



Tielaitos

Päällysteiden suunnittelu



Tietekniikka

Helsinki 1997

Tiehallinto
Tie- ja liikenne-
tekniikka

Päällysteiden suunnittelu

Tielaitos
Tiehallinto, tie- ja liikennetekniikka

Helsinki 1997

ISBN 951-726-372-4
TIEL 2140011
Oy Edita Ab
Helsinki 1998

Julkaisun kustannus ja myynti:
Tielaitos, hallintopalvelut,
painotuotemyynti
Telefax 0204 44 2202

Joutsenmerkin arvoinen paperi

Tielaitos
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puh. vaihde 0204 44 150



Tielaitos

MUU OHJAUS

23.12.1997

97/20/Ht1-177

277/96/20

Tiepiirit

Säädösperusta

TieL 117 §

Korvaa

Päällystesuunnittelu 1984
(TVH 742853)

Kohderyhmät

Tielaitos

Voimassa

22.12.1997 - TOISTAISEKSI

Asiasanat

Päällysteet, suunnittelu

PÄÄLLYSTEIDEN SUUNNITTELU

Julkaisu on tarkoitettu päällystesuunnittelijoiden apuvälineeksi.

Ohjeessa esitetään yleisimmät päällystetyypit ja päällystetyypin valintaan vaikuttavat tekijät. Työmenetelmät esitetään kuvien avulla ja työmenetelmän valintaperusteet annetaan erikseen moottoriteille, asfalttipäällysteille (AB-tiet) ja pehmeille asfalttipäällysteille (PAB-tiet).

PMS-järjestelmän käyttöä kuvataan yleisesti ja suositukset vaikuttaviksi toimenpiteiksi esitetään sekä AB- että PAB- tyyppisille toimenpiteille. Lyhyesti käsitellään päällystemassojen suhteitusta, jota varten tarkemmat ohjeet löytyvät Asfalttinormeista ja PANK-menetelmäohjeista.

Lisäksi esitetään rakenteenparantamismenetelmät ja perusteita menetelmän valintaa varten. Lopuksi annetaan ohjeet kustannusvertailun tekemisestä ja tehdään hintavertailua menetelmittäin vuosien 1996-97 yksikköhintojen perusteella.

Ohje ei riitä yksinään laatuvaatimuksiksi hankintoihin, joissa työn toteuttaja saa valita toimenpiteet urakkahinnasta sopimisen jälkeen.

Apulaisjohtaja
Tie- ja liikennetekniikka

Pauli Velhonoja

Diplomi-insinööri

Kari Lehtonen

LISÄTIETOJA

Mats Reihe puh. 0204 44 2170
Katri Eskola puh. 0204 44 2318
Tielaitos, Tie- ja liikennetekniikka

JAKELU/MYYNTI

Tielaitos, hallintopalvelut,
painotuotemyynti
Telefax 0204 44 2202

TIEDOKSI: Tiehallinto, keskushallinnon yksiköt
Tiepiirit, tienpidon teettämisyksiköt
Tuotannon päällystysyksikkö
Tuotannon konsultointi
- Geo
- Vienti

Tiepiirien kirjastot	2
Tielaitoksen kirjasto	2
Ilmailulaitos/rakennustoimisto	
VTT/YKI/väylät ja ympäristö + kirjasto	1+2
TKK/tielaboratorio + kirjasto,	1+2
TTKK/rakennusgeologian lab. + kirjasto	1+2
OY/tie-ja liikennetekniikan lab. + kirjasto,	1+2
Suomen kuntaliitto	

ALKUSANAT

Tie- ja vesirakennushallituksen kunnossapitotoimisto laati vuonna 1984 julkaisun "Päällystesuunnittelu 1984" (TVH 742853). Julkaisu oli 82-sivuinen kirjanen, joka vanhentuuessaan poistettiin käytöstä. Tiepiireihin vuonna 1995 tehdyn kyselyn tuloksena päätettiin perustaa työryhmä laatimaan vastaavanlainen, mutta nykykäytäntöön paremmin soveltuva suunnittelun apuväline.

Julkaisun on vuonna 1996 valmistellut työryhmä, jonka kokoonpano oli seuraava.

<i>Mikko Eerola</i>	Uudenmaan tiepiiri
<i>Jari Marjeta</i> (sihteeri)	Kehittämiskeskus
<i>Jorma Paananen</i>	Keski-Suomen tiepiiri
<i>Tapio Puttonen</i>	Keski-Suomen tiepiiri
<i>Mats Reihe</i> (puheenjohtaja)	Kehittämiskeskus
<i>Kalevi Rintamaa</i>	Turun tiepiiri
<i>Kalevi Toikkanen</i>	Kehittämiskeskus

Kalevi Toikkanen ja *Tapio Tölli* (Uudenmaan tiepiiri) ovat suunnitelleet luvun 3 kuvat. Tuomas Toivonen (Tienpidon suunnittelu) on kirjoittanut luvun 4.

Julkaisuluonnos oli koekäytössä vuonna 1997 ja se julkaistaan nyt päivitettyinä.

Helsingissä joulukuussa 1997

Tielaitos
Tie- ja liikennetekniikka

Sisältö

1 JOHDANTO	9
2 PÄÄLLYSTETYYPIN VALINTA	10
2.1 Päällystetyypit	10
2.2 Yleiset valintaperusteet	11
3 TYÖMENETELMÄN VALINTA	12
3.1 Työmenetelmät	12
3.1.1 Massatasaus ja laatta(TAS+LTA)	13
3.1.2 Massapintausta (MP)	14
3.1.3 Massapintausta kuumalle, kuumajyrsitylle alustalle (MPKJ)	15
3.1.4 Remix-menetelmät (REM, REM+)	16
3.1.5 ART-menetelmä	18
3.1.6 Kylmäjyrsintämenetelmät	19
3.1.7 REMO-menetelmä	20
3.1.8 Sirotepaikkaus (SIPA)	21
3.1.9 Karhinta ja massan lisäys (KAR+MP)	22
3.1.10 Urapaikkaus	23
3.2 Valintaperusteet moottoriteillä	24
3.3 Valintaperusteet AB-teillä	26
3.4 Valintaperusteet PAB-teillä	28
3.5 Valintaperusteet taajamissa	28
4 PMS-JÄRJESTELMÄ PÄÄLLYSTYSSUUNNITTELUSSA	30
4.1 PMS-järjestelmä yleisesti	30
4.2 Päällystysohjelman tekeminen PMS91 avulla	30
4.2.1 Syöttötietojen lukeminen	30
4.2.2 Tarkastelujaksojen muodostaminen	30
4.2.3 Toimenpiteet, niiden vaikutukset ja valintaehdot	31
4.2.4 Kohdesuunnittelu	31
4.3 Työryhmän suosittelemat "Vaikuttavat toimenpiteet"	31
4.3.1 AB-tyyppiset toimenpiteet	32
4.3.2 PAB-tyyppiset toimenpiteet	33

5 PÄÄLLYSTEMASSOJEN SUHTEITUS	34
5.1 Suhteitustavan valinta	34
5.2 Asfalttimassojen suhteitus	34
5.3 Uusioasfalttimassojen suhteitus	34
5.4 Pehmeiden asfalttimassojen suhteitus	35
5.5 REMIX-lisämassojen (lisämurskeen/sideaineen) suhteitus	35
5.6 Emulsiomassojen suhteitus	35
6 RAKENTEEN PARANTAMINEN	36
6.1 Kevyet menetelmät	36
6.1.1 Päällystemassoilla tehtävä rakenteen parantaminen	36
6.1.2 Rakenteen parantaminen ohuella lisämurskekerroksella	36
6.1.3 Rakenteen parantaminen stabiloimalla kantava kerros	36
6.1.3.1 Bitumistabilointi (BST)	37
6.1.3.2 Sementtistabilointi (SST)	37
6.1.3.3 Komposiittistabilointi (KOST)	37
6.1.3.4 Sekoitusjyrsintä	38
6.1.3.5 Masuunihiekkastabilointi (MHST)	38
6.1.3.6 Sekoitusmenetelmän valinta	38
6.2 Raskaat menetelmät	39
6.2.1 Tien uudelleenrakentaminen	39
6.2.2 Vahvisteverkkojen käyttö päällysteissä	39
6.2.3 Asfalttibetoni kantavassa kerroksessa (ABK)	39
6.3 Menetelmän valinta	40
7 KUSTANNUSVERTAILUN TEKEMINEN	41
8 HINTAVERTAILUA MENETELMITÄIN	42
9 KIRJALLISUUSVIITTEET	45
10 LIITTEET	46

1 JOHDANTO

Tämä julkaisu on koottu päällystysalan ammattilaisten toiveesta ja on tarkoitettu päällystesuunnittelun apuvälineeksi Tielaitoksen asiantuntijoille, päällystysohjelman tuottajille.

Julkaisuun on koottu toimenpidesuunnittelussa tarvittava tieto lyhyesti. Yksityiskohtaisemmat ohjeet löytyvät kirjallisuusviitteissä mainituista teoksista. Sisällössä keskitytään päällystysmenetelmien valintaan vaikuttaviin tekijöihin, kuten päällystämisen syihin ja kustannustekijöihin. Vähemmälle huomiolle jätetään itse päällystystekniikka ja -menetelmät. PMS-järjestelmää esitellään yleisesti ja hahmotetaan järjestelmän käyttöä Tielaitoksessa. Lisäksi on laadittu suosituksia PMS:än vaikuttaviksi toimenpiteiksi. Päällystystöiden yhteydessä käytettäviä rakenteen parantamismenetelmiä ja niiden valintakriteerejä on käsitelty lyhyesti.

Tekstissä on ennakoitu PAB-O (ÖS) -massatyyppin käytön lopettaminen ja korvautuminen ympäristöystävällisemmällä PAB-V-massatyyppillä.

Julkaisun ilmestyessä PMS-järjestelmää ollaan uudistamassa ja PMS91-ohjelman korvaava PMSpro on suunniteltu valmistuvaksi vuonna 1999.

2 PÄÄLLYSTETYYPIN VALINTA

Päällystetyypin valinnassa otetaan yleensä ensimmäisenä huomioon päällystyskohteen liikennemäärät. Vuosikustannukset ovat määräävässä asemassa tehtäessä lopullista valintaa eri päällysteiden välillä. Näiden tekijöiden lisäksi vaikuttavat päällystelajin valintaan mm. kiviaineksen saatavuus ja laatu sekä edellinen päällyste. Päällystystoimenpiteen valinta on esitetty kappaleessa 3 ja kustannustarkastelu kappaleessa 7.

2.1 Päällystetyypit /1,3/

- AA** Avoin asfaltti, josta valmistetussa päällysteessä toisiinsa yhteydessä olevat ilmahuokokset saavat aikaan vettä läpäisevän rakenteen.
- AB** Asfalttibetoni, jonka rakeisuuskäyrä on jatkuva ja jonka sideaineen tunkeuma 25 oC:ssa on alle 330 $_{1/10}$ mm.
- ABK** Kantavan kerroksen asfalttibetoni. Kuten AB, mutta rakeisuudeltaan karkeampaa sekä sideaine- ja hienoainespitoisuus pienempiä.
- ABS** Sidekerroksen asfalttibetoni. Kuten AB, mutta rakeisuudeltaan karkeampaa. Sideainepitoisuus ja sideaineen tunkeuma riittävän pieniä jäykän kerroksen aikaansaamiseksi.
- EA** Epäjatkua asfaltti, jonka rakeisuuskäyrä on epäjatkua välin 0,5 - 4 mm kiviaineksen puuttuessa lähes kokonaan.
- SMA** Kivimastiksiasfaltti, jonka pääosan muodostaa karkea, lähes tasarakeinen murskattu kiviaines. Tyhjätilan täyttää stabiloitu mastiksi.
- PAB-B** Pehmeä asfalttibetoni, jonka sideaineena on käytetty bitumia B330/430, B500/650 tai B650/900.
- PAB-V** Pehmeä asfalttibetoni, jonka sideaineena on käytetty bitumia V1500 tai V3000.
- VA** Valuasfaltti, jossa mastiksi täyttää kiviaineksen tyhjätilan ja tekee massasta kuumana valettavan.

Pintaukset

- SOP** Soratien pintausta. Sitomattomalle alustalle tai vanhalle SOP-pintaukselle sideaineella liimattu ohut murskekerros.
- SIP** Sirotepintausta. Päällysteen pinnalle sideaineella liimattu ohut murskekerros.

Tielaitoksen päällystystöissä on viime vuosina käytetty enimmäkseen asfalttibetonia (AB), pehmeää asfalttibetonia (PAB-B/V), kivimastiksiasfalttia (SMA) sekä soratien pintausta (SOP).

SOP-pintausta ei tässä julkaisussa käsitellä eikä luokitella päällysteeksi.

2.2 Yleiset valintaperusteet

Pääsääntöisesti päällystetyyppi valitaan liikennemäärän mukaan. Päällystetyyppi voidaan karkeasti määrittää oheisen taulukon perusteella.

Taulukko 1. Päällystetyypin karkea valinta liikennemäärän perusteella.

Liikennemäärä, KVL	Päällystetyyppi
0 ... 300	SOP
200 ... 1500	PAB-V
500 ... 2500	PAB-B
1000 ... 6000	AB
3000...	SMA, EA

Muita päällystetyypin valintaperusteita ovat esimerkiksi seuraavat:

- erikoistapauksissa (esim. puutteita vedeneristyksessä) voidaan siltapäällysteenä käyttää valuastalttia (VA) asfalttibetonin sijasta
- sirotepintausta (SIP) voidaan käyttää asfalttibetonin päällä päällysteen kitkan parantamiseksi
- avointa asfalttia (AA) käytetään melun vähentämiseksi ja veden poistamiseksi päällysteen pinnalta, soveltuu lähinnä kevyen liikenteen väylille
- epäjatkuvaa asfalttia (EA) käytetään kivimastikiasfaltin (SMA) rinnalla vilkasliikenteisillä teillä
- kivimastikiasfalttia (SMA) ei käytetä suoraan maabetonin päällä
- pehmeää asfalttibetonia PAB-O ei enää suositella käytettäväksi lainkaan ympäristösyistä (haihtuvat hiilivedyt), korvaava päällyste on PAB-V
- tiellä käytettävät ajonopeudet
- meluhaitat
- energian säästösyistä valitaan vaalea päällystekiviaines
- pohjaveden suojausalueilla voidaan vaatia normaalia parempi vesitiiviys ja halkeamien pysyvä korjaus.

PMS91 päällystystöiden hallintajärjestelmää käytetään tiepiireissä eri laajuudessa. Joissakin piireissä valintaehdoilla voidaan rajata miltei koko tulevan kauden päällysteohjelma. Joissakin piireissä PMS-järjestelmää käytetään ainoastaan karkeaan päällysteohjelman luomiseen ja varsinainen valinta tehdään "käsityönä". PMS-järjestelmää käsitellään lähemmin kappaleessa 4.

3 TYÖMENETELMÄN VALINTA

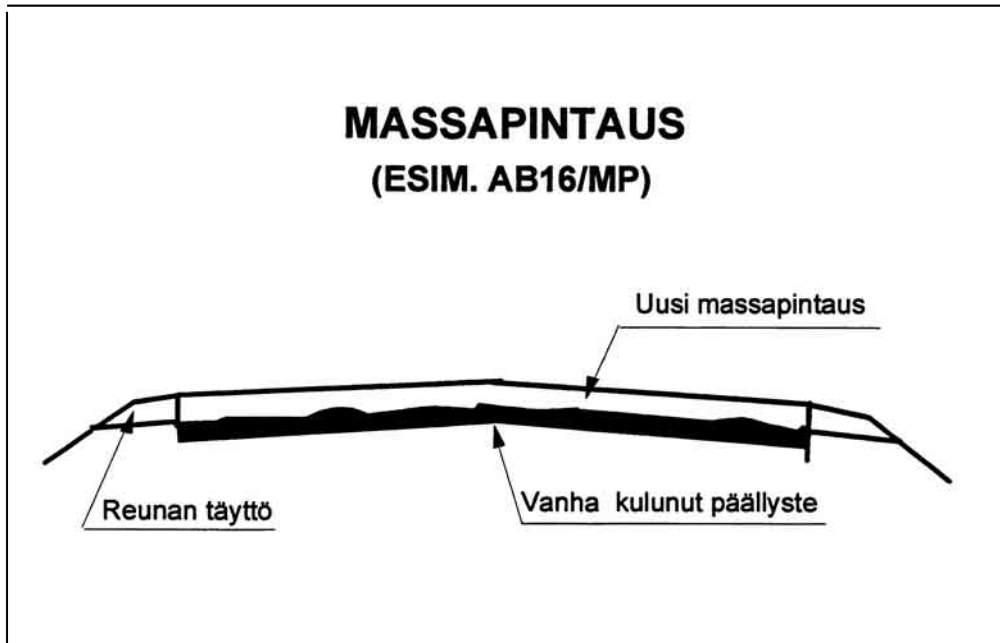
Taloudellisiin laskelmiin sisältyvien tekijöiden lisäksi työmenetelmän valintaan vaikuttavat mm. hankkeen niveltyminen muihin samalla kaudella toteutettaviin töihin, liikenneturvallisuus, ajomukavuus, saatavilla oleva kalusto, kaluston käyttömahdollisuudet, asiantuntemus ja ammattitaito.

3.1 Työmenetelmät /3/

LTA	Paksuudeltaan vakio laatta tasatulle alustalle
MP	Massapinta
MPK	Kuumennuspinta
MPKJ	Massapinta kuumalle, kuumajyrsitylle alustalle
REM	Remix-pinta
REM+	2-kerroksinen remix-pinta
REMO	Pehmeän asfalttibetonin PAB-V/O remix-pinta
ART	ART-pinta
NC	Novachip-massapinta
TAS	Massatasaus
TASK	Kuumennustasaus
HJYR	Hienojyrsintä
TJYR	Tasausjyrsintä
LJYR	Laatikkojyrsintä
RJYR	Reunajyrsintä
SIPA	Sirotepaikkaus
KAR	Karhintä
URAREM	Urien remix-pinta.

Seuraavassa on kuvattu tarkemmin joitakin yleisessä käytössä olevia työmenetelmiä ja niiden käyttökohteita.

3.1.2 Massapintausta (MP)

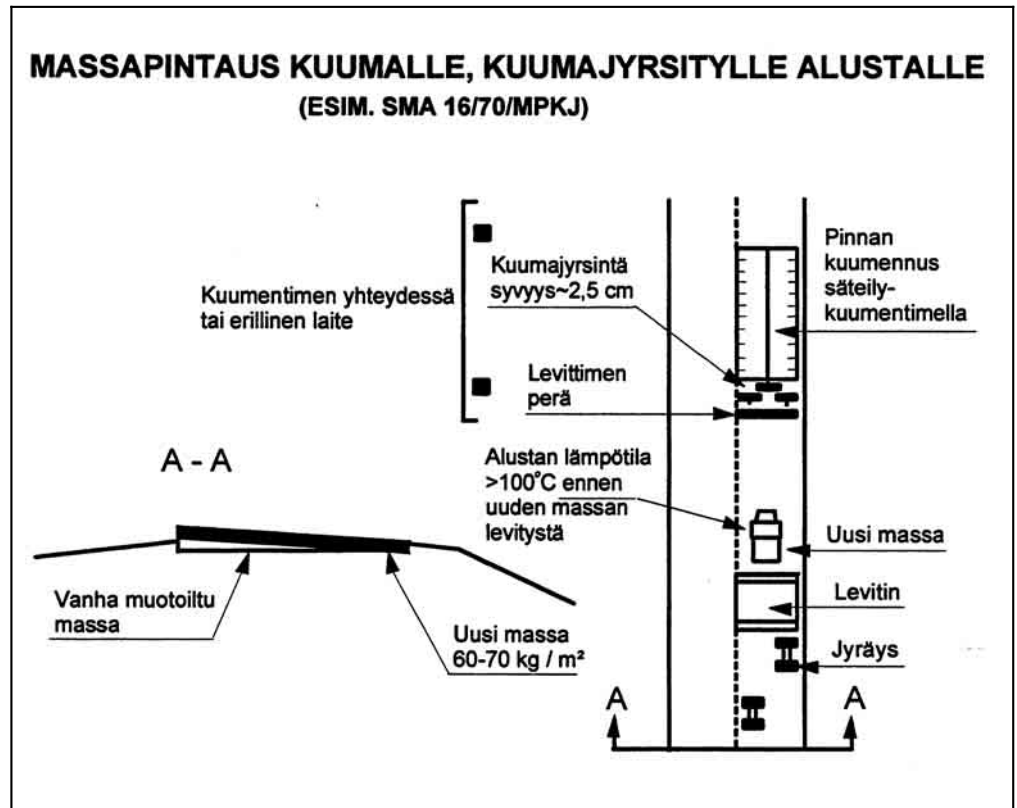


Kuva 2. Massapintausta.

Massapintausta on vaihtelevan paksuinen asfalttibetonista tai pehmeästä asfalttibetonista tasaamattomalle alustalle tehty päällyste. Mikäli urakkakohtaisissa suunnitelmissa ei ole toisin sanottu, liittyminen vanhaan päällysteeseen tehdään puskusaumana jyrsimällä vanha päällyste riittävän pitkältä matkalta (n. 6 - 10 m). Liittymäkohtaan ei saa muodostua epätasaisuutta. Alusta on puhdistettava, paikattava ja liima levitettävä suunnitelman mukaisesti. Mahdolliset reiät alustassa on täytettävä käsityönä ennen massan levitystä. Massapintausta laatuvaatimukset ovat samat kuin vastaavalla asfalttibetonilaatalla. Massapintausta yksikköhintana käytetään mk/t.

Massapintausta käytetään tien poikkisuuntaisen epätasaisuuden eli uraisuuden poistamiseen riittävän kuormituskestävyyden omaavilla teillä. Paikoittaiset kantavuuspuutteet on korjattava erikseen. Urien heijastumista uuden päällysteen pintaan voidaan ehkäistä käyttämällä profilointia levitystyössä.

3.1.3 Massapintausta kuumalle, kuumajyritylle alustalle (MPKJ)

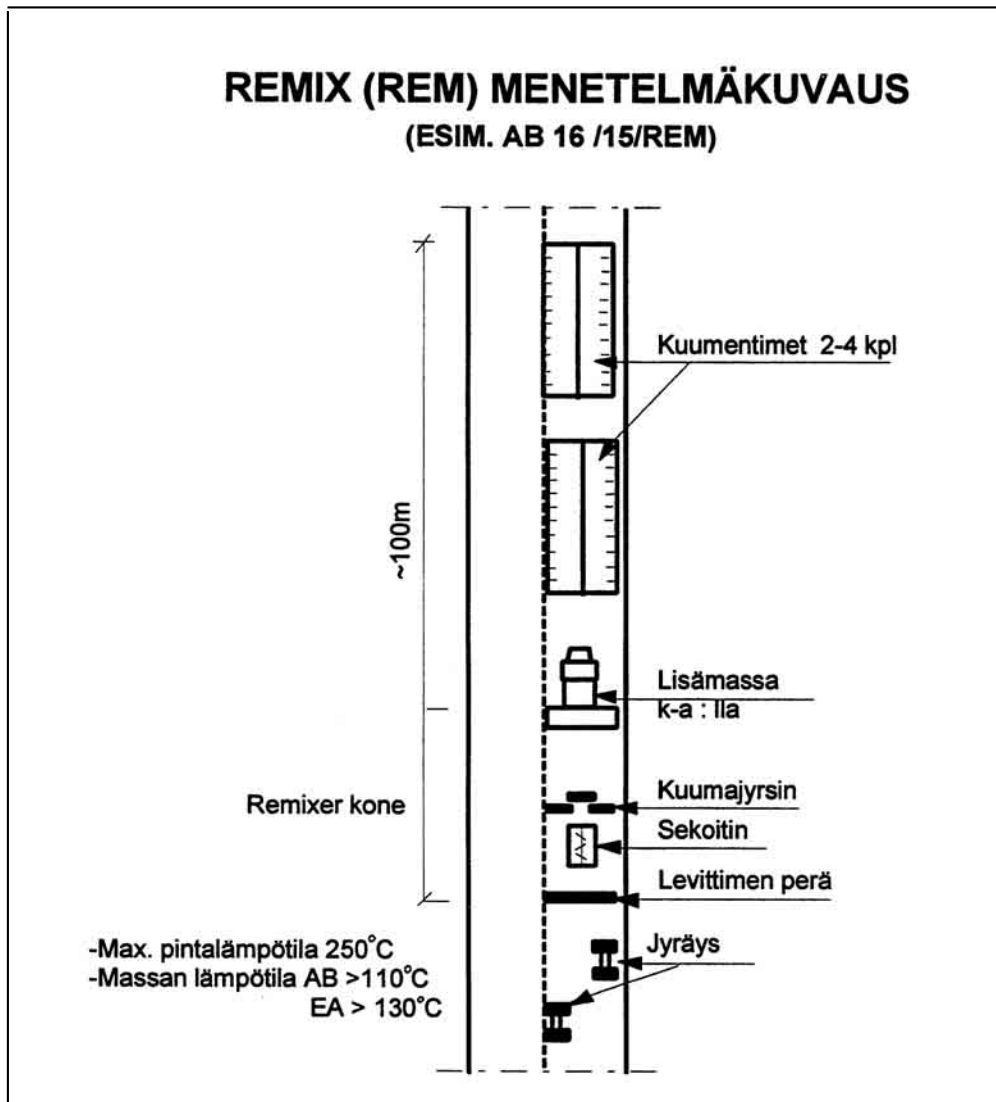


Kuva 3. Massapintausta kuumalle, kuumajyritylle alustalle.

Massapintausta kuumalle, kuumajyritylle alustalle on menetelmä, jossa urautunut päällyste kuumajyräntään urien pohjan tasoon ja alusta tasataan jyrityllä massalla. Jyritytty massa voidaan tiivistää esim. kumipyöräjyrällä riittävän tiiviiksi jälkitiivistymisen välttämiseksi. Samalla korjataan alustan muoto (lähinnä sivukaltevuus) mahdollisuuksien mukaan. Tasatulle ja tiivistetylle kuumalle alustalle levitetään välittömästi suunnitelman mukainen uusi päällyste. Alustan lämpötilan tulee olla vähintään 100 °C ennen uuden päällystemasnan levitystä. Yksikköhintana käytetään mk/m².

Menetelmä soveltuu uraisuuden poistamiseen riittävän kuormituskestävyyden omaavilla teillä (kuten MP). Menetelmällä voidaan korjata päällysteen sivukaltevuutta. Pientareet ja pienalueet voidaan suoralla tieosalla tällä menetelmällä jättää käsittelemättä. Ulkokaarteissa massapintausta on tarvittaessa ulotettava pientareelle saakka.

3.1.4 Remix-menetelmät (REM, REM+)



Kuva 4. Remix- menetelmäkuvaus.

REMIX-pintausta (REM) on menetelmä, jossa vanha asfalttipäällyste kuumennetaan tiellä kulkevilla kuumentimilla, jyrksitään irti, sekoitetaan uuden massan kanssa ja levitetään takaisin tielle.

Vanhan asfalttipäällysteen kuumennus on tehtävä tasaisesti siten, että alustan pintalämpötila kuumentimien jälkeen on $< 250\text{ °C}$. Lisämassana käytetään vastaavaa tai laadukkaampaa massaa kuin käsiteltävä massa. Lisämassan menekki on yleensä $10 - 20\text{ kg/m}^2$. Jyrksinrouhe elvytetään joko mäntyöljyypillä (MÖP), bitumilla B 650/900 tai tästä tehdyllä emulsiolla. Massaseos levitetään ja tiivistetään normaalisti. AB -päällysteen pintalämpötilan levittimen jälkeen on oltava $\geq 110\text{ °C}$. EA- ja SMA -päällysteen pintalämpötilan levittimen jälkeen on oltava $\geq 130\text{ °C}$. Yksikköhintana käytetään mk/m^2 .

Remix-menetelmä on vakiintunut yleiseen käyttöön päällysteen kunnostuksessa. Se sopii kaikille teille, joilla on vähintään kaksi päällystekerrosta. Kantavuuspuutteita tai suuria epätasaisuuksia ei saa olla. Menetelmällä voidaan kunnostaa kulunut päällystekaista koskematta muihin poikkileikkauksen osiin.

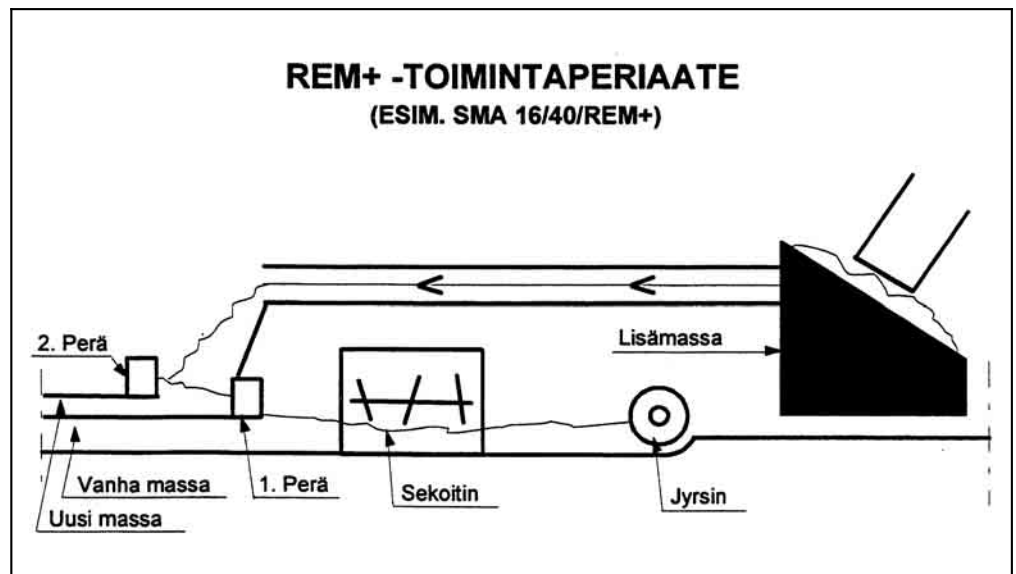
Pitkä työskentelyalue ja kuumentimien käyttö rajoittavat menetelmän käyttöä taajamissa. Pitkärunkoinen remixer-kone tasaa jonkin verran myös pitkittäisiä epätasaisuuksia. Kuumentimien käyttö mahdollistaa työskentelyn myös kylmemmillä ilmoilla ja pienellä sateella. Jatkuva prosessi korjaa vanhan pinnan lajittumia. Lisämurskeen tarve on vähäinen massapintaukseen verrattuna. Remix-pintauksella päällyste voidaan nykyisen tiedon mukaan kunnostaa ainakin kaksi kertaa peräkkäin samassa kohteessa.

Remix-pintauksen tulee täyttää vastaavan asfalttityypin laatuvaatimukset.

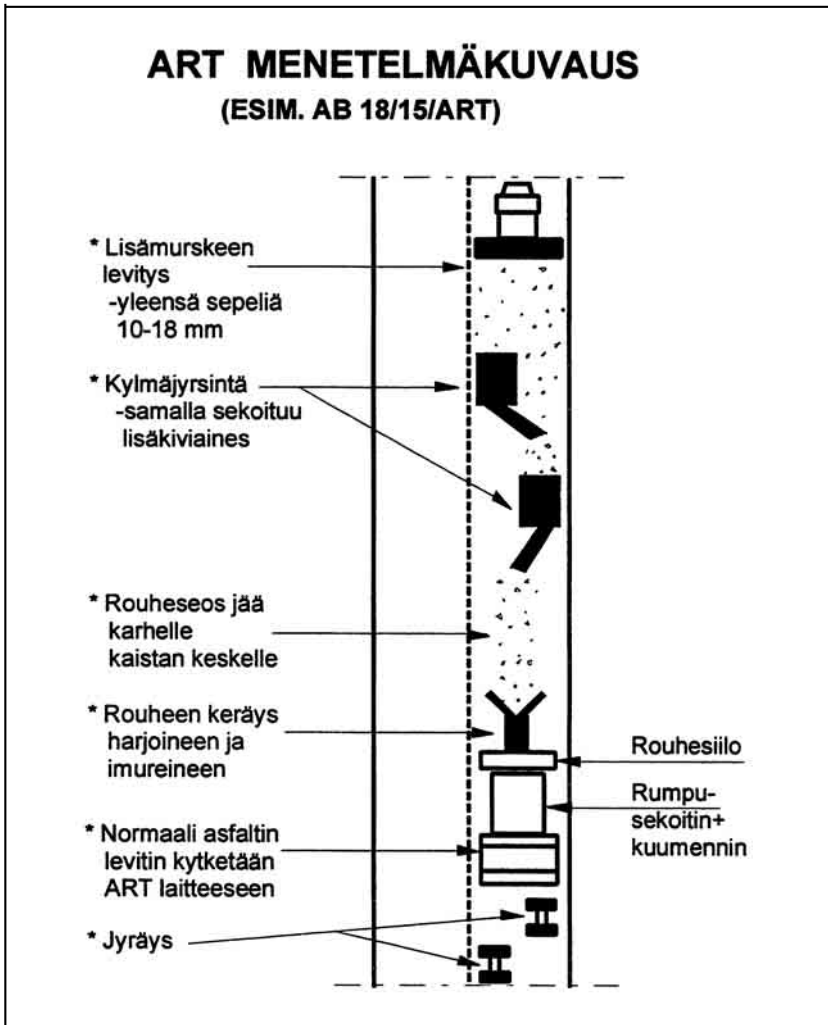
REMIX+ -pintausta (REM+) tehdään kaksoisperällä ("tuplaperä") varustetulla remixer-kalustolla, jolla lisämassa levitetään kahtena kerroksena (uusiomassa alle ja lisämassa päälle). Lisämassana käytetään tällöin mahdollisimman hyvälaatuisesta kivistä tehtyä asfalttimassaa, jonka menekki on yleensä 30 - 40 kg/m². Uuden päällysteen yksikköhintana käytetään mk/m².

Menetelmä soveltuu vilkasiikenteisille teille, samoihin kohteisiin kuin REM-menetelmä, mutta se mahdollistaa kulutusta kestävämpää pintalaatan tekemisen.

Kuva 5. Remix + -menetelmän toimintaperiaate.



3.1.5 ART-menetelmä



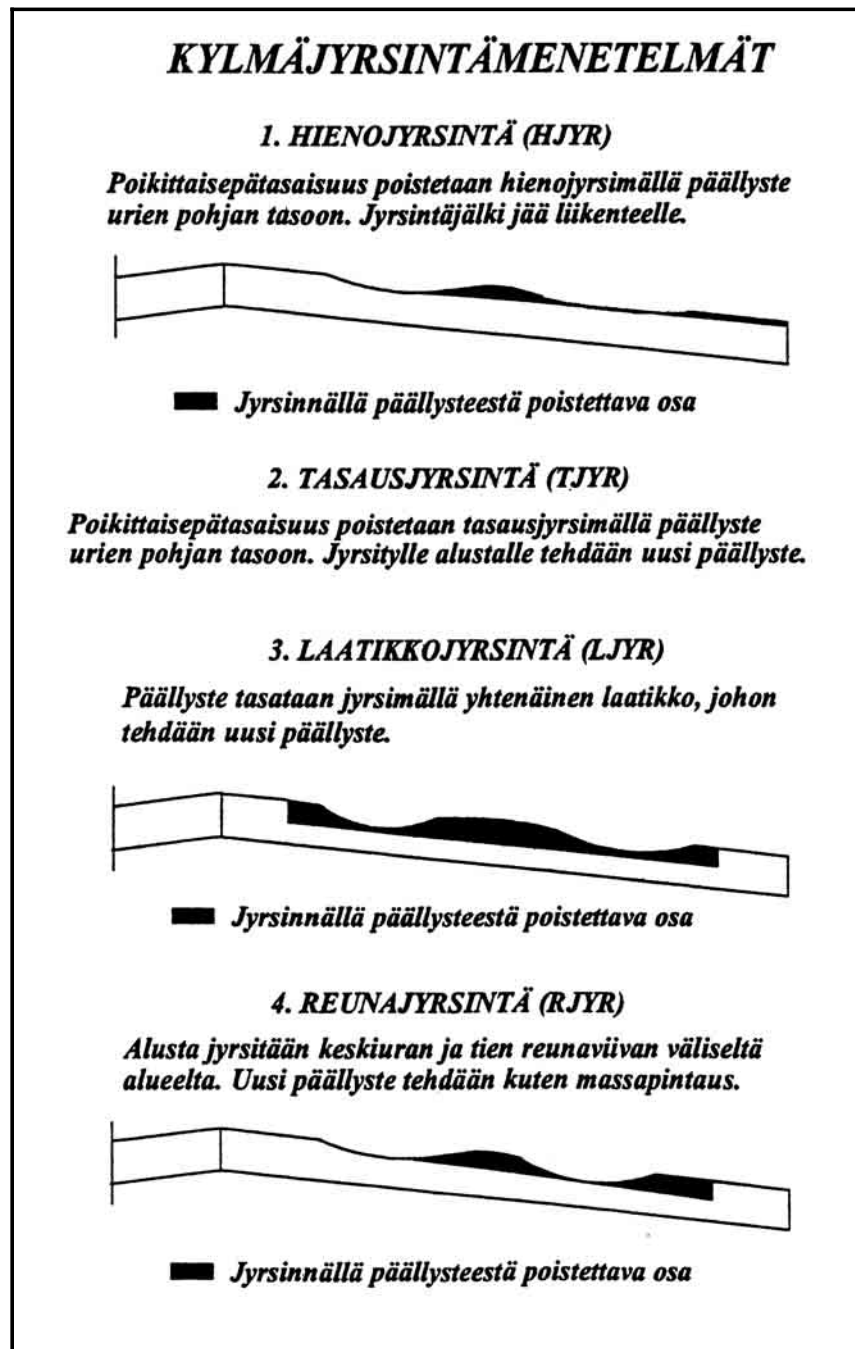
Kuva 6. ART-pintausten menetelmäkuvaus.

ART-pintausta (Asphalt Recycling Travelplant) on tiellä tapahtuva uusiopäällysteen valmistusmenetelmä. Vanhalle päällysteelle levitetään karkeaa kiviainesta 10 - 20 kg/m² tasaiseksi matoksi. Sen jälkeen päällyste kylmäjyrsintään haluttuun leveyteen ja syvyyteen siten, että lisäkiviaineksen ja jyrsintärouheen sekoitus jää tasaiseksi nauhaksi keskelle päällystyskaistaa.

ART-kalustolla kiviaineksen ja rouheen seos kerätään välisiilon kautta kuumennusrumpuun, jossa siihen lisätään bitumi ja massa sekoitetaan. Liimaus tehdään kalustoon kuuluvalla rampilla juuri ennen levitystä. Uusiomassan levitys ja tiivistys tehdään normaaliin tapaan. Yksikköhintana käytetään mk/m².

ART-menetelmä soveltuu hyvin normaaleille AB-päällysteille ja se mahdollistaa poikkileikkauksen osittaisen käsittelyn Remix-menetelmän tapaan. Jatkuvana prosessina se myös korjaa vanhan päällysteen lajittumia. Haittana on kiviaineksen hienoneminen kylmäjyrsinnässä, mitä kylläkin voidaan kompensoida karkean lisämurskeen käytöllä.

3.1.6 Kylmäjyrsintämenetelmät



Kuva 7. Kylmäjyrsintämenetelmät.

Kylmäjyrsintämenetelmien yksikköhintana käytetään mk/m^2 .

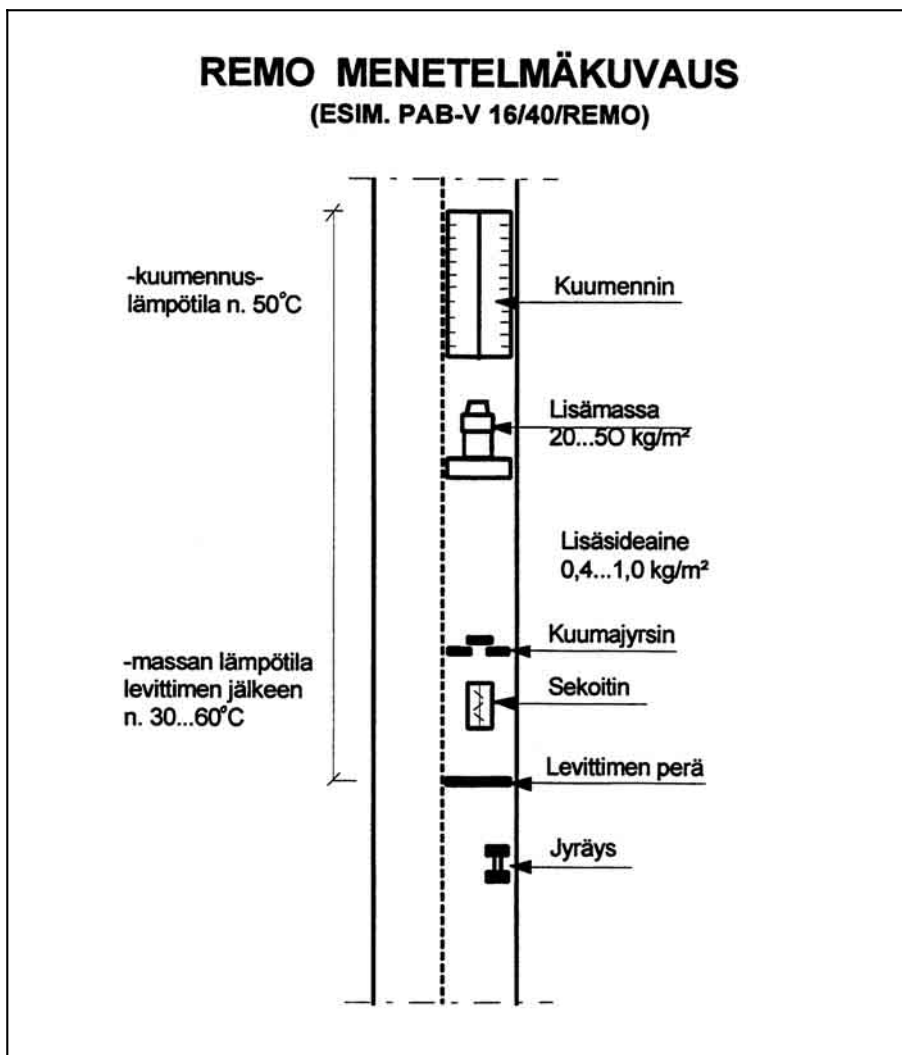
1. Hienojyrsinnässä (HJYR) urautuneen päällysteen poikittaisepätasaisuus poistetaan jyrsimällä päällyste urien pohjan tasoon. Jyrsintäjäljen on oltava ehjä, suora (liikenteen suuntainen) ja niin tasainen, että jyrsitty päällyste on liikennekelppoinen ilman uuden massan lisäystä.

2. Tasausjyrsinnässä (TJYR) urautuneen päällysteen poikittaisepätasaisuus poistetaan jyrsimällä päällyste urien pohjan tasoon kuten hienojyrsinnässä. Jyrsintäjäljelle ei aseteta yhtä tiukkoja vaatimuksia kuin hienojyrsinnässä, koska tasatulle alustalle tehdään jyrsinnän jälkeen suunniteltu päällystelaatta.

3. Laatikkojyrsinnässä (LJYR) päällysteen alusta tasataan jyrsimällä ajo-kaistalle yhtenäinen laatikko, jonka syvyys määräytyy uuden päällystemasan maksimiraekoon tai urien pohjan tason perusteella. Laatikoon levitetään suunnitelman mukainen uusi päällyste.

4. Reunajyrsinnällä (RJYR) voidaan lisätä päällysteen sivukaltevuutta suorilla tieosuuksilla. Menetelmässä päällysteen alusta jyrsitään keskiuran ja tien reunaviivan väliseltä alueelta. Käsitelty alusta päällystetään massapintauksen tapaan.

3.1.7 REMO -menetelmä



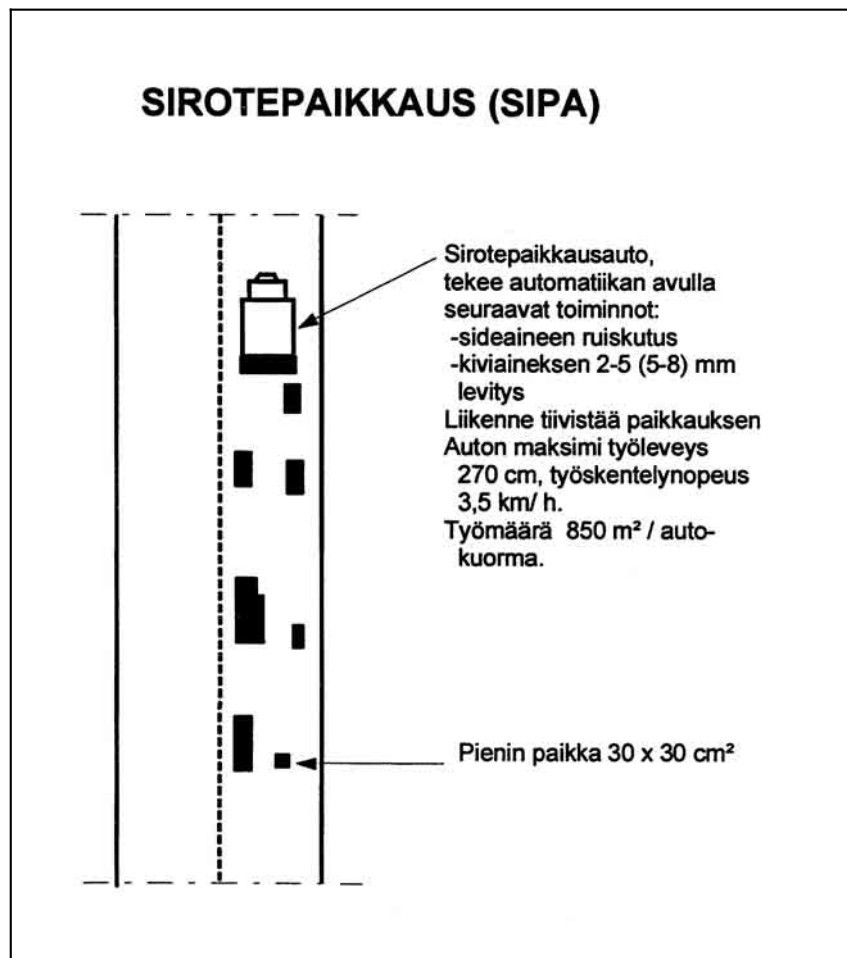
Kuva 8. REMO-menetelmäkuvaus.

REMO-menetelmässä vanha PAB-O/V -päällyste kuumennetaan, jyrsitään, sekoitetaan uuden massan kanssa ja levitetään takaisin tielle.

Vanha päällyste kuumennetaan noin 50 °C lämpötilaan ja jyrsitään irti. Jyr-
sinnässä on varottava, ettei sitomatonta kerrosta nouse haitallisessa määrin
massan sekaan. Ennakkoon tasataan tiellä olevat painumat. Jyrsitettiin mas-
saan lisätään suunnitelman mukaisesti sideainetta (yleensä 0,4 ... 1,0 kg/m²
pehmeää bitumia V1500). Jyrsitetty massa siirretään sekoittimeen, jossa se
sekoitetaan uuden massan ja lisätyn sideaineen (elvytin) kanssa. Lisämas-
san menekki on yleensä 20... 50 kg/m². Massaseos levitetään ja tiivistetään
normaalisti. Massan lämpötilan levittimen jälkeen on oltava ≥ 30 %. Uuden
päällysteen yksikköhintana käytetään mk/m².

REMO-pintausta on vakiintunut käyttöön pehmeiden asfalttien kunnostukses-
sa. Menetelmän etu perinteiseen karhintaan ja massan lisäykseen verrattu-
na on säästö lisättävän massan määrässä, kuten kaikissa vanhaa päällyst-
että hyödyntävissä menetelmissä.

3.1.8 Sirotepaikkaus (SIPA)

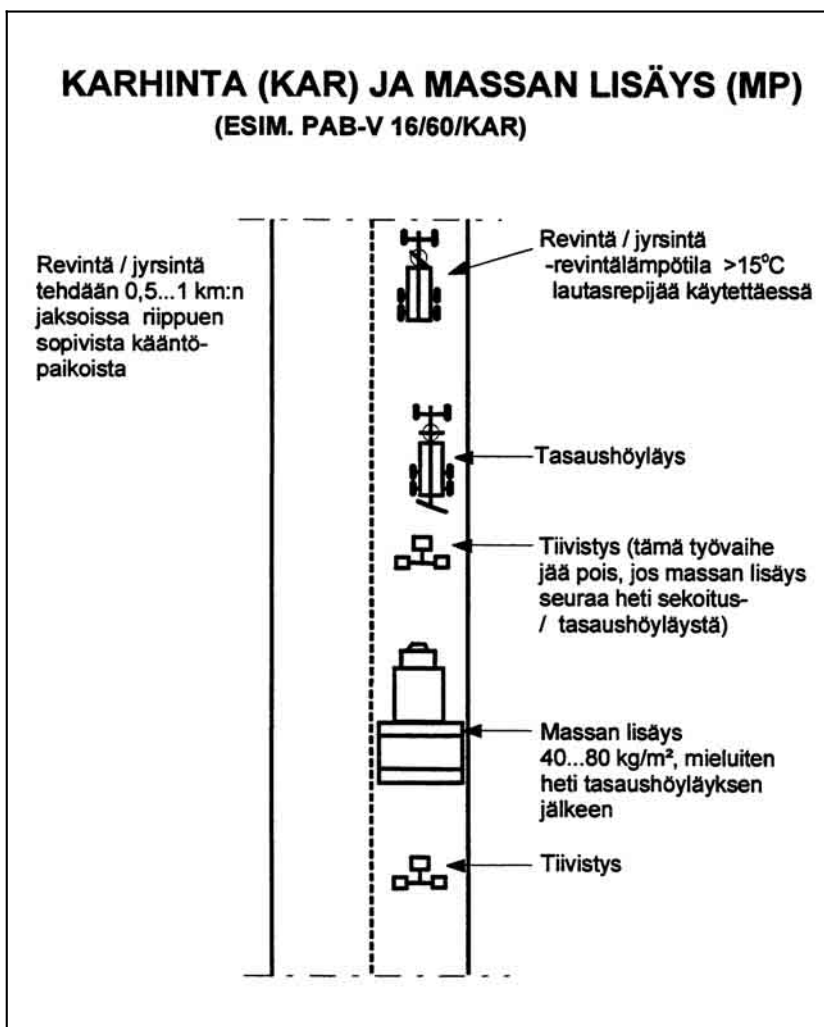


Kuva 9. Sirotepaikkaus.

SIPA on koneellinen, automatiikalla toimiva paikkausmenetelmä. Sirotepaikkausta käytetään, kun vanha päällyste on osittain purkautunut tai lajittunut. Päällysteestä korjataan vain ne kohdat, jotka ovat korjauksen tarpeessa. Vaurioituneen päällysteen reiät paikataan hienorakeisella massalla. Vaurio-kohtiin liimataan murskekerros. Yksikköhintana käytetään mk/m^2 .

Menetelmä on hyvä päällystelajittumien korjausmenetelmä. Lopputulos on siisti, paikatu kohdat ovat tasaisia, eivätkä ne tunnu autolla yli ajettaessa.

3.1.9 Karhinta ja massan lisäys (KAR + MP)



Kuva 10. Karhinta ja massan lisäys.

Karhintaa ja massanlisäystä (KAR + MP) käytetään vanhojen PAB-O-teiden korjaukseen. Vanha päällyste karhitaan tiehöylään kiinnitetyllä repimis-/jysintälaitteella, tappiterällä tai erillisellä jysimellä. Karhintatyön yksikköhintana käytetään mk/m^2 ja massapintauksen yksikköhintana mk/t .

Karhintatyötä (revintää tai jyrshintää) saa tehdä vain kuivalla ilmalla. Tarvittaessa paakkujen välttämiseksi pinta voidaan lämmittää. Karhintaa ei saa tehdä siten, että alla oleva murske sekoittuu rikottavaan päällystemassaan. Karhinnan jälkeen alusta muotoillaan oikeaan muotoon (riittävä sivukaltevuus) ja tasataan. Tasatulle alustalle lisätään uusi massa ja päällyste tiivistetään.

3.1.10 Urapaikkaus

Urapaikkausta käytetään kunnostuksen siirtämiseen muutamalla vuodella eteenpäin teillä, joilla on syvät ja kapeat kulumisurat. Menetelmää voidaan käyttää myös korjaus- ja ennaltaehkäisytoimenpiteenä kohteissa joissa raideuriin aikaa muodostua reikiä tai kun urat muodostuvat liikenneturvallisuuden kannalta vaarallisiksi. Urapaikkaus voidaan tehdä valuasfaltilla tai asfalttikonilla. Urautunut päällyste voidaan kunnostaa myös URAREM-menetelmällä, jolloin vain urat käsitellään erityisellä uraremixer-laitteella. Yksikköhintana käytetään yleensä mk/m².

3.2 Valintaperusteet moottoriteillä

Moottoriteiden päällystysmenetelmien valintaan vaikuttavat päällysteen uusimisen syy, kohteen pituus, päällystettävä kaista, vanhan päällysteen kiviaines sekä edellinen käytetty päällystysmenetelmä (ketjuajattelu). Päällysteen yleisin uusimisen syy on urautuminen. Päällystämispäätökseen vaikuttaa lisäksi urautumisen kanssa yhdessä todettu purkautuminen, painumat tai päällysteen vanheneminen. Lisäksi on otettava huomioon mahdollinen tarve korjata tien profiilia.

Urautuminen

Päällysteen kulumisesta aiheutuva urautuminen on parhaiten todettavissa PTM-auton uramittaustulosten perusteella. Päällystettävän kohdan tarkka paikantaminen on syytä tehdä paikalla tehdyillä mittauksilla esim. oikolaudalla. Urautumista on syytä tarkastella myös deformatumisesta johtuvana.

Purkautuminen

Päällysteen purkautuminen on useimmiten edellisen päällystyksen yhteydessä tehdyn työvirheen seuraus. Purkaumat todetaan tien päällä silmämääräisellä tarkastelulla.

Painumat, vanheneminen ja profiilin korjaukset

Painumat ja profiilin korjaukset todetaan tien päällä silmämääräisesti tai tapaukseen soveltuvia mittausmenetelmiä hyväksi käyttäen (esim. vaaitus ja GPS). Päällysteen vanheneminen on todettavissa silmämääräisesti tai tutkimalla poranäytteistä uutetun bitumin kovuus. Saatua tietoa käytetään hyväksi uusiopäällysteen suhteituksessa.

Korjausmenetelmät

Päällysteen korjausmenetelmät voidaan jakaa karkeasti kaistakohtaisiin ja ajoratakohtaisiin menetelmiin. Päämenetelmät ovat kaistakohtaisia.

Kaistakohtaisia menetelmiä ovat laatikkojyrsintä + laatikon lämmitys + laatta 75 - 100 kg/m², REMIX/ART-pintausta tai hienojyrsintä. Menetelmäsuunnittelun lähtökohtana ja tavoitteena on, että päällystyskauden välissä ei jouduta käyttämään päällystys- tai paikkausmenetelmiä. Mikäli kuitenkin lyhyitä urautumisia joudutaan korjaamaan, niin kyseeseen tulee URAREM tai hätätapauksessa jopa valuasfaltti. Purkaumia voidaan sitoa sirotepaikkauksen (SIPA) avulla, jolloin saadaan kaistan varsinaista päällystysajankohtaa siirrettyä. Pienet reiät voidaan täyttää ensin hienolla massalla, minkä jälkeen pinnan voi sirotepaikata.

Ajoratakohtaisia menetelmiä ovat massatasaus + laatta 75 - 100 kg/m², taseusjyrsintä sekä taseus + laatta 75 - 100 kg/m² tai hienojyrsintä.

Taulukko 2. Työmenetelmän valinta moottoriteillä.

PÄÄLLYSTÄMISSYY/ KOHTIEN OMINAISUUS	1. MENETELMÄ- VAIHTOEHTO	2. MENETELMÄ- VAIHTOEHTO	3. MENETELMÄ- VAIHTOEHTO	HUOM !
Urautuminen / Hyvä kivi	REM/ART			Ketju/ 1. REM/ART (1-3 kertaa) 2. HJYR 3. LJYR + LÄMMITYS + LTA
Urautuminen / Huono kivi	LJYR + LÄMMITYS + LTA			Ketju/ 1. REM/ART 2. HJYR 3. LJYR + LÄMMITYS + LTA
Urautuminen/ Lyhyt kohde < 1 km	URAREM	LJYR + LÄMMITYS + LTA	REM/ART/ VA-PAIKKAUS	
Urautuminen + purkauma / Hyvä kivi	REM/ART	LJYR + LÄMMITYS • LTA		
Urautuminen + painuma	TAS + LTA	TAS + REM/ART		Pientareiden kunto tarkastettava
Urautuminen + profiili	TJYR + LTA	TAS + LTA		Pientareiden kunto tarkastettava
Purkauma / Hyvä kivi	REM/ART	LJYR + LÄMMITYS + LTA	SIPA/ VA-PAIKKAUS	
Vanheneminen	LJYR + LÄMMITYS + LTA			

3.3 Valintaperusteet AB-teillä

Työmenetelmän valintaan AB-teillä vaikuttavat pääosin samat perusteet kuin moottoriteillä. AB-teillä päällysteen kunnostusmenetelmät jaetaan yleisesti kolmeen eri luokkaan: (1) ohuet päällystysmenetelmät, (2) paksut päällystysmenetelmät ja (3) yksittäisten vaurioiden korjausmenetelmät.

Ohuita päällystysmenetelmiä ovat erilaiset remix-käsittelyt, ohuet laatat (MPKJ), jyrsinät sekä muut vähemmän käytetyt menetelmät kuten esim. NOVACHIP.

Paksuihin päällystysmenetelmiin voidaan lukea laattavahvuudeltaan yli 80 kg/m² päällysteet sekä menetelmät, joita voidaan seuraavalla kunnostuskerralla käsitellä esim. hienojyrsinällä (HJYR) tai remix-käsittelyllä.

Yksittäisten vaurioiden korjauksessa käytettävät yleisimmät tavat ovat SIPA, URAREM sekä erilaiset massa- ja VA-paikkaukset. Korjaustapa tulee aina valita kohdekohtaisesti vauriotyyppin ja -asteen mukaan.

Päällysteen kunnostuksen ja uusimisen yhteydessä tarkastellaan yleensä ns. ketjutusmahdollisuutta. Esimerkiksi,

- (1) Ensimmäisellä päällystyskerralla tie päällystetään vakiopaksuisella laattalla (LTA).
- (2) Toisella päällystyskerralla tielle tehdään remix-käsittely (voidaan tehdä ainakin 2 kertaa peräkkäin).
- (3) Kolmannella kerralla tiellä tehdään hienojyrshintä (HJYR). Tämän jälkeen ketju alkaa taas alusta.

Ketjutusmahdollisuutta mietittäessä on samalla tarkasteltava myös pientareiden (leveä tie) ja risteysalueiden (liittymien) kuntoa sekä tien poikittaisprofiilia, joka tulisi säilyttää alkuperäisessä muodossaan.

Taulukko 3. Kunnostusmenetelmien kokemukseräisen kestoiän karkea vertailu vakiopaksuiseen AB-laattaan.

Kunnostusmenetelmä	Kestoiä % verrattuna uuteen AS-laattaan
HJYR	70-100%
REM/ART	~100%
NOVACHIP	100%
URAREM	30-50%
MPKJ	100%

Taulukko 4. Työmenetelmän valinta AB-teillä

PÄÄLLYSTÄMISSYY	1. MENETELMÄ VAIHTOEHTO	2. MENETELMÄ VAIHTOEHTO	3. MENETELMÄ VAIHTOEHTO	HUOM!
Päällysteen osittainen urautuminen	URAREM	HJYR (riittävä kantav)	MP-paikkaus (kun kantav. puute) tai VA-paikkaus	Menetelmävaihtoehdoissa 2 ja 3 otettava huomioon kantavuus
Urautunut päällyste	REM/ART/ HJYR	MPKJ	MP/LTA	HJYR-, jos ei kantavuuspuutteita eikä muita vaurioita
Urautunut ja päällystämöisvirheistä vaurioitunut päällyste	MPKJ	MP/LTA + LJYR (Jos riitt. leveä tie)	LTA	LJYR ja LTA:n yhteydessä voidaan käyttää alustan lämmitystä => ohuempi laatta
Urautunut ja vaurioitunut päällyste	TAS + LTA			TAS-työn yhteydessä otetaan huomioon kantavuuspuutteet
Lajittumakohdista purkautunut tai reikiintynyt päällyste	SIPA	VA-paikkaus	MP-paikkaus	Päällysteen korjaustapa valitaan vaurioasteen perusteella
Reunapainumat + vaurioitunut päällyste	TAS + LTA	TAS LTA +osittainen massanvaihto)	RP + LTA	RP = rakenteen parantaminen
Routiva ja pahoin vaurioitunut päällyste	RP + LTA	MP-paikkaus		RP = rakenteen parantaminen

3.4 Valintaperusteet PAB-teillä

Päällystysmenetelmän valintaan PAB-teillä vaikuttaa pääasiassa tien keski-
vuorokausiliikenne (KVL). Myös muut tekijät, kuten tien geometria ja kanta-
vuus tulee ottaa huomioon.

PAB-O, PAB-V ja PAB-B -päällysteisten teiden korjauksessa yleisim- min käytetyt menetelmät ovat

PAB-B -uusi pinta. PAB-B-päällystettä käytetään vanhan päällysteen kun-
nostuksessa sekä uutta päällystettä tehtäessä silloin, kun tien KVL on 500 -
2500. Päällystettävällä tiellä tulee tällöin olla riittävä kantavuus.

PAB-V -uusi pinta. PAB-V-päällystettä käytetään vanhan päällysteen kun-
nostuksessa sekä uutta päällystettä tehtäessä silloin, kun KVL on 200 -
1500. Päällystettä voidaan käyttää myös vilkkaammin liikennöidyillä teillä,
jos tien kantavuus on huono eikä siihen ole mahdollisuutta tehdä kantavuu-
den parantamistoimenpiteitä. Päällyste on joustava ja se sallii enemmän
alustan muodonmuutoksia kuin PAB-B -päällyste.

KARHINTA (KAR). Karhinta-menetelmää käytetään vanhoilla PAB-O/V teil-
lä, kun tie on epätasainen ja menettänyt oikean muotonsa. Käsiteltävän
päällystekerroksen on kuitenkin oltava niin paksu, ettei kantavan kerroksen
murske sekoitu karhittaessa päällystemassaan.

REMO-pinta. REMO-pintausta käytetään PAB-O/V-teillä, kun vanhan
päällysteen pinta on vaurioitunut. Kantavuuspuutteita tai routavaurioita ei
kuitenkaan saa esiintyä. Uusittavan päällysteen tasaisuus on melko hyvä ja
sivukaltevuus lähellä ohjearvoa.

3.5 Valintaperusteet taajamissa

Taajamateilla kuivatuksen suunnitteluun tulee kiinnittää erityistä huomiota.
Ennen uudelleenpäällystämistä ne kohdat, joihin lammikoita syntyy, merki-
tään karttoihin. Lammikoitumisen estäminen on taajamateilla ensisijainen
suunnitteluperuste. Koska reunakivet eivät saa haitallisesti madaltua, pääl-
lystepaksuus ei voi aina olla vakio koko poikkileikkauksessa.

Yleisimmin taajamissa käytetään asfalttibetonia AB, mutta myös pehmeät
asfalttibetonit PAB-B ja PAB-V soveltuvat taajamateille. Avointa asfalttibeto-
nia AA voidaan käyttää erityisesti kevyen liikenteen väylillä, levähdys- ja py-
säköintialueilla lammikoitumisen estämiseksi. Avoimen asfaltin heikkoutena
Suomen olosuhteissa on huokosten tukkeutuminen, jolloin päällyste ei säily
vettäläpäisevänä.

Vilkasliikenteisten teiden liikennevalo-ohjatuissa liittymissä ja linja-autopysä-
keillä deformaatiourien syntymistä tulee ehkäistä stabiilimmilla massoilla.

Kevyen liikenteen ja taajamaväyliin liittyvien alueiden ja välikaistojen päällys-
teen valintaperusteet on esitetty Tielaitoksen julkaisussa "Taajamapäällys-
teet ja reunatuet" /5/. Reunatukien vieressä päällysteet rakennetaan ja uusi-
taan Tielaitoksen julkaisun "Teiden suunnittelu V, 5 Reunatuet" mukaan.

Taulukko 5. Työmenetelmän valinta PAB -teillä

PÄÄLLYSTÄMISSYY	1. MENETELMÄ VAIHTOEHTO	2. MENETELMÄ VAIHTOEHTO	3. MENETELMÄ VAIHTOEHTO	HUOM !
Huono kantavuus, nopeasti vaurioitunut tai suuri taipuma	RP (STAB) + PAB-B	RP (MURSKKE) + PAB-B/V	RP (VERKKO) + PAB-B/V	RP = rakenteen parantaminen
Huono päällyste, ei kantavuuspuutteita	PAB-V/B TAS tarvittaessa	KAR + PAB-V	REMO	
Kulunut päällyste	KAR + PAB-V	REMO	SIP	
Purkautunut ja/tai lajittunut päällyste	SIPA	KAR + PAB-V	REMO	
Päällysteessä reikiä	Paikkaus PAB-V12			

4 PMS-JÄRJESTELMÄ PÄÄLLYSTYSSUUNNITELUSSA

4.1 PMS-järjestelmä yleisesti

Tielaitoksessa käytetään PMS-järjestelmiä (Pavement Management System) päällystettyjen teiden ylläpidon hallintaan. HIPS-järjestelmää (Highway Investment Programming System) käytetään verkkotasoiseen ylläpitovaihtoehtojen tarkasteluun ja projektitasolla lyhyemmän aikavälin suunnittelussa käytetään PMS91-järjestelmää. Näitä järjestelmiä tukee päällystetyn tiestön kuntomittaustiedot sisältävä rekisteri KURRE.

PMS91-ohjelmisto on tarkoitettu käytettäväksi apuvälineenä päällystettyjen teiden ylläpidon toiminnansuunnittelussa. Sen avulla pyritään määrittämään pitkän aikavälin tienpidon tavoitteita parhaiten toteuttava toimenpide ja sen ajoitus kullekin yksittäiselle tieosuudelle. Järjestelmällä voidaan tuottaa yksi- ja useampivuotisia päällysteohjelmia sekä myös löytää tulevat rakenteenparantamiskohteet. Ohjelmistolla tehdään myös analyyskejä siitä, mitä valitulla toimenpideohjelmalla tiestön kunnolle tapahtuu.

Järjestelmää ollaan parhaillaan kehittämässä. PMSpro tulee korvaamaan PMS91-järjestelmän vuoden 1999 aikana.

4.2 Päällystysohjelman tekeminen PMS91 avulla

Päävaiheita PMS91:llä päällystysohjelmia tehtäessä ovat syöttötietojen lukeminen, tarkastelujaksojen muodostaminen, valintaehtojen ja kuntokriteerien täsmentäminen, toimenpidesuosituksen ajaminen ja kohdesuunnittelu.

4.2.1 Syöttötietojen lukeminen

Syöttötietoja ovat yleistiedot tierekisteristä (tien osoite ym.), kuntotiedot KURREsta (kuntotietorekisten), koordinaatit tierekisteristä ja verkkotason toimenpidesuositukset sekä tienpitäjän ja tienkäyttäjän kustannukset verkkotason hallintajärjestelmästä (HIPS). Kaikki nämä tiedot saadaan päivitettyä tiedostosiirtoina.

4.2.2 Tarkastelujaksojen muodostaminen

Tarkastelujaksot muodostetaan siten, että ohjelma yhdistelee kunto- ja yleistietojen perusteella päällystetiedoiltaan ja kunnoltaan samankaltaiset 100m:t jatkosuunnittelua varten pidemmiksi tarkastelujaksoiksi. Tavoitteena on yhdistellä verkkotason järjestelmän suositusten (HIPS) mukaisesti yhteen ne peräkkäiset jaksot, jotka tarvitsevat suunnilleen saman toimenpiteen suunnilleen samaan aikaan.

4.2.3 Toimenpiteet, niiden vaikutukset ja valintaehdot

PMS91 tuottaa toimenpidesuosituksset käyttäjän määrittämien valintaehtojen sekä niihin sidottujen raja-arvojen ja vaikuttavien toimenpiteiden perusteella. Päällystysohjelma voi pitkälti pohjautua järjestelmän tuottamiin suosituksiin, jos em. määrittäykset on kattavasti tehty ja valintaehdot voivat perustua PMS91:ssä oleviin muuttujiin. Tällöin tarvitsee vain säätää raja-arvoja ja toimenpidevalintoja kunkin vuoden tilanteen mukaan niin että ohjelma toteuttaa tuotantosopimuksien kuntotavoitteet eikä ylitä budjettia.

Kaikissa piireissä noudatetaan pääsääntöisesti ehtoa, että kohde toteutetaan vain, jos tiejakso on liian urautunut tai vaurioitunut. Toimenpiteiden valintaa täsmennetään usein lisäehdoilla, jotka on useimmiten piireissä määriteltä samalla lailla, esim. urien takia tehtävä REM-toimenpide tehdään vain, jos tie ei ole mainittavasti vaurioitunut. PMS:ään määritellyt raja-arvot noudattavat piireissä pääsääntöisesti laitoksen tulostavoitteiden laatumäärittäisiä, mutta piirien toimenpiteiden ja varsinkin valintaehtojen määrät vaihtelevat suuresti. Valintaehtojen määrä vaihtelee parista kymmenestä aina useaan sataan.

Eräissä piireissä ei myöskään pyritä tuottamaan suosituksia tarpeen mukaan, vaan kohde-ehdokkaista saattaa olla aluksi jopa kaksinkertainen määrä, mitä päällystysohjelmaan tullaan valitsemaan. Näissä piireissä luotetaan enemmän ihmisen kuin ohjelman kykyyn valita sopivimmat kohteet. Usein tosin käytetään kuntoon perustuvaa peittoprosenttia, joka kuvaa kohteen alle jäävien huonokuntoisten 100 metristen osuutta kohteen pituudesta, hyväksi karsittaessa ylimääräisiä kohteita ohjelmasta pois.

4.2.4 Kohdesuunnittelu

Kaikki edellä mainitut toiminnot tuottavat lähtötietoja päällystystöiden suunnittelun avuksi. Lähtötietoina käytetään sekä mitattuja arvoja että PMS-järjestelmän tuottamia suureita, jotka antavat taustatukea toimenpideohjelmien suunnitteluun. Kohdesuunnittelussa valitaan lopulliset toteutettavat kohteet ja tehdään niille tarkemmat määritykset yksityiskohtaisista toimenpiteistä, määristä ja hinnoista.

4.3 Työryhmän suosittamat "Vaikuttavat toimenpiteet"

PMS:än "Vaikuttavat toimenpiteet" määritetään käyttäjien tarpeiden mukaan, jotka vaihtelevat jossain määrin piireittäin. Useimpiin erilaisiin uusimistarpeisiin voidaan valintaehtojen avulla tuottaa suhteellisen tarkka suositus tehtävästä toimenpiteestä. Jos kuitenkin kohdevalinnan kriteerit eivät perustu PMS:n muuttujiin, ei niille myöskään saada valintaehtojen avulla suositusta. Tällaisia tapauksia ovat esim. päällysteen vanheneminen tai alustan kiven laatu, mitä tietoja ei PMS:ssä ole. PMS:n tuntemustaso vaikuttaa määritysten tarkkuuteen. Tarkkojen määritysten tekeminen on vaativampaa ja edellyttää yleensä useamman vuoden PMS-osaamista.

Seuraavassa luettelossa vaikuttavat toimenpiteet on ryhmitelty ns. **päätoimenpiteisiin**, jotka voivat yksinään olla PMS:n suosittamia toimenpiteitä. Ne on muodostettu toimenpiteiden erilaisten tekokustannusten ja vaikutusten perusteella.

Tekeillä olevaan PMS91:n korvaavaan PMSpro:hon luodaan ns. "tehtaan asetukset". Tehtaan asetusten mukainen toimenpidejoukko muodostuu näistä päätoimenpiteistä. Tämä on ollut myös eräs tämän ryhmittelyn kantava ajatus.

Vaikuttavat toimenpiteet ovat kokonaistapahtumia ja voivat sisältää yhden (esim. MP) tai useampia toimenpidevaiheita (esim. ABTAS, joka sisältää erikseen tehtävät alustan tasauksen ja sen päälle laatan vedon). Rakenteenparantamiset (RP) sisältävät aina useampia toimenpidevaiheita.

Nimitykset pyrkivät noudattamaan yleisiä päällystealalla käytettyjä termejä, jotka on kuvattu luvussa 3. Vaikuttavien toimenpiteiden nimet voivat toki olla muitakin, sisältö on tässä merkitsevä.

4.3.1 AB-tyyppiset toimenpiteet

1. Urapaikkaus, HJYR

Urapaikkausta käytetään, kun päällysteen ainoa merkittävä puute on urautuminen.

2. Pintaus, ABPINT

Pintausta käytetään, kun uusimisen pääsyy on ura, eikä esim. vaurioita ole sanottavasti. Käytettyjä toimenpiteitä ovat esim. ABREM, ABREM+, ART ja MPKJ. Massaa lisätään alle 80 kg/m².

3. Ohut päällystys, ABMP1

Uusimisen syynä ovat urat jaltai vauriot sekä mahdollisesti myös pieni tasaisuuden parantamistarve. Toimenpideryhmään kuuluvat mm. ABMP, ABLTA ja ABLJYR toimenpiteet. Massaa lisätään yleensä 80-110 kg/m².

4. Paksu päällystys, ABMP2

Uusimisen syynä ovat urat ja/tai vauriot sekä myös tasaisuuden tai pieni kantavuuden parantamistarve. Tähän toimenpideryhmään kuuluvat mm. ABMP120 ja ABTAS toimenpiteet. Massaa lisätään 120 kg/m² tai enemmän.

5. Rakenteen parantaminen, ABRP

Uusimisen syynä ovat urat ja/tai vauriot sekä merkittävästi muita kuntopuutteita. Myös suuri vaurioitumisnopeus voi olla toimenpiteen syynä. Tähän ryhmään kuuluvat massanvaihdot, murskeen lisäämiset, stabiloinnit sekä ABK-kerrosten teko AB-laatan alle.

HUOM. Toimenpiteillä 2, 3 ja 4 on myös kovan kiven tai SMA:n takia vähän kalliimpi rinnakkaistoimenpide. Sitä käytetään kun KVL > 6000.

4.3.2 PAB-tyyppiset toimenpiteet

1. Paikkaus, PABKORJ

Toimenpidettä käytetään satunnaisten epätasaisuuksien, heittojen, vaurioiden tai reunapainumien korjaamiseen.

2. Ohut päällystys, PABMP1

Tällä toimenpiteellä poistetaan yleensä vaurioita ja uria. Tyypillinen toimenpide on PABMP, PABREMO tai PABKAR.

3. Paksu päällystys, PABMP2

Pääsyynä on vauriot tai ura sekä epätasaisuus tai pieni kantavuuden parantamistarve. Tyypillinen toimenpide tässä ryhmässä on MP_{paksu} tai varsinkin epätasaisemmalla kohteella PABTAS. Massaa lisätään 100 kg/m^2 tai enemmän.

4. Rakenteen parantaminen, PABRP

Pääsyynä on yleensä vauriot tilanteessa, jossa on merkittävästi muita kuntopuutteita. Toimenpiteenä voi esim. olla massan vaihto tai murskeen lisääminen ja laatan veto tai PABBST-tyyppinen toimenpide.

5 PÄÄLLYSTEMASSOJEN SUHTEITUS

5.1 Suhteitustavan valinta

Kaikkien päällystemassojen suhteitukset tehdään pääosin laboratoriossa. Valituista aineosista suhteitetaan massa, jolla on tavoitteiden mukainen kulutuskestävyys ja mahdollisimman hyvä deformaationkestävyys. Teillä, joilla KVL (ajon/vrk) on alle 2500, suhteitus tehdään usein ilman ennakkokokeita materiaalituntemuksen ja aikaisemman kokemuksen perusteella. KVL:n ollessa välillä 2500 - 5000 laboratoriosuhteitus tehdään tapauksissa, joissa jokin aineosista on ennen käyttämätöntä. Teillä, joilla KVL on yli 5000, tulee käyttää laboratoriossa suhteitettuja massoja. Tarkemmat ohjeet suhteitusten tekemisestä on esitetty Asfalttinormeissa.

5.2 Asfalttimassojen suhteitus

Päällystysmenetelmässä käytettävät, kuumana sekoitettavat ja jyräämällä tiivistettävät asfalttimassat suhteitetaan PANK-menetelmäohjeiden, Asfalttinormien ja suhteituskokemuksen mukaan.

Päällystetyypin ja -lajin valintaa koskevien ohjeiden avulla määrätään tiettyyn kohteeseen sopiva päällystystoimenpide, asfalttityyppi ja -laji. Samalla valitaan myös käytettävä sideaine, täytejauhe, mahdolliset lisäaineet ja kiviaines. Kiviaineksista suhteitetaan Asfalttinormien tai kokemuksen perusteella valitun asfalttilajin ja käyttötarkoituksen mukainen rakeisuuskäyrä. Valitun rakeisuuskäyrän perusteella määritetään perussideainepitoisuus. Näiden lähtötietojen perusteella valmistetaan peruskoemassa. Peruskoemassasta valmistetaan koekappaleita, joita testataan tarpeen mukaan. Mikäli peruskoemassakappaleet eivät täytä vaadittuja ominaisuuksia, valmistetaan lisämassakoekappaleita uusilla massakoostumuksilla /2/.

5.3 Uusioasfalttimassojen suhteitus

Uusioasfalttimassa sisältää vähintään 20 % asfalttirouhetta. Rouheen osuus massasta ilmoitetaan kirjaimilla RC yhdessä luvun kanssa, joka ilmoittaa vanhan massan määrän prosentteina kokonaismassamäärästä, esim. AB 20/100 RC 30. Uusiomassaan lisätään sideainetta sideainepitoisuuden ohjearvon saavuttamiseksi /1/.

Mikäli uusiomassoja tehdään emulgoituna, uusiopäällysteiden esisuunnittelun lähtötiedoiksi on syytä selvittää rouheesta ainakin rakeisuus, sideainepitoisuus ja sideaineen tunkeuma. Uusiopäällysteiden valmistuksessa käytettävien rouheiden ominaisuuksien tutkiminen ja tasalaatuisuuden varmistaminen on välttämätöntä päällysteen onnistumisen kannalta.

Uusioasfaltin tulee täyttää vastaavan normaalin asfalttipäällysteen yleiset laatuvaatimukset. Laatuun voidaan vaikuttaa vaihtelemalla asfalttirouheen

osuutta seoksessa sekä lisättävän kiviaineen ja sideaineen laatua ja määrää muuttamalla. Myös ns. elvyttimiä voidaan käyttää /1/.

5.4 Pehmeiden asfalttimassojen suhteitus

PAB-päällysteet voidaan suhteittaa kokemusperäisesti tai tilavuussuhdetietojen perusteella. Tilavuussuhteet voidaan määrittää kokeellisesti koekappaleista mittaamalla (PANK 4115) tai puolianalyttisesti kiviainestietojen (hie-noaineen tyhjätila ja kiviaineen rakeisuus) perusteella /4/. PAB-päällysteiden tavoitetäytöasteet on esitetty Asfalttinormeissa.

PAB-V-päällysteen vedenkestävyys voidaan varmistaa ennakkoon MYR-kokeella (PANK 4304). Riittävä tartukepitoisuus on syytä määrittää ennakkoon MYR-kokeella aina uutta reseptiä käytettäessä. Vaatimusrajat MYR-arvolle on esitetty Asfalttinormeissa.

5.5 REMIX-lisämassojen (lisämurskeen/sideaineen) suhteitus

REMX-lisämassoja ei tarvitse suhteittaa laboratoriossa. Lisämäärän suhteituksen on yleensä oltava lähellä alkuperäisen massan suhteitusta. Lisäksi kiviaineen laadun ja kovuuden on oltava mieluummin parempaa kuin alkuperäisen päällysteen kiviaineen. Rakeisuus voi poiketa suurestikin alkuperäisestä muutettaessa päällystettä esim. epäjatkuvan tai SMA-tyyppisen päällysteen suuntaan. Elvytintä lisätään yleensä noin 0,2 kg/m².

ART-menetelmässä käytettävät lisäkiviaines ja -sideaine suhteitetaan kokemusperäisesti. Yleensä kiviaineksena käytetään murskettä, jonka rakeisuus on välillä 6 ... 12 - 20 mm, 10 - 30 kg/m². Sideainetta (B70/100 tai B100/150) lisätään yleensä 0,5 - 1,3 %.

5.6 Emulsiomassojen suhteitus

Emulsiomassojen suhteituksessa bitumiemulsion murtumisajan määrittäminen on tärkein huomioitava asia. Murtumisaikaa tarkastellaan murtuvuusindeksin (PANK 4120) tai pesukokeen (PANK 4119) avulla. Menetelmiä suositellaan käytettäväksi esisuunnitteluvaiheessa rinnan. Tarttuvuus määritetään lähinnä emulsiomassan valumiskokeella (PANK 4305) tai joissain tapauksissa MYR-kokeen avulla. Tartukkeen käyttö tulee ottaa huomioon suunnittelussa, sillä tartukkeella pystytään pidentämään murtumisaikaa.

6 RAKENTEEN PARANTAMINEN

Rakenteen parantaminen voidaan yleisesti jakaa kahteen osaan: raskaaseen ja kevyeseen. Toimenpidetyypin valintaa tehtäessä tulee ottaa ensisijaisesti huomioon tieverkon kehittämistarve, tien rakenne, vauriot ja geometria sekä voimassa olevat tavoitteet ja käytettävissä oleva rahoitustilanne.

6.1 Kevyet menetelmät

Kevyt rakenteen parantaminen voidaan tehdä monilla toisistaan paljonkin poikkeavilla tavoilla. Näitä menetelmiä käytettäessä vältetään yleensä lisämaa-alueiden hankinnoilta eikä myöskään tien tasausviiva paljon nouse.

6.1.1 Päällystemassoilla tehtävä rakenteen parantaminen

Pelkillä päällysteillä tehtävä rakenteen parantaminen on helppo tehdä päällystämistyön yhteydessä ja työstä aiheutuva häiriö liikenteelle on vähäinen. Menetelmässä painumat, sivukaltevuuden virheet ja kantavuuspuutteet korjataan tasausmassalla ennen varsinaisen päällysteen tekemistä. Menetelmällä ei saavuteta riittävää kestoikää heikosti kantavalla ja routivalla tiellä. Menetelmä sopiikin paremmin kevyesti rakennetuille ja kohtuullisen kantavuuden omaaville teille.

6.1.2 Rakenteen parantaminen ohuella lisämurskekerroksella

Tehtäessä kevyt rakenteen parantaminen ohuen lisämurskekerroksen avulla poistetaan tieosalta ennen lisämurskeen levitystä mahdolliset kivet ja suuremmat routaheitot torjutaan siirtymäkiiloin. Tämän jälkeen vanha päällyste karhitaan tai jyrsitään ennen lisämurskekerroksen levittämistä. Samassa yhteydessä voidaan lisäksi asentaa sitomattomaan kantavaan kerrokseen teräsverkko estämään haitallisten leveiden pituushalkeamien syntymistä uuteen päällysteeseen. Menetelmän puutteena on tavallisesti tasausviivan nousu ja luiskien jyrkentyminen. Tätä voidaan vähentää korvaamalla sivuojia salaojilla.

6.1.3 Rakenteen parantaminen stabiloimalla kantava kerros

Stabilointi on tierakenteen parantamismenetelmä, jossa tien kantava tai kantavan rakennekerroksen yläosa sidotaan bitumilla, sementillä, edellisten yhdistelmällä (komposiitti) tai masuunihiekalla. Stabiloinnilla parannetaan tien kuormituskestävyyttä. Menetelmä on tehokas erityisesti silloin, kun vaurioiden syynä on ollut vanhan kantavan kerroksen liian suuri hienoainespitoisuus.

6.1.3.1 Bitumistabilointi (BST)

Bitumistabiloinnissa sekoitus voidaan tehdä tiellä tai asemalla. Paikallasekoitusmenetelmässä (tiesekoitusmenetelmässä) sideaine sekoitetaan stabiloitavaan kerrokseen suoraan rakennuskohteessa työhön tarkoitettulla jyrsinsekoittimella /3/. Paikallasekoitusmenetelmä sopii hyvin vanhojen tai kevyesti rakennettujen teiden rakenteen parantamiseen ja silloin, kun tien tasausviiva ei voida nostaa tai kun rakenteen parantamiseen tarvittavat materiaalit ovat pitkien ajomatkojen päässä.

Asemasekoitusmenetelmässä stabilointimassa valmistetaan erikseen työhön tarkoitettulla sekoitusasemalla. Asemasekoitusmenetelmää käytetään pääasiassa uuden tien rakentamisen sekä rakenteen parantamisen yhteydessä silloin, kun stabiloitu rakennekerros koostuu uudesta kohteeseen lisättävästä materiaalista.

Stabilointien yhteydessä voidaan käyttää rakennekerrokseen asfalttirouheita ja -murskeita. Tällöin voidaan lisättävän sideaineen määrää vähentää.

Vaahto-bitumistabilointia (VBST) käytetään hyvien stabiloitavien rakennekerrosten lisäksi kohteissa, joissa stabiloitava kerros voi sisältää runsaasti hienoaineksia.

Bitumiemulsiostabilointia (BEST) käytetään pääsääntöisesti hyvälaatuisten rakennekerrosten stabilointiin. Bitumiemulsiota käytettäessä saavutetaan kiviainekselle hyvä peittoaste.

Remix-stabilointi (REST) on bitumistabilointimenetelmä, jossa bitumiemulsiota sekoitetaan hienontuneeseen tai hienoainespitoiseen kantavan kerroksen yläosaan, lisäkiviainekseen ja lämmitettyyn PAB-rouheeseen (tai AB-rouheeseen). Sekoitus tehdään asfaltinvalmistuksessa käytettävällä jatkuva-toimisella sekoittimella tiellä /3/. Menetelmää voidaan käyttää teillä, joissa ei ole ylisuuria pituus- tai poikittaisepätasaisuuksia tai tieosalle on tehty esitasaus. Korjaukset ja tasaukset tehdään päällystettä vastaavalla massalla tai poistamalla epätasaisuudet.

6.1.3.2 Sementtistabiloinfi (SST)

Maabetoni sopii hyvin uusien routimattomiksi rakennettujen teiden rakennekerroksiksi sekä kohteisiin, joissa tarvitaan suurta kantavuutta ja kuormituskestävyyttä. Sementtistabilointia käytettäessä tulee suolaveden pääsy estää stabiloituun kerrokseen, varmimmin tämä onnistuu tiiviin 2-kerroksisen päällysteen avulla. SMA-päällystettä ei saa tehdä suoraan maabetonin päälle.

6.1.3.3 Komposiittistabilointi (KOST)

Suomessa on myös kokeiltu bitumiemulsiostabiloinnin ja sementtistabiloinnin yhdistämistä hyvin kokemuksiin. Stabilointimenetelmä toimii siten, että sementtiä lisäämällä saavutetaan nopeammin päällystämisen aloittamiseen vaadittava lujuus. Bitumiemulsion käytön etuina mainittakoon mahdollisuus tehdä sekoitus kylmänä sekä bitumiemulsion parempi sekoittuvuus stabiloitavaan kerrokseen. Emulsiota käytettäessä saavutetaan tunnetusti homogeenisempi ja tasalaatuinen lopputulos kuin vaahto-bitumistabiloinnilla.

6.1.3.4 Sekoitusjyrsintä

Menetelmää käytetään suhteellisen kantavilla tieosilla, joissa on riittävästi käytettävissä vanhaa PAB-O -kerrosta ($> 100 \text{ kg/m}^2$) stabiloitavan kerroksen sitomiseksi. Tällöin käytetään yleensä myös asfalttirouhetta tai -mursketta stabiloitavan kerroksen bitumipitoisuuden nostamiseksi. Alustan esijyrsintä tehdään tarvittaessa ja päällystemateriaalin niin vaatiessa asfaltinjyrsimellä, stabilointijyrsimellä tai muulla homogenisointiin soveltuvalla jyrsimellä. Samassa yhteydessä poistetaan yli 100 mm raekoon yksittäiset kivet.

6.1.3.5 Masuunihiekkastabilointi (MHST)

Masuunihiekkastabilointi on menetelmä, jossa pääasiallisena sideaineena käytetään terästeollisuudessa sivutuotteena syntyvää masuunihiekkaa. Masuunihiekan sitoutumisreaktio on sementtiä hitaampi, joten stabiloidun kerroksen työstöaika on pidempi sementtistabilointiin verrattuna ja kutistumishalkeamien syntyminen on vähäistä. Lisäksi masuunihiekalle on ominaista kyky sitoutua uudelleen. Sitoutumisreaktion nopeuttamiseksi käytetään menetelmässä pieni määrä aktivaattoria, yleensä sementtiä.

Tällä menetelmällä stabiloitu kerros on komposiittirakenne, jossa vanhan päällysteen bituminen osa, masuunihiekka ja aktivaattori toimivat yhdessä stabiloidussa rakenteessa.

Masuunihiekkastabilointi suoritetaan paikallasekoitusmenetelmänä työhön tarkoitetuilla jyrsinsekoittimilla ja sideainelevittimillä. Tien vanha päällyste sekoitetaan kantavan kerroksen yläosan kanssa erillisessä sekoitusjyrsintävaiheessa (vrt. KST), jolloin kerros myös muotoillaan ja tiivistetään. Sideaineen levityksen jälkeen tehdään kerroksen varsinainen stabilointisekoitus, muotoilu ja tiivistys sekä tien päällystäminen yleensä saman työvuoron aikana.

6.1.3.6 Sekoitusmenetelmän valinta

Sekoitusmenetelmän valinnan tulee perustua vaihtoehtoisten menetelmien vertailuun. Asema- tai paikallasekoitusmenetelmän valintaan vaikuttavat käytettävissä olevat materiaalit, rakennusolosuhteet (esim. tsv), työlle asetetut tavoitteet, työstä aiheutuvat kustannukset sekä suunniteltu rakenteen käyttöikä. Asemasekoitusta käytetään yleensä korkealuokkaisilla teillä, joissa vaaditaan erityisen korkeata lujuutta ja tasalaatuisuutta.

Asemasekoitukselle on ominaista

- + kiviaineksen ja sideaineen annostelu on tarkkaa
- + massa on homogeeninen ja tasalaatuinen
- + haluttu kerrospaksuus on helppo saavuttaa
- yleensä korkeampi hinta kuin paikallasekoittaen.

Paikallasekoitukselle on ominaista

- + vanhojen rakennekerrosten ja päällysteiden hyötykäyttö
- + vähäinen lisäkiviainesten kuljetustarve
- + ei tarvita ympäristölupaa
- sideaineen ja kiviaineksen sekoittuminen ei ole yhtä tasalaatuista kuin asemasekoituksessa.

6.2 Raskaat menetelmät

Raskaassa rakenteen parantamisessa on tavoitteena käyttää mahdollisimman paljon vanhaa tien rakennetta hyväksi ja usein myös tien leveyttä lisätään. Yleensä vanha rakenne puretaan vain korjaamista vaativien routaepätasaisuuksien kohdalta. Tiealuetta tarvitaan lisää vaikka tie ei levenisi, koska tasausviiva nousee.

6.2.1 Tien uudelleenrakentaminen

Uudelleenrakentamista käytetään kun vanha tie on epätasaisesti routiva tai kun geometriaa on tarpeen parantaa. Vanha rakenne puretaan, alustasta poistetaan epätasaisen routanousun syyt ja tilalle rakennetaan uusi tierakenne käyttäen mahdollisuuksien mukaan vanhoja materiaaleja.

6.2.2 Vahvisteverkkojen käyttö päällysteissä

Päällysteiden kunnostuksessa eräänä vaihtoehtona tierakennetta vahvistettaessa voidaan käyttää vahvisteverkkoja.

Koko tien levyisellä raskaalla n. 200 x 200, 6/7 mm teräsverkolla voidaan korjata pysyvästi suuren routanousun tai painumien aiheuttamat pituushalkeamat. Verkko siirtää pituushalkeamat verkon reunaan. Raskas teräsverkko sijoitetaan ensisijaisesti kantavaan sitomattomaan kerrokseen. Näin asennettuna teräsverkko ei aiheuta ylimääräisiä ongelmia REMIX/ART- ja jyräntätoiden osalta seuraavalla päällystämiskerralla. Verkkoa ei suositella asennettavaksi sidottujen kerrosten väliin näiden menetelmien työstösyvyydelle.

Kevyitä lasikuituverkkoja käytetään verkkohalkeamien ja muiden pienten halkeamien vähentämiseen. Verkko sijoitetaan sidottujen kerrosten väliin.

Käytettäessä vahvisteverkkoja tien kunnon parantamiseen on näiden sijainti tierakenteessa dokumentoitava tarkasti tieosaluettelon mukaisesti.

6.2.3 Asfalttibetoni kantavassa kerroksessa (ABK)

Kantavan kerroksen asfalttibetonin rakeisuuskäyrä on normaalin asfalttibetonin tapaan jatkuva maksimiraekoon vaihdellessa välillä ABK 20 ... 35 mm. Rakeisuuden ohjealue on myös lähes sama kuin AB:lla, mutta rakeisuus suhteitetaan yleensä ohjealueen alarajalle. Sideaine- ja hienoainespitoisuus on ABK-massoilla pienempi kuin kulutuskerroksen asfalttibetonilla ja kantavan kerroksen sideaine valitaan tunkeumaltaan riittävän pieneksi, jotta deformaatiovaatimukset saavutettaisiin. ABK:n ohjeelliset koostumukset on esitetty tarkemmin Asfalttinormeissa.

6.3 Menetelmän valinta

Taulukko 6. Menetelmän valinta rakenteen parantamisessa.

PARANTAMISEN SYY	1. MENETELMÄ VAIHTOEHTO	2. MENETELMÄ VAIHTOEHTO	3. MENETELMÄ VAIHTOEHTO	HUOM !
Rakennettu, vähäisin osin kantavuuspuutteenen tie (reunapainumia)	ABK + painumien oikaisu+ kantavuuden parantaminen	Rakennekerrosten vaihto	KAR + oikaisu, uusi päällyste	Päällystelaatan paksuuden mahdollinen lisäys
Rakennettu, suurelta osin kantavuuspuutteenen tie (reunapainumia)	BST	ABK	Kantavan kerroksen lisääminen	Suuria kantavuuspuutteita ei tulisi korjata ABK:lla
Rakennettu, vähäisesti routiva ja kantavuuspuutteinen tie	ABK + painumien oikaisu+ kantavuuden parantaminen	BST	KAR + oikaisu, uusi päällyste	Mahdollinen verkkojen käyttö syntyvien halkeamien poistamiseksi
Rakentamaton, pahasti routiva tie	Rakennekerrosten vaihto	Vanhojen kerrosten sekoitus (homogenisointi)	KAR + oikaisu, uusi päällyste	

7 KUSTANNUSVERTAILUN TEKEMINEN

Päällystevaurioiden korjaamiseksi ja rakenteen kantavuuden parantamiseksi on olemassa useita menetelmiä. Edullisimman korjaus- tai vahvistamistavan löytämiseksi on tarpeen tehdä taloudellisia vertailulaskelmia. Laskelmien tulee perustua lähtötilanteen mahdollisimman tarkkaan inventointiin tien kantavuus-, vaurio-, ym. tietoineen. Vertailulaskelmat joudutaan usein perustamaan epävarmoihin lähtöolettamuksiin, jolloin pienet erot lopullisissa vertailukustannuksissa eri toimenpiteiden kesken ovat merkityksettömiä. Toisaalta on tärkeä tieto sekin, ettei kahden menetelmän kesken voida osoittaa merkitsevää eroa edullisuuden suhteen. Valinta menetelmien välillä voidaan tällöin tehdä vapaammin muiden, merkityksellisempien asiaan vaikuttavien tekijöiden perusteella.

Vuosikustannusten laskeminen /6/

Rakennuskustannuksen vuosikustannus V lasketaan kaavalla $V = aR$, jossa R on rakentamiskustannus. Annuiteettitekijä a saadaan laskemalla kaavasta

$$a = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

missä

a annuiteettitekijä (liite 1)

i vuotuisen korkoprosentin sadasosa

n aika vuosissa.

Korjauskustannus vuodelta n (mikäli tiedetään) päällystämisestä tulee ensiksi diskontata nykyhetkeen kertomalla kodauskustannus K diskonttaustekijällä d , jolloin saadaan nykyarvo $N = dK$.

Diskonttaustekijä d (liite 1) voidaan laskea kaavasta (selitteet samat kuin edellä)

$$d = \frac{1}{(1+i)^n}$$

Kertomalla nykyarvo päällysteen kestojän annuiteettitekijällä saadaan vuosikustannus.

Tarkoissa laskelmissa on kunnossapitokustannukset ja jäännösarvo otettava huomioon. Vuotuisten kunnossapitokustannusten nykyarvo lasketaan jokaiselle vuodelle samalla tavalla kuin edellä esitettiin korjauskustannusten nykyarvosta. Jos päällysteellä tarkasteluajan lopussa on vielä jäännösarvo, vähennetään sen nykyarvo kustannusten nykyarvojen summasta. Vuosikustannus saadaan jälleen kertomalla nykyarvo annuiteettitekijällä.

8 HINTAVERTAILUA MENETELMITÄIN

Tämän kappaleen hintoihin sisältyvät valvonta- ja urakointikustannukset sekä materiaalit. Hintoihin ei sisälly suunnittelukustannuksia eikä arvonlisäveroa.

Taulukko 7. Kustannusvertailua menetelmittain moottoriteillä Uudenmaan tiepiirissä vuonna 1997.

Kaistakohtaiset menetelmät	(mk/m ²)	Käsiteltävä leveys (m)	(1000 mk/kaista-km)	HUOM!
Ketju/ LJYR+ LÄMM+LTA	26	3,8	99	SMA 18/80
HJYR	4	3,8	15	<i>vuoden 1995 hinta</i>
REM	14	3,8	53	Lisämassa SMA 18 kg/m ²
URAREM	20	2 x 1	40	Lisämassa SMA 20 kg/m ²
SIPA	8			<i>vuoden 1995 hinta</i>
VA	40			<i>vuoden 1995 hinta</i>
Ketju/ LTA+ TAS+LIIMAUS	26	3,8	99	90 kg /m ²
Ajoratakohtaiset menetelmät				
Ketju/ LTA+ TAS+LIIM	26	11	261	Ulkopiennar 2,5m AB 8/80
REM	14	11	159	Ulkopiennar 2,5m AB 8/80
Ketju/ LJYR+ LÄMM+LTA	26	11	261	Ulkopiennar 2,5m AB 8/80
HJYR	4	11	75	Ulkopiennar 2,5m AB 8/80

Taulukko 8. Kustannusvertailua menetelmittain AB-teillä Keski-Suomen tiepiirissä vuonna 1997.

Menetelmä	(mk/m ²)	Käsiteltävä leveys (m)	(1000 mk/kaista-km)	Huom!
Ketju/ LJYR+SMA	28	3,8	106	SMA18/100
AB18/100 MP	21	5	105	
SMA 18/100 MP EA 20/100 MP	24	5	120	
AB 18/60 MPKJ	13	3,8	50	
SMA 16/80 MPKJ	16	5	80	
HJYR	4	5	20	vuoden 1995 hinta
REM/ART AB 16/15	12	3,6	43	
REM/ART EA 22/15	13	4	52	
NOVACHIP	14	3,8	53	
VA 8/30 URAPAIKK.	22	2 x 1	44	vuoden 1995 hinta

Taulukko 9. Kustannusvertailua menetelmittain PAB-teillä Turun tiepiirissä vuosina 1996-97.

Menetelmä	(mk/m ²)	käsiteltävä leveys (m)	(1000 mk/kaista-km)	HUOM!
PAB-V 16/100	12	6,5	39	
PAB-B 16/100	14	6,5	45	
KAR	11	6,5	34	Lisämassa 80 kg/m ²
REMO	7	6,5	22	Lisämassa 50 kg/m ²
SIPA	8	6,5	26	

Taulukko 10. Päällysteiden keskimääräisiä hintoja eriteltyinä Turun tiepiirissä vuosina 1996-97 PAB-teillä.

PAB-V16/100	Yksikköhinta (mk/m ²)
Massan valmistus ja levitys	4,95
Sideaine	3,5
Kiviaines	2,5
Kuljetuskustannukset (10 km)	0,92
Valvonta	0,07
Yhteensä	11,94
PAB-B16/100	Yksikköhinta (mk/m ²)
Massan valmistus ja levitys	6,59
Sideaine	3,66
Kiviaines	2,5
Kuljetuskustannukset (10 km)	0,92
Valvonta	0,07
Yhteensä	13,74
KARHINTA (KAR)	Yksikköhinta (mk/m ²)
Karhinta	2
Massan valmistus ja lisäys 80 kg/m ²	4,01
Sideaine	2,55
Kiviaines	1,23
Kuljetuskustannukset (10 km)	0,74
Valvonta	0,07
Yhteensä	10,63
REMO-PINTAUS	Yksikköhinta (mk/m ²)
Työ ja massa	7,03
Valvonta	0,07
Yhteensä	7,1
SIROTEPAIKKAUS (SIPA)	Yksikköhinta (mk/m ²)
Levitys	5,36
Sideaine	1,5
Kiviaines	0,7
Kuljetuskustannukset (10 km)	0,27
Valvonta	0,07
Yhteensä	7,19

9 KIRJALLISUUSVIITTEET

1. Asfalttinormit 1995 vuoden 1998 lisälehtineen. PANK ry.
2. PANK-menetelmä numero 4006. PANK ry.
3. Päällystystyöt. Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset 1997. TIEL 2212802-97.
4. PAB-V-päällysteiden suunnittelu. Tielaitoksen selvityksiä 49/1997. TIEL 3200497.
5. Taajamapäällysteet ja reunatuet. TIEL2140010.
6. Asfalttinormit 1979. RIL-134. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto.

Diskonttaustekijä d

n/i	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%	20%
1	0.9523	0.9434	0.9345	0.9259	0.9174	0.9090	0.9009	0.8928	0.8849	0.8771	0.8695	0.8333
2	0.9070	0.8900	0.8734	0.8573	0.8418	0.8264	0.8116	0.7971	0.7831	0.7694	0.7561	0.8944
3	0.8638	0.8396	0.8163	0.7938	0.7721	0.7513	0.7311	0.7117	0.6930	0.6749	0.6575	0.5787
4	0.8227	0.7920	0.7629	0.7350	0.7084	0.6830	0.6578	0.6355	0.6133	0.5920	0.5717	0.4822
5	0.7835	0.7472	0.7129	0.6805	0.6499	0.6209	0.5934	0.5674	0.5427	0.5193	0.4971	0.4018
6	0.7462	0.7049	0.6683	0.6301	0.5982	0.5644	0.5348	0.5066	0.4803	0.4555	0.4323	0.3349
7	0.7108	0.6650	0.6227	0.5834	0.5470	0.5131	0.4816	0.4523	0.4250	0.3996	0.3759	0.2790
8	0.8768	0.6274	0.5820	0.5402	0.5018	0.4685	0.4339	0.4038	0.3761	0.3505	0.3269	0.2325
9	0.6446	0.5919	0.5439	0.5002	0.4804	0.4241	0.3909	0.3606	0.3328	0.3075	0.2842	0.1938
10	0.6139	0.5583	0.5083	0.4631	0.4224	0.3855	0.3521	0.3219	0.2945	0.2697	0.2471	0.1615
11	0.5846	0.5267	0.4750	0.4288	0.3875	0.3504	0.3172	0.2874	0.2602	0.2366	0.2149	0.1345
12	0.5568	0.4969	0.4440	0.3971	0.3555	0.3188	0.2858	0.2566	0.2307	0.2075	0.1869	0.1121
13	0.5303	0.4689	0.4149	0.3677	0.3261	0.2896	0.2575	0.2291	0.2041	0.1820	0.1625	0.0934
14	0.5050	0.4423	0.3878	0.3404	0.2992	0.2633	0.2319	0.2046	0.1806	0.1597	0.1413	0.0778
15	0.4810	0.4172	0.3624	0.3152	0.2745	0.2393	0.2090	0.1827	0.1598	0.1401	0.1228	0.0649
16	0.4581	0.3936	0.3387	0.2918	0.2518	0.2176	0.1882	0.1631	0.1415	0.1228	0.1068	0.0540
17	0.4363	0.3713	0.3165	0.2702	0.2310	0.1978	0.1698	0.1456	0.1252	0.1078	0.0929	0.0450
18	0.4155	0.3503	0.2958	0.2502	0.2119	0.1798	0.1528	0.1300	0.1108	0.0945	0.0808	0.0375
19	0.3957	0.3305	0.2765	0.2317	0.1944	0.1635	0.1376	0.1161	0.0980	0.0829	0.0702	0.0313
20	0.3769	0.3118	0.2584	0.2145	0.1784	0.1486	0.1240	0.1036	0.0867	0.0727	0.0611	0.0260
25	0.2953	0.2330	0.1842	0.1460	0.1159	0.0923	0.0736	0.0588	0.0471	0.0377	0.0303	0.0104
30	0.2313	0.1741	0.1313	0.0993	0.0753	0.0573	0.0436	0.0333	0.0255	0.0196	0.0151	0.0042

Kuoletus- 1. annuiteettitekijä a

n/i	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%	20%
1	1.0500	1.0600	1.0700	1.0800	1.0900	1.1000	1.1100	1.1200	1.1300	1.1401	1.1500	1.2000
2	0.5378	0.5454	0.5531	0.5609	0.5685	0.5782	0.5839	0.5917	0.5995	0.6073	0.6151	0.6545
3	0.3672	0.3741	0.3810	0.3880	0.3951	0.4021	0.4092	0.4184	0.4235	0.4307	0.4380	0.4747
4	0.2820	0.2886	0.2952	0.3019	0.3087	0.3155	0.3223	0.3292	0.3362	0.3432	0.3503	0.3863
5	0.2310	0.2374	0.2439	0.2505	0.2571	0.2638	0.2706	0.2774	0.2843	0.2913	0.2983	0.3344
6	0.1970	0.2034	0.2098	0.2163	0.2229	0.2296	0.2364	0.2432	0.2502	0.2572	0.2642	0.3007
7	0.1728	0.1791	0.1856	0.1921	0.1987	0.2054	0.2122	0.2191	0.2261	0.2332	0.2404	0.2774
8	0.1547	0.1610	0.1875	0.1740	0.1807	0.1874	0.1943	0.2013	0.2084	0.2156	0.2229	0.2606
9	0.1407	0.1470	0.1535	0.1601	0.1668	0.1736	0.1806	0.1877	0.1949	0.2022	0.2096	0.2481
10	0.1295	0.1359	0.1424	0.1490	0.1558	0.1627	0.1698	0.1770	0.1843	0.1917	0.1993	0.2385
11	0.1204	0.1268	0.1334	0.1401	0.1469	0.1540	0.1611	0.1684	0.1758	0.1834	0.1911	0.2311
12	0.1128	0.1193	0.1259	0.1327	0.1396	0.1468	0.1540	0.1614	0.1690	0.1767	0.1845	0.2253
13	0.1065	0.1130	0.1197	0.1265	0.1336	0.1408	0.1482	0.1557	0.1634	0.1712	0.1791	0.2206
14	0.1010	0.1076	0.1143	0.1213	0.1284	0.1357	0.1432	0.1509	0.1587	0.1686	0.1747	0.2169
15	0.0963	0.1030	0.1098	0.1188	0.1241	0.1315	0.1391	0.1468	0.1547	0.1828	0.1710	0.2139
16	0.0923	0.0989	0.1059	0.1130	0.1203	0.1278	0.1355	0.1434	0.1514	0.1596	0.1679	0.2114
17	0.0887	0.0954	0.1024	0.1096	0.1170	0.1247	0.1325	0.1405	0.1486	0.1589	0.1654	0.2094
18	0.0855	0.0924	0.0994	0.1067	0.1142	0.1219	0.1298	0.1379	0.1462	0.1546	0.1832	0.2078
19	0.0827	0.0896	0.0967	0.1041	0.1117	0.1195	0.1276	0.1358	0.1441	0.1527	0.1813	0.2064
20	0.0802	0.0872	0.0944	0.1018	0.1095	0.1175	0.1256	0.1339	0.1423	0.1510	0.1597	0.2054
25	0.0709	0.0782	0.0858	0.0937	0.1018	0.1102	0.1187	0.1275	0.1364	0.1455	0.1547	0.2021
30	0.0650	0.0726	0.0806	0.0888	0.0973	0.1061	0.1150	0.1241	0.1334	0.1428	0.1523	0.2008