siltojen kohtia.

Päällysteen ikääntyminen (bitumin vanheneminen) otetaan huomioon myös massan koostumuksessa (sideaineluokka ja -pitoisuus). Pelkkä uusi lisämassa

(20–25 kg/m2) ei yleensä kuitenkaan riitä elvyttämään käsiteltävää päällystettä. Tästä syystä jyrsitty vanha päällyste elvytetään lisäämällä siihen elvytintä, joka on yleensä pehmeää bitumia 600/900 ja viskositeettiluokiteltua bitumia V1500. Elvytinmäärä valitaan alustavasti ennakkokokeissa määritetyn bitumin tunkeuman perusteella. Sopiva elvytinmäärä on useimmiten 150–250 g/m2, mutta lisättävä määrä riippuu vahvasti päällysteen ominaisuuksista. Elvytintä ei saa lisätä liikaa, jottei synny liikenneturvallisuutta vaarantavaa sideaineen pintaan nousua. Vanha päällyste vanhenee (bitumi kovenee) edelleen REM-käsittelyn aikana. Karkeasti arvioituna jos elvytintä ei käytetä, alenee bitumin tunkeuma käsittelyn aikana noin 10 1/10 mm. Lisätyn elvyttimen vaikutus on yleensä suunnilleen saman verran kuin mitä REM-käsittely vanhentaa päällystettä. Jos vanhan päällysteen bitumin tunkeuma on tasolla 25–45 1/10 mm, on elvyttimen käyttö välttämätöntä. Korkeammilla tunkeuma-arvoilla tarve harkitaan tapauskohtaisesti. Kun tunkeuma on alle 25 1/10 mm, tulee REM-menetelmän sijasta harkita muita menetelmiä. Alhaisia tunkeuma-arvoja voidaan parantaa elvytintä tehokkaammin lisämassamäärää kasvattamalla tai nostamalla lisämassan sideaineluokkaa.

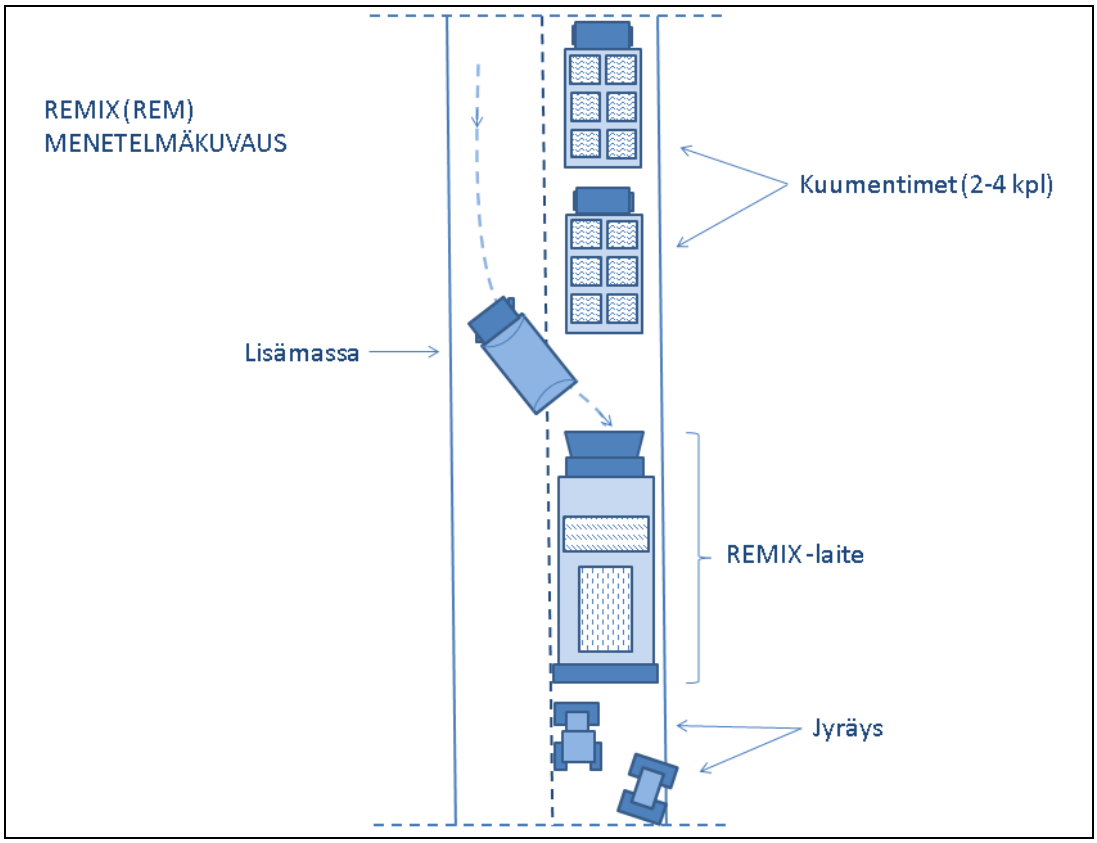


Kuva 34. Esimerkki elvytinlaskurin näytöstä.

Elvyttimen määrän laskemiseen on kehitetty Excel-pohjainen laskuri (kuva 34), jonka avulla suunnittelijat ja urakoitsijat voivat arvioida paaluväleittäin REM-työn optimaalista elvyttimen määrää (kg/m2). Laskurissa valitaan elvytin sekä lisämassan määrä ja/tai sideaine niin, että vanha päällyste voidaan elvyttää mahdollisimman lähelle tavoitetunkeumaa. Laskuri perustuu Michalina Makowskan Aalto-yliopistossa, Elinkaaritehokas tiepäällyste -tutkimusohjelmassa tekemään remix-tutkimukseen. Elvytinlaskuri on tämän julkaisun liitteenä.

Lisämassan koostumus ja käytettävän elvyttimen määrä tarkistetaan aina työtä aloitettaessa työjäljen perusteella. Lopputuotteen sideaineen tunkeuma tarkistetaan jälkinäytteistä tutkimalla.

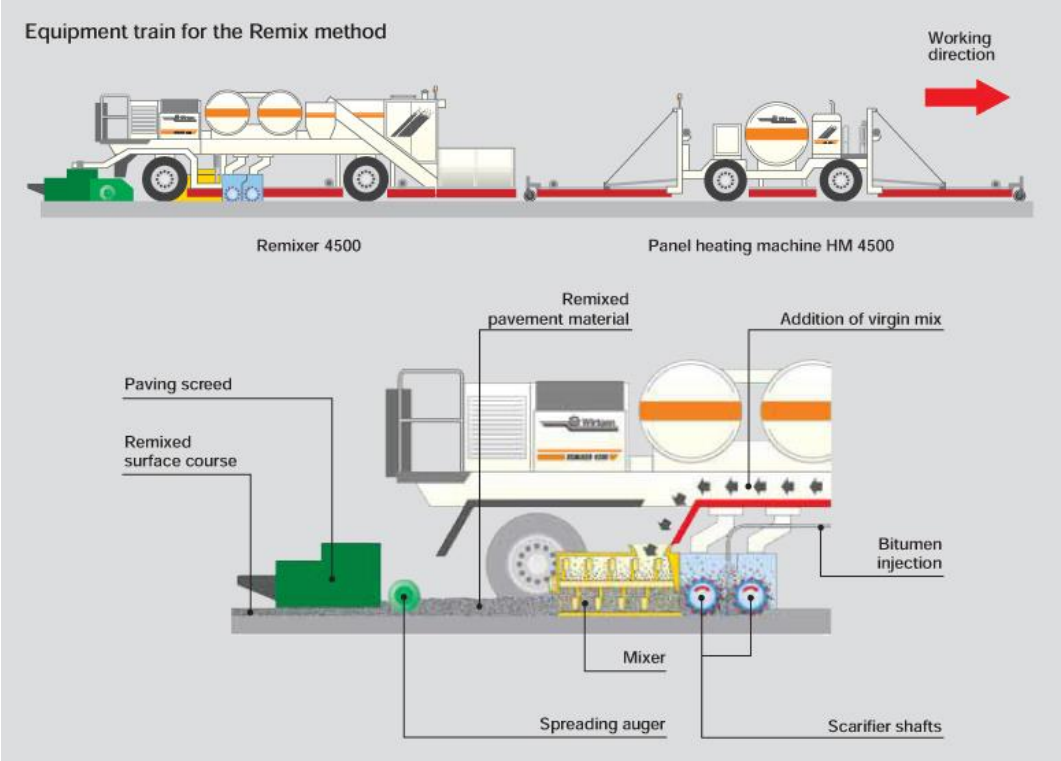
Työskentelyssä tulee kiinnittää erityistä huomiota vanhan päällysteen kuumentamiseen. Liiallinen kuumentaminen on haitallista, sillä sen seurauksena sideaine vanhenee ja saattaa jopa palaa. Lämmön johtumisen parantamiseksi **voidaan lämmitysaikaa pidentämällä laskea kuumennustehoja ja päästä päällysteen kannalta parempaan lopputulokseen**. Vanhan päällysteen lämpötilan tulee olla vähintään 120 °C (50 mm syvyydellä) elvyttämisen onnistumisen varmistamiseksi. Mikäli vanhat päällystekerrokset eivät ole kiinni toisissaan vaan kerrosten välissä on tyhjätila, ilma toimii eristeenä ja saattaa vaikeuttaa lämmönjohtumista riittävän syvälle sekä lisätä päällysteen pinnan syttymisriskiä. Päällysteen pinnan ylikuumentamista tulee välttää, sillä bitumi saattaa syttyä palamaan (bitumin syttymispiste on noin 280 °C). Tämän vuoksi päällysteen pinnalta mitattu lämpötila ei saisi ylittää 240 °C.



Kuva 35. Päällysteen kunnostus remix-menetelmällä (esim. AB 16/25 REM).

Massaseos levitetään ja tiivistetään normaalisti. Levittimen jälkeen mitatun päällysteen pintalämpötilan tulisi olla AB-päällysteellä ≥ 110 °C ja SMA-päällysteellä ≥ 130 °C.

REM-menetelmää käytettäessä on kiinnitettävä työn aikana ja kelpoisuuden toteamisen yhteydessä erityistä huomiota levityskaistan ja vanhan päällysteen liittymäkohtien pituussuuntaisten saumojen tiiviyteen ja uuden päällysteen mahdollisiin bitumin pintaannousukohtiin. Bitumin pintaannousukohdat voivat olla märkänä vaarallisen liukkaita. Mahdolliset bitumin pintaannousukohdat on varauduttava karkeuttamaan jo REM-työn aikana.



Addition of virgin mix	Lisämassan lisäys
Bitumen injection	Bitumin ruiskutus
Mixer	Sekoitin
Panel heating machine	Kuumennuslaite
Paving screed	Levityspalkki
Remixed pavement material	Uudelleen sekoitettu päällystemateriaali
Remixed surface course	Uudelleen sekoitettu pintakerros
Scarifier shafts	Jyrsinrummut
Spreading auger	Levityskierukka
Working direction	Työn etenemissuunta

Kuva 36. REM-menetelmän laitteet ja toimintaperiaate. Kuva: Wirtgen Oy.

REM-menetelmä soveltuu vilkasliikenteisille teille samoihin kohteisiin kuin REMplus-menetelmä tai MPKJ-menetelmä. Kohteen minimikoko on yleensä noin 12 000 m2.

REM-menetelmä on tarkoitettu ensisijaisesti kohteisiin, joissa päällyste uusitaan kulumisuran takia. Sillä voidaan kunnostaa ajokaistan urautunut päällyste ja jättää paremmassa kunnossa olevat tien poikkileikkauksen muut osat korjaamatta.

Menetelmä soveltuu kaikille teille, joilla on vähintään kaksi päällystekerrosta. Kantavuuspuutteita tai suuria epätasaisuuksia kohteessa ei saa olla. Menetelmän kannalta ongelmallisia ovat tiet, joilla käsiteltävän päällystekerroksen paksuus on alle 4 cm. Tällöin on vaarana, että jyrsintä ulottuu myös alempaan päällystekerrokseen, jolloin kaksi erilaista päällystemassaa saattavat sekoittua keskenään, mikä vaikeuttaa lisämassan ja elvyttimen suunnittelua. Tämä vaikuttaa myös uuden päällysteen kestoikään, koska sen rakeisuus ja tilavuussuhteet menevät sekaisin.

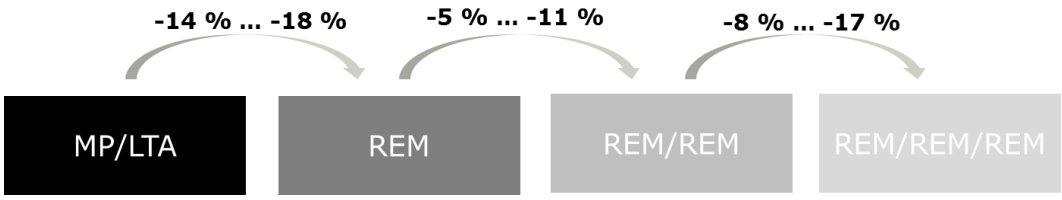
Kuumentimen käyttö mahdollistaa työskentelyn myös kylmemmällä säällä ja heikolla sateella. Jatkuva prosessi korjaa jonkin verran vanhan pinnan lajittumia. Lisämassan tarve on vähäinen massapintaukseen verrattuna. REM-menetelmällä voidaan paikata myös pelkästään pituussuuntaisia uria tai reunapainumia.

Saman kohteen voi kunnostaa REM-menetelmällä useamminkin kuin kaksi kertaa, mikäli ennakkonäytteistä tutkitut vanhan päällysteen ominaisuudet mahdollistavat menetelmän käytön. Mikäli kulutuskerrospäällystettä on ylläpidetty REM-menetelmällä ja sen ominaisuudet ovat heikentyneet, on päällyste uusittava työmenetelmällä, jossa uutta päällystemassaa suositellaan lisättäväksi vähintään 100 kg/m2.

REM-menetelmän käyttö on vuosikustannuksiltaan aina taloudellista, jos sen käytölle ei ole teknisiä tai muita rajoituksia. Tällaisia rajoituksia ovat esimerkiksi:

- Kolme edellistä toimenpidettä on toteutettu uusiomenetelmällä, ja päällysteen ominaisuudet ovat heikentyneet niin, että niitä ei REM-menetelmällä pystytä palauttamaan.
- Vanhan päällysteen pohjamassan ikä on yli 15–20 vuotta.
- Kohteen pinta-ala on alle 12 000 m^2 (pienemmille kohteille voi käyttää urapaikkausta).
- Tien leveys ei ole riittävä tai siinä on vain yksi ohut päällystekerros.

Vuoteen 2016 mennessä tehtyjen toimenpiteiden käyttöikiä tutkittaessa havaittiin, että ensimmäinen REM-käsittely lyhentää päällysteen kestoikää keskimäärin 14–18 % verrattuna siihen, että toimenpiteenä olisi tehty massapintaus tai vakiopaksuinen laatta. Ensimmäisen REM-käsittelyn jälkeen tehdyt käsittelyt vähentävät päällysteen kestoikää keskimäärin 5–17 % (kuva 37).



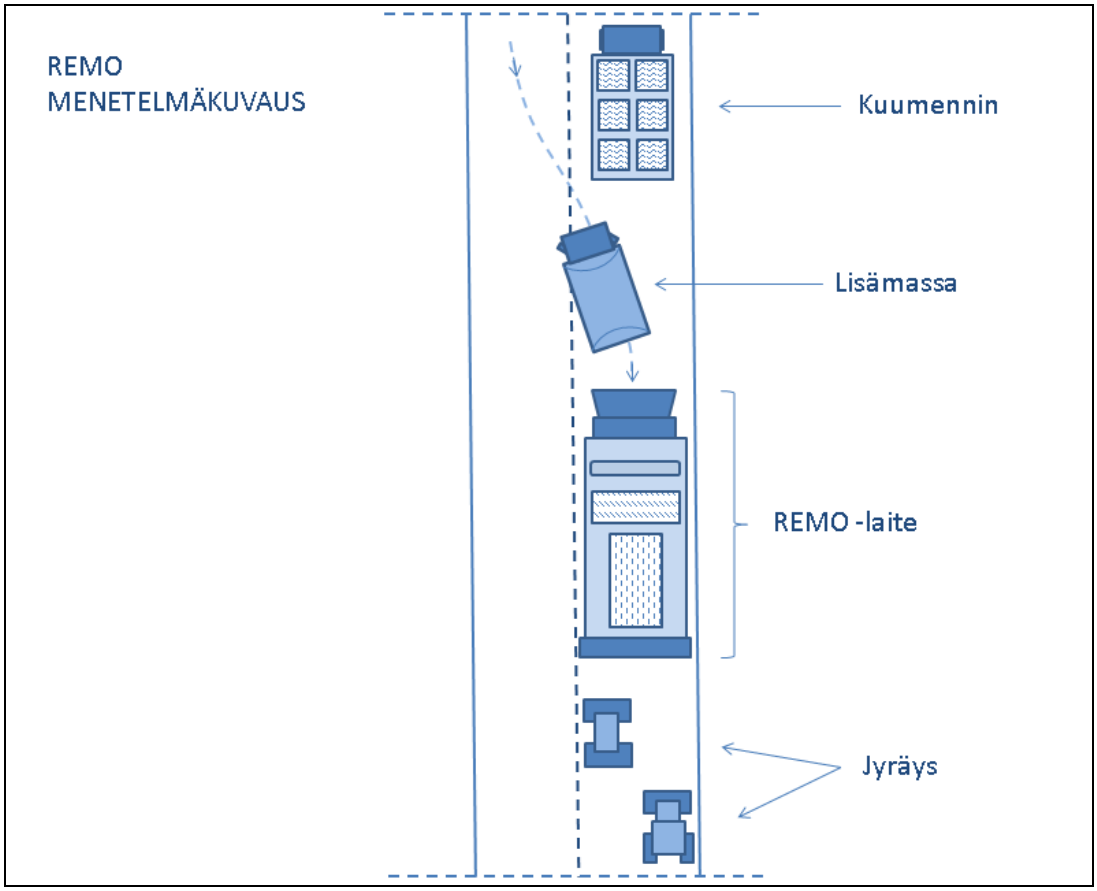
Kuva 37. REM-käsittelyn vaikutus päällysteen kestoikään (Uusiopintausmenetelmien kestoikäanalyysit, *Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 39/2018).*

Menetelmää ei saa käyttää tunneleissa, eikä se sovellu kiveyksien, korokkeiden, reunakivien, kaivojen ja pohjaveden suojausrakenteiden kohdille, koska niissä ei voi tai mahdu käyttämään kuumentimia. Nämä kohdat on jyrsittävä etukäteen erikseen laatikkoon.

5.6.7 Uusiopintaus REMO-menetelmällä

REMO on työmenetelmä, jossa noudatetaan kohdan 5.6.1 yleisiä ohjeita ja soveltuvin osin sidotun päällystysalustan esikäsittelyjen työmenetelmistä kohdan 5.5 ohjeita.

REMO on PAB-päällysteiden kunnostusmenetelmä. REMO-menetelmässä vanha pehmeä asfalttibetoni (PAB-B tai PAB-V) kuumennetaan, jyrsitään ja sekoitetaan uuden massan kanssa ja levitetään takaisin tielle (kuva 38).



Kuva 38. PAB-päällysteen kunnostus REMO-menetelmällä (esim. PAB-V 16/40 REMO).

REMO-menetelmää käytettäessä vanha päällyste on lähes poikkeuksetta merkittävästi vanhentunut ja sen bitumipitoisuus on verrattain alhainen. Elvytintä on käsittelysyvyydestä riippuen lisättävä 200–500 g/m2. Mikäli pinta on merkittävästi vaurioitunut, on päällysteestä syytä ottaa ennakkonäytteet ja tutkia massan koostumus ja bitumin tunkeuma. Tulosten perusteella määritetään lisämassan koostumus ja elvyttimen tarve sekä se, onko REMO-menetelmä kohteelle lainkaan käyttökelpoinen. Mikäli PAB-päällystettä on vain yksi kerros ja pinta on pahasti verkkohalkeamilla, ei REMO-menetelmä sovellu käytettäväksi.

Vanha päällyste kuumajyrsitään. Jyrsinnässä on varottava, ettei sitomatonta kiviainesta nouse haitallisia määriä jyrsinrouheen joukkoon. Isot painumat tasataan ennen REMO-käsittelyä. Jyrsittyyn massaan lisätään suunnitelman mukaisesti uutta sideainetta (yleensä pehmeää bitumia V1500). Jyrsitty massa siirretään sekoittimeen, jossa se sekoitetaan uuden massan ja lisätyn sideaineen (elvytin) kanssa. Lisämassan menekki on yleensä 40–70 kg/m2.

Pienalueet (linja-autopysäkit, liittymien päällystetyt lipat yms.) päällystetään erikseen.

5.7 Paikkaukset

Päällysteen paikkaamisen tavoitteena on pitää päällysteen pinta liikenteen kannalta tyydyttävässä kunnossa korjaamalla vauriot ajoissa niiden ollessa vielä pieniä tai lieviä ja näin estää vaurion laajeneminen. Paikkaukset ovat myös osa

päällystettyjen teiden elinkaaritehokasta korjausta. Esimerkiksi vilkasliikenteisillä teillä uraisimpien kohtien paikkauksella voidaan siirtää koko tieosuuden uudelleenpäällystämistä vuodella tai kahdella kustannustehokkaaseen ajankohtaan. Vähäliikenteisillä teillä kysymys on useammin välttämättömästä liikennekelpoisuuden ylläpidosta.

Paikkausmenetelmät ja -ohjeet esitetään tarkemmin Väyläviraston ohjeessa *Päällysteiden paikkaus*.

5.8 Jyrsintäkorjaus

Hienojyrsintä (HJYR) on työmenetelmä, jolla urautuneen päällysteen epätasaisuus poistetaan jyrsimällä päällyste urien pohjan tasoon. Menetelmässä käytetään jyrsintä, jossa on tiheäteräinen jyrsinrumpu. Ajokaistan reunalla jyrsintä nollataan vanhaan päällysteeseen tai myös piennarpäällyste jyrsitään.

Jyrsintäjälki on ehjä, suora (liikenteen suuntainen) ja niin tasainen, että jyrsitty päällyste on liikennekelpoinen sellaisenaan. Jyrsitylle pinnalle ei saa muodostua vesilammikoita. Jyrsintäjäljen urien väli saa olla enintään 7,5 mm.

5.9 Kuivatus

5.9.1 Reunapalteen poisto

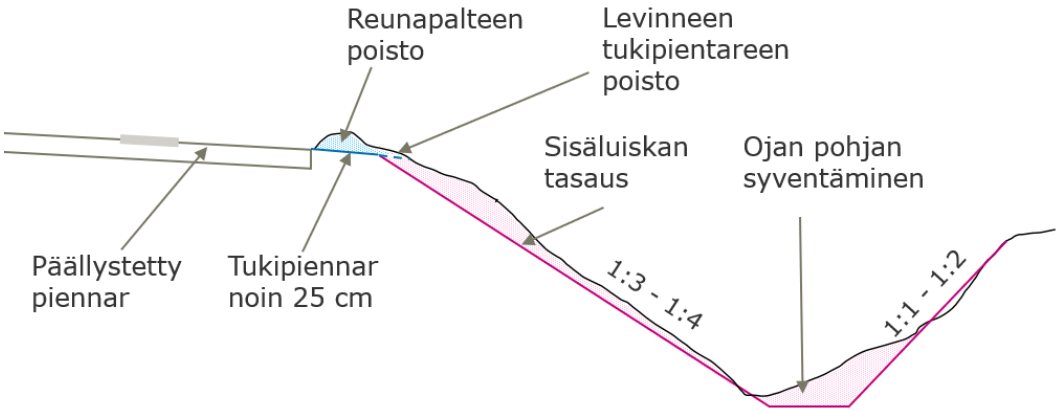
Reunapalletta syntyy vuosittain. Jos sen poistamisesta on yli kaksi vuotta, kuivatuksen parantamisessa tulee varautua reunapalteen poistoon.

Päällystystyötä valmisteltaessa reunapalle on poistettava siten, että uusi päällyste mahtuu myös pientareelle. Muulloin reunapalle poistetaan sellaiseen tasoon, että vesi pääsee esteettä poistumaan päällysteeltä (koskee myös kaiteiden alustoja). Palteenpoiston jälkeen tukipiennar jatkuu samassa kaltevuudessa kuin tien päällyste. Jos palteenpoiston jälkeen tukipientareen leveys kasvaa selkeästi, ojan sisäluiska tulee oikaista. Tukipientareen tavoitteellinen leveys on normaaleilla poikkileikkauksilla 25 cm ja kaiteellisilla osuuksilla 50 cm kaiteen takana.

Reunapalle voidaan poistaa jyrsimellä tai kaivamalla tai leikkaamalla. Traktorin perään asennettavalla jyrsimellä tehtävä reunapalteen poisto soveltuu vähäisen, nurmimaisen reunapalteen poistoon (ei T-viherluokan alueilla tai muutoin hyvin hoidetuilla viheralueilla), kun luiskat ovat muodoltaan hyvässä kunnossa. Jyrsimellä tehtävässä reunapalteen poistossa reunapalle hienontuu ja leviää luiskaan, josta ylimääräinen maa-aines poistetaan kauhalla, luiskaa myötäilevällä terällä tai erillisellä keräimellä.

Reunapalteen poisto kaivamalla tai leikkaamalla on tehtävä silloin, kun reunapalteen määrä on suuri ja tien sisäluiska ei ole enää oikeassa muodossa. Reunapalle poistetaan työkoneen alusterällä tai tasakärkisellä kauhalla 3–5 % kaltevuuteen. Mahdolliset päällysteelle jääneet maa-ainekset poistetaan ja tienpinta puhdistetaan harjakoneella tai kauhaharjalla. Työn tuloksena syntyy paljon ylimääräistä maa-ainesta, joka kuormataan kaivuutyön yhteydessä lavalle ja kuljetetaan maan sijoitusalueelle.

Reunapalteen poiston jälkeen sivuojan sisäluiska oikaistaan suoraan muotoon ojan pohjaan kohden. Kaiteiden kohdilta reunapalle poistetaan siten, että kaiteet eivät vaurioidu ja kaiteiden alla oleva maa viettää koko matkaltaan viereisen sivuojan suuntaan. Työ voi vaatia koneellisen palteenpoistamisen lisäksi manuaalista palteenpoistoa esim. kaidetolppien vierustoilta.



Kuva 39. Sivuojan poikkileikkaus ja siihen liittyvät kunnostustoimenpiteet.

5.9.2 Luiskien muotoilu

Tien normaalista poikkileikkauksesta poikkeavissa kohdissa, kuten laajoissa liittymäalueissa, taajamissa ja levähdysalueissa, voidaan tarvita luiskien muotoilua kuivatuksen toimivuuden varmistamiseksi. Näillä alueilla luiskat muotoillaan kohdekohtaisen suunnitelman mukaisesti. Luiskien kaltevuudet voivat vaihdella kuivatustarpeen mukaan. Tyypillisesti näille alueille muotoillaan ojat, painaumat tai kaltevuudet kuivatusrakenteita (esimerkiksi kaivo tai kivisilmä) kohti. Muotoiltavan kohteen ja säilytettävän rakenteen välit sovitetaan yhteen sekä kuivatukseltaan toimivaksi kokonaisuudeksi. Työssä on erityisesti huomioitava veden virtauksien oikea suunta sekä rakenteiden kestävyys virtauskohdissa (ettei pinta syövy virtauksen johdosta). Muotoilluille alueille istutetaan nurmi (A2 tai A3 riippuen alueen hoitoluokasta).

5.9.3 Vesakonraivaus

Tien viereisten viheralueiden jatkuva hoito kuuluu lähtökohtaisesti hoitourakoiden tehtäviin. Tiestöllä voi olla kuitenkin tilanteita, joissa puusto on lähtötilanteessa lähellä tietä ja vesakonraivausta ei ole tehty puuston rajaa pidemmälle. Kuivatuksen parantamiseksi tiealueen puustoa voidaan joutua poistamaan, ja sen jälkeen tekemään vesakonraivaus.

Vesakonraivauksessa käytetään mekaanista menetelmää, jossa vesakko silputaan ja murskataan työkoneeseen liitettävällä laitteella. Raivausjätteen tulee olla silppuuntunutta; yli metrin mittaista jätettä ei saa esiintyä. Kemialliset menetelmät vesakon hävittämisessä tai estokäsittelynä ovat kiellettyjä.

Vesakko leikataan siistiksi maan pinnan läheltä siten, ettei alueen aluskasvillisuutta tuhota eikä yli 15 cm korkeaa vesakkoa esiinny. Maan pinnalle jäävien puiden ja pensaiden tyvet eivät saa jäädä teräviksi. Työ tulee tehdä siten, ettei viereistä puustoa tai tien varressa olevia laitteita tai varusteita vahingoiteta. Tarvittaessa käytetään raivaussahaa tai moottorisahaa.

Työkoneina voidaan käyttää esimerkiksi traktoria tai monitoimikonetta (moto/harvesteri). Vesakonraivauksessa käytettävistä työkoneista ja lisälaitteista on kerrottu tarkemmin Liikenneviraston ohjeessa *Viherrakentaminen ja -hoito tieympäristössä.*

5.9.4 Puiden poisto

Puiden poistoon sisältyy puiden, pensaiden ja muiden puuainesten poisto. Yhtenäisten alueiden puiden poisto tehdään metsäkoneella (ns. harvesterilla). Yksittäisten puiden poisto tehdään metsurityönä. Puut kaadetaan maanpintaa myöten alle 5 cm korkeudelle. Kuivatusta estävät kannot poistetaan ks. kohta esteiden poisto. Lopputuloksena on paljas maaston pinta.

Puuaineksen jatkokäsittely on suunniteltava etukäteen. Puiden myyntioperaattorina voi toimia esimerkiksi metsänhoitoyhdistys, joka myy kaadetut puut omistajan lukuun.

Kaadetut runkopuut kasataan tiealueen ulkopuolelle kyseisen maanomistajan maalle sellaiseen kohtaan, että niiden nouto ei aiheuta tarpeetonta liikenneturvallisuusriskiä. Urakoitsijan velvollisuutena on välittömästi ilmoittaa puista maanomistajille.

Puiden poistosta on kerrottu tarkemmin Väyläviraston ohjeessa *Maanteiden kuivatuksen kunnossapidon hallinta.*

Kuva 40. Kuvassa puusto ja vesakko ovat kasvaneet tiealueelle, jonka johdosta sivuoja on tullut liian lähelle tietä ja luiskakaltevuus on huono. Kuvan kohdetta parannetaan poistamalla puusto, vesakko ja kannot tiealueelta sekä muotoilemalla oja uudestaan tiealueen rajan lähelle. Työ parantaa myös liikenneturvallisuutta. Kuva: Ramboll CM Oy.

5.9.5 Esteiden poisto

Kuivatusta haittaavat esteet tulee poistaa ojista ja muista kuivatusrakenteista ennen ojitustöitä. Esteitä voivat olla esimerkiksi kalliot, kalliokielekkeet, isot kivet ja kannot. Kuivatusta haittaavat esteet poistetaan. Esteiden poistossa rakenteisiin syntyvät kuopat täytetään rakenteeseen sopivalla materiaalilla, tii-

vistetään kauhalla ja tasoitetaan kuivatuksen vaatimaan tasoon. Esteiden poiston jälkeen kuivatusrakenteeseen jää vähintään 15 cm maan muokkausvaraa työmenetelmästä riippumatta. Erikoistapauksissa kalliopinnalle voidaan tehdä kuivatusrakenteiden parannukset tasausbetonoinnin avulla. Toimenpiteiden jälkeen kuivatusrakenteet toimivat halutulla tavalla ja vedenvirtaamisen esteitä ei ole.

Yksittäiset maakivet ja kannot poistetaan traktorikaivurilla tai kaivinkoneella. Kantojen suurimmat juuret poistetaan mahdollisimman hyvin, tarvittaessa sahaamalla tai jyrsimällä erillisellä tai työkoneeseen liitettävällä kantojyrsimellä. Maakivien kokoa on vaikea arvioida pinnalta käsin, ja louhintaan tulee varautua kivien poistamisessa.

Yksittäiset suuret maakivet, rapautunut kallio ja pienet kalliokielekkeet voidaan pienentää hydraulisella vasaralla, murtolaastilla (ns. etanadynamiitti) tai räjäyttämällä. Kallioleikkaukset tehdään kallioavoleikkauslouhintana InfraRYLin luvun 17110.3 luokan 4 mukaisesti ja kanaalilouhinnat kalliokanaalilouhintana luvun 17200 mukaisesti. Kallio puhdistetaan irtonaisesta louheesta. Räjäyttämisessä on noudatettava panostajalakia ja valtioneuvoston asetusta räjäytys- ja louhintatyön turvallisuudesta sekä muita InfraRYLin luvussa 17110.3 mainittuja lakeja ja asetuksia. Räjäytystyöhön liittyviä lakeja ja asetuksia ei sovelleta murtolaastilla tai hydraulisella vasaralla tehtävissä kiven pienennyksissä. Lähialueen talojen kuvaukset tulee tehdä ennen räjäytystöitä.

Rakenteesta poistetut kivet ja louhe kuljetetaan sijoitusalueelle. Kannot kuljetetaan kunnan kantojen vastaanottoalueelle tai jyrsitään ja jyrsinnästä jäänyt ylimääräinen jäte kuljetaan jätteen käsittelypaikalle. Jotkut kunnat vastaanottavat jyrsinnästä jäänyttä materiaalia energiajätteeksi.

Työkoneina voidaan käyttää esimerkiksi kaivinkonetta tai traktorikaivuria. Räjäytystöihin tarvitaan oma erikoiskalusto.

5.9.6 Ojien kunnostaminen

Tyypillisimpiä kuivatuksen kunnostustoimenpiteitä ovat avo-ojan perkaus tai kaivu. Avo-ojat kuivattavat tierakenteita ja kuljettavat veden eri kuivatusrakenteiden välillä. Avo-ojat voivat olla sivuojia, laskuojia ja niskaojia.

Sivuojan poikkileikkaus esitetään kuvassa 38. Sivuojan poikkileikkauksen muodossa tulee huomioida reunapalteen poisto, tukipientareen oikea leveys ja kaltevuus, sisäluiskan kaltevuus ja suoruus, ojan pohjan korkeusasema ja muoto, takaluiskan kaltevuus ja suoruus sekä ulkoluiskan yläreunan pyöristystila. Jos tarkastellaan vain kuivatusta, ojan pohjan korkeusasemalla ja muodolla sekä riittävällä kaltevuuskulmalla on merkitystä. Liikenneturvallisuuden kannalta kuitenkin kaikilla ojan muodoilla on merkitystä. Esimerkiksi liian jyrkät kaltevuudet voivat aiheuttaa suistumisonnettomuuksia. Väyläviraston ohjeessa *Tien poikkileikkauksen suunnittelu 21.12.2021* on kerrottu tarkemmin tien eri poikkileikkauksista.

Avo-ojien kunnostuksen lähtökohtana on ojan pohjan sijainti ja korkeusasema. Ojituksessa pyritään tavoitteellisiin kaltevuuksiin, mutta tavoitetasoon ei aina päästä. Ojitus onkin sovitettava ympäröiviin rakenteisiin. Ojan pohjan korkeus tulee olla sellainen, että vesi pääsee virtaamaan tasaisesti aina veden purkupaikkaan, esimerkiksi laskuojaan tai luonnonojaan. Ojan pohjan viereiset luiskat

tehdään haluttuun sivukaltevuuteen tiealueen rajat huomioiden. Ojien kaltevuusmuutokset tehdään vähitellen.

Sivuojaan liittyvät rakenteet, rummut ja levikkeet muotoillaan siten, että sivuoja liittyy niihin luontevasti sekä kallistukset ja muotoilu ohjaavat veden haluttuun suuntaan. Sivuojan syvyyden tulee olla tien reunasta mitaten vähintään 0,5. Tavoitteellinen pituuskaltevuus on 0,1–0,4 %. Kohteen kaikkia ojia ei tarvitse ojittaa koko matkalta, jos siihen ei ole tarvetta. Sivuojien parantamisessa ei saa tukkia pellolta sivuojaan vettä johtavien salaojaputkien päitä.

Sisä- ja ulkoluiskaa käsitellään riittävältä etäisyydeltä ojan pohjasta luiskaan päin. Tien jyrkkä luiska voi heikentää tien reunan kestävyyttä. Jyrkkäluiskaisilla teillä voi olla tarve loiventaa sisäluiskaa siirtämällä sivuojaa kauemmaksi. Ojan siirrossa on huomioitava tiealueen riittävyys. Päällysteen leventäminen tai päällysteen kerrospaksuuden kasvattaminen lisää sisäluiskan jyrkkyyttä, jos sivuojan pohjaa ei siirretä.

Levikkeiden kohdalla tulee varmistaa, ettei kulmiin jää vesilätäköitä. Sivuojia ei syvennetä tarpeettomasti, jotta vältytään muiden kuivatusrakenteiden korjauksilta. Ojituksen yhteydessä poistetaan aina myös tien reunapalteet ja leventyneet tukipientareet.

Ojan pohjaan ei saa jäädä vettä kerääviä painanteita. Avo-ojan on oltava vesimäärään nähden riittävä, mutta ei tarpeettoman suuri. Rummun lähellä ojaan ja laskuojan alkuun tehdään lietepesäsyvennys 5–10 m matkalle.

Laskuojat ovat pääsääntöisesti tiealueen ulkopuolella, ja tällöin tarvitaan maanomistajien suostumus ojitustöihin. Laskuojien suostumusten ja sopimusten tekemisestä on kerrottu tarkemmin Väyläviraston ohjeessa 6/2019 *Maanteiden kuivatuksen kunnossapidon hallinta.* Loivan laskuojan ja rummun tukkeutumista vähennetään tekemällä ojan alkuosalle suurempi kaltevuus. Laskuoja kaivetaan alavirtaan niin pitkälle, että ojan pohja yhtyy luonnonuomaan. Ellei varsinaista luonnonuomaa ole, laskuoja kaivetaan vain niin pitkälle, että rummun tai ojan liettymistä tien lähellä tai muuta välitöntä haittaa ei ole odotettavissa. Loivan laskuojan ja rummun tukkeutumista voidaan vähentää siten, että ojan alkuosalle tehdään suurempi kaltevuus.

Niskaojat kaivetaan 0,2–0,5 m syviksi ja 0,4–0,8 m leveiksi, jos vesimäärät tai maasto-olosuhteet eivät muuta edellytä. Niskaoja sijaitsevat rinteissä, ja rinteiden jyrkkyys on huomioitava työkoneen valinnassa.

Oja kaivetaan kaivinkoneella tai traktorikaivurilla. Kaivutyössä käytetään muotokauhaa tai kallistuvaa kauhaa. Luiskat tasoitetaan ja viimeistellään muulla sopivalla menetelmällä. Työ viimeistellään lapiotyönä ja varmistetaan, että rumpujen ja salaojien päät ovat puhtaat eikä rumpujen, viemäreiden tai kaivojen päihin jää kynnystä tai muuta virtausestettä. Tien reunoilla olevien varusteiden ja laitteiden reunat viimeistellään käsityönä lapiolla. Liikennemerkkien, kaiteiden jne. tukirakenteille tulee jäädä riittävä peitesyvyys.

Ojan kaivamisessa voidaan käyttää tähtäysmerkkejä oikean pituuskaltevuuden ja sijainnin varmistamiseksi. Vaihtoehtoisesti kaivaminen voidaan tehdä koneohjauksen avulla.

Ojitustöissä on kiinnitettävä huomiota ojissa oleviin kaapeleihin. Kaapelit voivat vaurioitua kaivun yhteydessä tai kaapeleiden asennus on voinut heikentää ojan luiskia ja muotoa. Suunnitteluvaiheessa selvitetään, onko luiskissa siirtoa vaativia kaapeleita. Urakoiden ojitustöihin tulee aina vaatia kaapelinäyttö.

5.9.7 Rumpujen uusiminen

Päätierummut rakennetaan InfraRYLin kohdan 14350 toimivuusluokan I mukaisesti, sivuoja- ja yksityistierummut toimivuusluokan III mukaisesti. Sivutie- ja yksityistierumpuna käytetään 400 mm muoviputkea, ellei työkohdesuunnitelmassa muuta erikseen mainita.

Rummun rakentamiseen kuuluu tarvittavan arinan ja siirtymäkiilarakenteen tekeminen. Siirtymäkiilarakenne tehdään työkohdesuunnitelman mukaan. Uusittavissa kohteissa käytetään mahdollisuuksien mukaan aikaisempia arina- ja siirtymäkiilarakenteita. Jos rumpu uusitaan rakennevikojen vuoksi, arinarakenteet on uusittava. Rummun korkeusasema on valittava liettymistä ehkäiseväksi. Rummun on oltava niin pitkä, että tien luiska säilyy normaalina. Rumpu on rakennettava niin, että haitallista routaheittoa ei synny. Rummun rakentamisessa on noudatettava rakenteen edellyttämiä peitesyvyyksiä. Liian ohut peitesyvyys voi heikentää rummun kantavuutta oleellisesti.

Käytettävä rumpumateriaali hyväksytetään tilaajalla. Happamilla sulfaattimailla tulee kiinnittää rumpumateriaaliin erityistä huomiota, esimerkiksi voidaan käyttää haponkestävää teräsrumpua. Veden virtauksen eroosiosuojaukset tulee rakentaa kohteen niin edellyttäessä.

Sisähalkaisijaltaan yli 600 mm maantierumpujen päät viistetään InfraRYL kuvaliitteen 14350A kuvan K11 mukaisesti 1/3 korkeudesta ylöspäin.

Teräs- ja muovirumpujen muodon pitää säilyä pyöreänä (ei litistymää pystysuunnassa). Rummun muoto tarkastetaan takuuajan päättyessä.

Rumpujen rakentamisen ohjeistus esitetään InfraRYL-luvussa 14350 Rummut sekä luvuissa 13300, 14351–14353, 16220, 16500, 18310–18330 ja 21510.

Toimenpiteet tehdään yhden rummun osalta jatkuvana työnä ja varmistetaan, että liikenne ei keskeydy yli 15 minuutiksi. Tarvittaessa tehdään kiertotie, jos liikennettä ei pystytä ohjaamaan työmaan kautta.

Rumpukohtien päällyste leikataan työkoneeseen liitettävällä tai erillisellä tie-/asfalttileikkurilla. Jos koneessa käytetään sahaavia teriä, siinä on käytettävä kiviaineksen sinkoutumissuojaa ja se on varustettava pölynestolla. Rumpujen kaivamis- ja täyttötyöt tehdään kaivinkoneella tai traktorikaivurilla. Rumpujen kohdan maa-ainekset tiivistetään tärylevyllä tai muulla tiivistimellä. Rummun kohta päällystetään vastaavalla päällysteellä kuin alkuperäinen päällyste.

5.9.8 Rumpujen korjaaminen

Betonirummun saumojen korjaus

Korjattavat betonirumpujen pienet saumat (< 20 mm) puhdistetaan irtolaastista ja liasta esimerkiksi painepesurilla. Saumat täytetään juotoslaastilla, betonilla

tai valumattomalla paikkauslaastilla. Työ tehdään kohteen suuruudesta riippuen joko käsin ruiskubetonoinnilla tai käsin erikseen paikkaamalla. Työtä ei suositella tehtävän alle 800 mm halkaisijan rumpuihin.

Betonirumpuosien sidonta

Betonirumpujen osat ovat voineet liikkua ajan saatossa, jolloin liitoskohdasta voi valua maa-aineksia rumpuun. Työmenetelmää voidaan käyttää, kun rummun osien liike on vähäistä (alle 5 cm). Liikkuneiden rumpuosien välit puhdistetaan irtonaisista maa-aineksista. Sidottaviin rumpuosiin kiinnitetään ankkurit, ja osat kiritään yhteen ruostumattomilla sidontateräksillä. Rumpujen sidonnan jälkeen korjataan betonirumpujen saumat.

Betonirumpuosien siirto

Betonirummun päissä olevat saumat voivat aueta. Ne voidaan korjata tiivistämällä sisämuhvilla tai kaivamalla viimeiset putket esiin ja siirtämällä ne paikalleen. Rummun arina korjataan tai tarvittaessa tehdään uudestaan. Rummun ympärille laitetaan suodatinkangas (N3), joka peitetään 0–16 murskeella. Rummun ojan puolen ulkoreunat viimeistellään multakerroksella.

Betonirummun päiden korjaus

Rummun päiden korjausta käytetään muutoin ehjän betonirummun korjaukseen. Rikkoutuneen rummun pään haurastuneet ja irtonaiset betoniosat poistetaan mekaanisesti. Rummun päähän porataan sidontaraudat. Suuremmissa paikkauksissa käytetään tarvittaessa teräsverkkoa. Betonirummun päähän tehdään rummun muotoinen muotti, joka kostutetaan ja valetaan vähintään K35 betonilla. Uudelleen betonoitu rummun pää viimeistellään mm. poistamalla kovettuneet betoniroiskeet rummun pinnoista.

Maantierummun sujutus

Vaurioituneen maantierummun sisään voidaan asentaa pienempi rumpu. Rumpujen sujutuksessa tulee huomioida, että virtaamisaukko pienentyy noin 15–25 %. Riittävien virtaamien varmistamiseksi tulee ELY-keskuksen ympäristöpuolelta varmistaa virtaamien riittävyys ns. aukkolausunnolla. Virtaamia voidaan parantaa asentamalla rummun viereen pienempi rumpuputki esimerkiksi tunkkaamalla tulvarummuksi. Tulvarummun alapinta on varsinaista rumpuputkea ylempänä. Tällä varmistetaan, ettei rumpu jäädy niin herkästi. Aukon pienentäminen ei saa padottaa virtausta liikaa. Rumpujen sujutuksessa rummun sisäpuolelle asennetaan pienempi rumpuputki. Entisen ja uuden rumpuputken väli täytetään betonilla (vähintään K25 ja notkeus S3 sekä riittävän pieni kivien raekoko väliin nähden). Rummun yläpään maat muotoillaan siten, että veden virtaus on juoheva.

Maanteiden rumpujen korjauksissa voidaan hyödyntää Ratahallintokeskuksen ohjetta *Rumpujen korjausohje RUMKO 2006* ja Liikenneviraston ohjetta *Teräsrumpujen korjaus.*

5.9.9 Rumpujen puhdistaminen

Rumpujen puhdistamista ja aukaisua tehdään olemassa olevien rumpujen toimivuuden varmistamiseksi. Yksityistieliittymien rummut kuuluvat myös puhdistuksen piiriin.

Rumpuun liittyvät ojat aukaistaan vähintään kolmen metrin matkalta rummun päistä veden virtaamisen varmistamiseksi. Rummun päistä poistetaan esteet, kuten maaesteet, kivet ja pensaat. Rumpu aukaistaan sekä puhdistetaan liettymästä ja tukkeutumista. Aukaisun jälkeen rumpu on puhdas sinne kertyneestä maa-aineksesta ja roskista.

Rumpu voidaan puhdistaa mekaanisella puhdistuksella tai vesipainepesulla. Työkoneena voidaan käyttää työmenetelmästä riippuen kaivinkonetta, traktorikaivuria, traktoria tai kuorma-autoa. Painepesua varten tarvitaan myös vesisäiliö sekä kompressori. Painepesun suutinten tulee olla sellaisia, että rummun pinta saadaan puhtaaksi. Painepesussa suositellaan käytettävän ns. myyräsuutinta, jossa paineletkun päässä on metallikärki, josta lähtee yksi suutin eteenpäin ja loput suuttimet taaksepäin. Mekaaninen puhdistus voidaan tehdä leikkaamalla, poraamalla, tunkkaamalla, vetämällä tai kaivamalla. Leikkaamista käytetään silloin, kun kasvillisuus on tukkinut rummun. Kokonaan tukkeutuneen betonirummun tunkkaamista ja vetämistä ei suositella, koska työmenetelmä voi aiheuttaa rumpuosien liikkumisen. Mekaanisten menetelmien terät/kauhat eivät saa vahingoittaa rummun sisäpintaa. Rumpu on puhdistettava mekaanisen puhdistuksen jälkeen vesipainepesulla. Pesun jälkeen rummun sisäpinnan kunto on varmistettava, jotta varmistutaan rummun yhtenäisestä ja ehjästä sisäpinnasta.

5.9.10 Erilliset kuivatusrakenteet

Kaivojen puhdistukseen sisältyy kaivon tyhjennys vedestä, hiekasta, lehdistä, roskista ja muusta kiintoaineksesta. Kaivo tyhjennetään imuautolla. Sadevesikaivon kansiston kehyksen ura ja kannen ritilä sekä kaivolta lähtevät putkistot puhdistetaan esim. painepesurilla. Hulevesiä ei saa ohjata salaojakaivoihin. Kaivojen kansien kiinnitysmekanismi on tarkastettava ja varmistettava niin, että kannet pysyvät kiinni.

Putkistot puhdistetaan vesipainepesuna. Putkiston pesu tehdään aina koko putken matkalta. Vedenpaineen tulee olla sellainen, että se ei vaurioita putkistoa. Tukkeutuneen putkiston aukaisuun voidaan käyttää esimerkiksi myyräsuutinta. Putkiston pesun jälkeen varmistetaan, että putkisto on ehjä, toimii oikealla tavalla ja viettää oikeaan suuntaan. Työkoneena voidaan käyttää pumppuautoa. Putkistot uusitaan alkuperäistä putkikokoa ja materiaalia vastaavilla putkilla InfraRYL lukujen 31200.4.1 ja 14310 mukaisesti. Putkien vietto tarkistetaan ennen asentamista.

Tieverkolla käytetään pääsääntöisesti betonisia sadevesikaivoja. Betoniset sadevesikaivot uusitaan InfraRYL luvun 31200.1.2.1 mukaisilla betonisilla kaivoilla. Kaivon uusintaan sisältyy myös InfraRYL 31200.1.2.3 mukainen kansisto, joka on tarkoitettu liikennöitäville alueille. Rikkoutuneet kaivot tai kaivon elementit (kansistot, korotusrenkaat, teleskooppikartiot, kaivonrenkaat, pohjarenkaat) uusitaan vastaavilla liikennöidylle alueelle tarkoitetuilla elementeillä. Betonikaivojen korottaminen tehdään yhteensopivien korotusrenkaiden avulla. Kaivonkannen alentaminen tehdään joko sahaamalla halutun korkeuksinen lieriö

pois kaivorenkaasta ja asentamalla kaivonkansi takaisin paikalleen tai vaihtamalla ylin kaivonrengas sopivan kokoiseen kaivonrenkaaseen. Teleskooppikaivossa kaivonkansi asetetaan haluttuun korkeuteen. Valmiin kaivonkannen tulee olla tiivistetty pintamateriaaliin. Kaivonkannen reuna ei saa estää veden virtaamista kaivoon. Muovirakenteiset kaivot uusitaan tavallisesti kokonaisina. Työkoneena voidaan käyttää kuorma-autoa tai traktoria, joissa on nosturi elementtien nostoa varten.

Joissakin kohteissa tarvitaan eroosiosuojausta. Eroosiosuojaukset tehdään tavallisesti kiviverhouksella (kiviheitoke). Kiviheitokkeet ovat louhos- tai louhekivistä koneellisesti tehtäviä verhousrakenteita tai osin käsin latomalla tehtäviä järjestettyjä verhousrakenteita, joita käytetään suojaamaan penkereiden luiskia eroosiolta. Kiviheitokeverhouksen rakentamisen ohjeistus esitetään InfraRYL luvussa 22221. Kiviheitokeverhouksen alle asennetaan suodatinkangas (käyttöluokka N4) 0,5 m limityksellä. Kiviheitokkeet tehdään järjestettyinä kiviheitokkeina, joissa käytetään 200–400 mm läpimittaisia kiviä. Kiviheitokkeen paksuus on 300–500 mm. Materiaalin enimmäiskoko on 2/3 kerrospaksuudesta. Hyvin usein eroosiosuojauksessa voidaan käyttää myös pienempää kivimateriaalia, esimerkiksi 100–200 mm kiveä.

Joissakin kohteissa tarvitaan erillisiä imeytysrakenteita, kun esimerkiksi laskuojia ei saada järkevästi toteutettua. Kivisilmien avulla imeytys voidaan tehdä niin, että vedet suotautuvat kivisilmästä alla olevaan luiskaan tai maaperään tai vedet johdetaan salaojan kautta tien kuivatusjärjestelmään. Kivisilmä on tehtävä riittävän laajaksi siten, että valtaosa tuulen aiheuttamista roiskeistakin osuu siihen. Kivisilmää varten kaivettavan kivipesän halkaisija on vähintään 1 m ja vähimmäissyvyys 700 mm. Kivisilmän halkaisija määritetään tapauskohtaisesti. Kivisilmän kivien tulee olla halkaisijaltaan 100–250 mm. Kivisilmän vaippana voidaan käyttää betonirengasta. Pinta tehdään koveraksi. Kivisilmän kivitäyte on ladottava siten, että kivien väliin jää mahdollisimman paljon tyhjää tilaa. Työkoneena voidaan käyttää kaivinkonetta tai traktoria.

6 Urakoiden kilpailutus ja hankinta

Päällystys- ja paikkausurakat muodostetaan paikallisen ELY-keskuksen laatiman päällystysohjelman perusteella ja kilpailutetaan julkisesti. Seurannan avulla selvitetään korjaustoimenpiteiden vaikutuksia sekä tiestön kunnon kehittymistä. Seurannan tulokset toimivat syötteenä uuden analyysivaiheen pohjaksi.

Kuivatuksen parantaminen voidaan tehdä hoito-, päällystys- tai erillisurakoissa. Lähtökohtaisesti kuivatuksen parantamistöitä ei tehdä päällystysurakassa lukuun ottamatta RP-kohteita. Päällystysurakassa tulee varautua reunapalteen poistoon tukipientareelta, jos piennar päällystetään.

Kilpailutettavien urakoiden määrä riippuu päällystysohjelman pituudesta ja alueellisista tekijöistä. Käytännössä urakat kilpailutetaan alkuvuodesta, joten tämä on ensimmäinen vaihe, jolloin kuvassa 9 esitetyssä ohjelmointiprosessissa siirrytään kuluvan vuoden ohjelmasta tarkastelemaan tulevan vuoden ohjelmaa. Kuten ohjelmointiprosessi muutenkin, myös tämä vaihe limittyy aikaisemman vaiheen kanssa: urakoita muodostettaessa voi tulla esiin asioita, jotka vielä muuttavat päällystysohjelmaa.

Pääsääntöisesti tienpäällystysurakat ovat yksivuotisia toteutusurakoita. REM-, paikkaus- ja rakenteen parantamisurakat ovat usein 2–3-vuotisia. Kumppanuussopimukset, jotka sisältävät toimenpiteiden toteutuksen lisäksi myös niiden ohjelmointi- ja suunnittelutehtäviä, ovat tyypillisesti 5-vuotisia. Pisimmät sopimukset, joilla päällysteiden korjausta hankitaan, ovat palvelusopimuksia, jotka ovat yleensä vähintään 10-vuotisia sopimuksia. Niissä palvelutuottaja vastaa sopimukseen kuuluvan verkon päällysteiden pintakunnon ylläpidosta kaikkine siihen kuuluvine tehtävineen.

Urakoita muodostettaessa tulee pyrkiä sellaisiin urakkakokoihin ja -sisältöihin, jotka ovat tuotannon kannalta tehokkaita. Kestoltaan pidemmät kumppanuussopimukset tarjoavat mahdollisuuden valita toimenpiteet urakoitsijan ja tilaajan yhteistyönä.

Urakoiden sisällössä ja rahoituksen sitomisessa tulee jättää varaa kevätmittauksen perusteella ohjelmaan mukaan otettavien osuuksien toteuttamiseen. Samoin tulee varautua mahdolliseen kustannustason nousuun bitumin ja alustan kuumentamiseen käytettävän nestekaasun tai polttoöljyn osalta. Kohdekohtaisten kokonaishintojen lisäksi pyydetään yksikköhinnat mahdollisia määrämuutoksia ja lisätöitä varten.

6.1.1 Hankintaprosessi

ELY-keskusten kilpailutukset aikataulutetaan tasaisesti vuoden ensimmäiselle neljännekselle. Hankinnoissa noudatetaan Väyläviraston ylläpitämää hankinnan ohjeistusta ja käytetään sen mukaisia malliasiakirjoja. Tarjouspyyntöasiakirjoissa kuvataan päällystyskohteet sekä työmenetelmät ja/tai niillä haluttavat vaikutukset (kumppanuus- ja palvelusopimuksissa).

ELY-keskusten liikennevastuualueiden investointien ja kunnossapidon (sis. maanteiden talvi- ja kesähoito, päällysteiden korjaukset ja tiemerkinnät) hankinnat on keskitetty neljälle hankinta-alueelle. Hankinta-alueen projektipäällikkö valmistelee tarjouspyynnön ja kilpailuttaa päällystysurakan sähköisen kilpailutusjärjestelmän kautta.

Tarjousten perusteella valitaan urakoiden toteuttajat, joiden kanssa solmitaan urakkasopimukset. Urakoitsija toteuttaa solmitun urakkasopimuksen mukaisesti työkohdeluetteloiden osoittamat työt kaikkine niihin kuuluvine valmistelu- ja viimeistelytöineen sekä aine- ja tarvikehankintoineen siten, että lopputulos ja käytetyt materiaalit täyttävät niille asetetut vaatimukset.

Urakoiden seurannassa ja laadunvarmistuksessa voidaan käyttää laadunvalvontakonsultteja, joiden valintaprosessi ja sopimukset tulee hoitaa myös hyvissä ajoin. Kunnossapidon urakoiden seurantaan ja raportointiin käytetään Harja-järjestelmää.

6.1.2 Raportointi

Kohteen valmistumisen jälkeen urakoitsija ilmoittaa toteumatiedot (toimenpiteet ja materiaalit tierekisteriosoiteväleinä) tilaajalle Harja-järjestelmässä, josta ne siirtyvät YHA-järjestelmään toimenpiteiden vaikutusten arviointia ja seurantaa varten.

Kuluvan vuoden päällystysohjelmointiprosessi päättyy vuoden lopussa tehtävään kuntotilan raportointiin. Vuoden lopun raportissa ELY-keskus raportoi Väylävirastolle kuluneella päällystyskaudella tekemänsä korjaustoimenpiteet, niillä saavutetut muutokset kuntotilassa (huonokuntoisten päällysteiden määrän muutokset kilometreinä) sekä toimenpiteisiin käytetyn rahoituksen. Lisäksi raportoidaan investointikohteiden yhteydessä tehdyt päällystystoimenpiteet.

Lähdeluettelo

PANK - Päällystealan neuvottelukunta ry:n julkaisuja
- Asfalttinormit 2017 (painos 2), kesäkuu 2018, sisältäen korjauslehden pvm:ltä 4.3.2019.
- Melua vaimentavien päällysteiden hankintaopas (PANK ry).

RT – Rakennustieto Oy:n julkaisuja
- InfraRYL 2020, Osa 1 (Rakennustieto, päivittyvä internet-julkaisu).

SFS – Suomen standardisoimisliitto ry:n julkaisuja
- SFS-käsikirja 165-3 Asfalttimassat, Osa 3, Materiaalivaatimukset (Eurooppalaiset asfalttimassojen tuotestandardit SFS-EN 13108-sarja, osat 1–8 ja osat 20–21).
- SFS-EN 12271 Sirotepintaus (Eurooppalainen tuotestandardi).

Väyläviraston ohjeita

Liikenne ja turvallisuus tietyömaalla -sarjan julkaisut
- Liikenne tietyömaalla, Yleiset käytännöt ja turvallisuusvaatimukset, Liikenneviraston ohjeita 2/2015.
- Liikenne tietyömaalla, Päällystys- ja tiemerkintätyöt, Väyläviraston ohjeita 56/2020.
- Liikenne tietyömaalla, Kunnossapitotyöt, Väyläviraston ohjeita 15/2020.
- Sulku- ja varoituslaitteet, laatuvaatimukset ja käyttö, Liikenneviraston ohjeita 2/2018.
- Liikenne tietyömaalla, Tienpitoajoneuvot 30.12.2013, Liikenneviraston ohjeita 40/2013.

SILKO-Sillankorjausohjeet
- Työturvallisuus, Yleisohje, SILKO 1.111 (Liikennevirasto 4/2012).
- Ympäristönsuojelu, Yleisohje, SILKO 1.112 (Liikennevirasto 5/2011).
- Päällysteet, Yleisohje, SILKO 1.802 (Liikennevirasto 4/2014), uusittavana.
- Massaliikuntasauman korjaaminen, SILKO 1.701 (Väylävirasto 1/2020).
- Päällysteen ja betonirakenteen välisen sauman tiivistäminen, SILKO 2.732 (Liikennevirasto 3/2018).
- Asfalttipäällysteen uusiminen, SILKO 2.814 (Väylävirasto 6/2019).
- Puukannen päällystäminen, SILKO 2.815 (Tiehallinto 12/2009).
- Vedeneristyksen paikkaaminen, SILKO 2.831 (Liikennevirasto 3/2018).
- Päällysteen halkeaman sulkeminen, SILKO 2.832 (Väylävirasto 6/2019).
- Asfalttipäällysteen paikkaaminen, SILKO 2.833 (Väylävirasto 6/2019).
- Saumausmassat, SILKO 3.731 (Väylävirasto 6/2019).
- Eristysmastiksit ja sillan reunan tiivistysaineet, SILKO 3.814 (Liikennevirasto 3/2018).

Väyläviraston (Liikennevirasto, Tiehallinto, Tielaitos) ohjeita ja muita julkaisuja
- Päällystettyjen teiden korjauksen toimintalinjat, Väyläviraston ohjeita 10/2021.
- Päällystettyjen teiden kuivatuksen kunnossapidon toimintalinjat, Väyläviraston julkaisuja 16/2019.
- Maanteiden kuivatuksen kunnossapidon hallinta, Väyläviraston ohjeita 6/2019.
- Päällystettyjen teiden kuivatuspuutteiden kartoittaminen, Väyläviraston ohjeita 6/2021.
- Päällysteiden paikkaus, Väyläviraston ohjeita 27/2019.

- Uusien päällysteiden laadunosoitusmittaukset, Väyläviraston ohjeita 1/2022.
- Tierakenteen suunnittelu, Liikenneviraston ohjeita 38/2018.
- Rakenteen parantamisen suunnittelu (Tiehallinto 2005).
- Päällysrakenteen stabilointi – Suunnitteluvaiheen ohjaus (Tiehallinto 2007).
- Sillantarkastuskäsikirja, Liikenneviraston ohjeita 26/2013.
- Hoidon ja ylläpidon tuotekortit (Liikennevirasto, uusitaan vuosittain).
- Lentokoneiden varalaskupaikat (Liikennevirasto 2010).
- PAB-V-päällysteiden suunnittelu (Tielaitos 1997).
- Päällysteiden ylläpidon rahoitustarpeen optimointi, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 7/2011.
- Elinkaarikustannuslaskentoja ST-urakan arvonvähennysten määrittämiseksi, Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 25/2007.
- Pääteiden parantamisratkaisut. Häiriötilanteiden hallinta keskikaideteillä. Helsinki 2007. Tiehallinto, asiantuntijapalvelut. Tiehallinnon selvityksiä 2/2007.
- Asfaltin lisäaineiden ja lasikuituverkkojen koekohteiden seuranta 2015–2019, Väyläviraston julkaisuja 65/2020.
- Sitomattoman kantavan kerroksen murskeen laadun vaikutus tien vaurioitumiseen, Tiehallinnon selvityksiä 62/2003.
- Teräsverkkojen ja geovahvisteiden mitoittaminen erilaisissa vauriotilanteissa, Väyläviraston tutkimuksia 10/2019.
- Uusiopintausmenetelmien kestoikäanalyysit, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 39/2018.
- Käsikirja tien pinnan kunnon mittaamisesta, Tiehallinnon selvityksiä 21/2007.
- Päällysteen pituussuuntainen epätasaisuus, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 2/2017.

Muita julkaisuja

- Ympäristöriskien vähentäminen happamilla sulfaattimailla - Opas pohjaveden pinnan säätämiseksi, Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT Raportti 74/ 2013. Saatavissa: http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti74.pdf.
- Tutkimus asfalttipäällysteen uusiokäytöstä REMIX-tekniikalla / The research on the hot in-place recycling of asphalt pavements by the REMIX technique. Pellinen Terhi, Makowska Michalina. Aalto-yliopiston julkaisusarja, Tiede ja teknologia 3/2018.

Päällysteiden korjauksen kuntoluokitus ja kuntomuuttujien raja-arvot vuoden 2021 tilanteen mukaisena

Taulukko L1. Kuntoluokkien yleiset määritelmät.

Kuntoluokka	Kuntotilan kuvaus
5. Erittäin hyvä	Tie on uusi, juuri päällystetty tai muutoin erittäin hyvässä kunnossa suhteessa liikennemäärään ja nopeustasoon. **Korjaustarpeita ei ole.**
4. Hyvä	Tie on normaalisti kulunut, mutta hyvässä kunnossa suhteessa liikennemäärään ja nopeustasoon. **Korjaustarpeita ei ole.**
3. Tyydyttävä	Tiellä on jo epätasaisuutta tai vaurioita, mutta kunto on tyydyttävä suhteessa liikennemäärään ja nopeustasoon. **Huonokuntoisempien tiejaksojen yhteydessä näiden tiejaksojen korjaus on kuitenkin jo perusteltua.**
2. Huono	Tien pintakunto on liikennemäärä ja nopeustaso huomioon ottaen korjausta edellyttävässä kunnossa. **Korjaus kohdistetaan ensisijaisesti tämän kuntoluokan teille.**
1. Erittäin huono	Tie on erittäin epätasainen tai vaurioitunut ja suhteessa liikennemäärään ja nopeustasoon "hävettävän" huonossa kunnossa. **Päällyste on perusteltua korjata tai purkaa pikaisesti.**

Taulukko L2. Urasyvyyden (mm) raja-arvot eri kuntoluokille.

KVL (ajon./vrk)	Nopeus (km/h)	Kuntoluokka urasyvyyden (mm) perusteella				
		KL 5	KL 4	KL 3	KL 2	KL1
350 – 1 500	≤ 60	≤ 7	7,1–13	13,1–18	18,1–22	> 22
	60–80	≤ 7	7,1–12	12,1–16	16,1–21	> 21
	100	≤ 7	7,1–11	11,1–15	15,1–20	> 20
1 500 – 6 000	≤ 60	≤ 6	6,1–12	12,1–17	17,1–21	> 21
	60–80	≤ 6	6,1–11	11,1–15	15,1–20	> 20
	100	≤ 6	6,1–10	10,1–14	14,1–19	> 19
	120	≤ 6	6,1–9	9,1–14	14,1–18	> 18
> 6 000	≤ 60	≤ 5	5,1–11	11,1–17	17,1–20	> 20
	60–80	≤ 5	5,1–10	10,1–15	15,1–19	> 19
	100	≤ 5	5,1 – 9	9,1–14	14,1–18	> 18
	120	≤ 5	5,1 – 8	8,1–13	13,1–17	> 17

Taulukko L3. Päällystevaurioiden (m/100 m) raja-arvot eri kuntoluokille.

KVL (ajon./vrk)	Nopeus (km/h)	Kuntoluokka päällystevaurioiden (m/100 m) perusteella				
		KL 5	KL 4	KL 3	KL 2	KL1
< 350	≤ 60	0	1–45	46–80	81–90	91–100
	60–80	0	1–45	46–80	81–90	91–100
	100	0	1–45	46–80	81–90	91–100
350 – 1 500	≤ 60	0	1–45	46–80	81–90	91–100
	60–80	0	1–35	36–65	66–80	81–100
	100	0	1–35	36–65	66–80	81–100
1 500 – 6 000	≤ 60	0	1–35	36–65	66–80	81–100
	60–80	0	1–35	36–65	66–80	81–100
	100	0	1–35	36–65	66–80	81–100
	120	0	1–25	26–50	51–70	71–100
> 6 000	≤ 60	0	1–25	26–50	51–70	71–100
	60–80	0	1–25	26–50	51–70	71–100
	100	0	1–25	26–50	51–70	71–100
	120	0	1–25	26–50	51–70	71–100

Taulukko L4. Tasaisuuden (IRI) raja-arvot eri kuntoluokille.

KVL (ajon./vrk)	Nopeus (km/h)	Kuntoluokka tasaisuuden (IRI mm/m) perusteella				
		KL 5	KL 4	KL 3	KL 2	KL1
< 350	≤ 60	≤ 1,8	1,8–3,4	3,4–5,4	5,4–6,6	> 6,6
	60–80	≤ 1,6	1,6–2,8	2,8–4,6	4,6–5,8	> 5,8
	100	≤ 1,4	1,4–2,6	2,6–4,0	4,0–4,8	> 4,8
350 – 1 500	≤ 60	≤ 1,6	1,6–3,0	3,0–4,6	4,6 – 5,8	> 5,8
	60–80	≤ 1,4	1,4–2,4	2,4–3,8	3,8–5,0	> 5,0
	100	≤ 1,2	1,2–2,2	2,2–3,2	3,2–4,4	> 4,4
1 501 – 6 000	≤ 60	≤ 1,4	1,4–2,6	2,6 – 4,0	4,0 – 5,0	> 5,0
	60–80	≤ 1,2	1,2–2,2	2,2–3,2	3,2–4,2	> 4,2
	100	≤ 1,0	1,0 – 1,8	1,8–2,6	2,6 – 3,6	> 3,6
> 6 000	≤ 60	≤ 1,2	1,2–2,4	2,4–3,6	3,6–4,6	> 4,6
	60–80	≤ 1,2	1,2–2,0	2,0–2,8	2,8–3,8	> 3,8
	100	≤ 1,0	1,0–1,6	1,6–2,2	2,2–3,2	> 3,2
	120	≤ 1,0	1,0–1,4	1,4–1,8	1,8–2,8	> 2,8

Väylävirasto
Trafikledsverket

www.vayla.fi