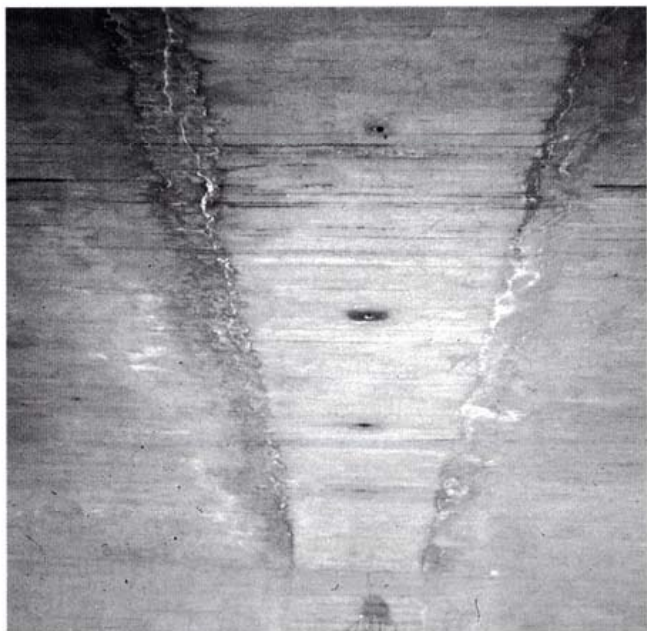


VAURIO



Kuva 1. Vedeneristysten vaurio näkyy kansilaatan alapinnassa kalkkihärmänä, kalkkipuikkoina tai vesivuotona mm. tippuputkien ulkopuolitse.

Paikallisia vedeneristysten vaurioita aiheutuu seuraavista syistä:

- Reunapalkkia tai liikuntasaumalaitteen tukikaistaa päällysteen puolelta korjattaessa tai uusittaessa vedeneristykseen tulee usein vaurioita.
- Kansilaatan rakenteelliset halkeamat menevät kovettuneen vedeneristysten läpi.
- Sillassa ei ole kuivatusjärjestelmää tai se ei toimi, jolloin vedeneristysten päälle patoutunut vesi rikkoo jäätyessään tai paineiskuja aiheuttaessaan eristysten.
- Päällysteen halkeama tai purkautuma taikka suojabetonin rapautuma tai valuvika rikkoo laajentuessaan alla olevan vedeneristysten.
- Pintarakenteiden läpi porataan tai piikataan näyteenottoreikiä.
- Kermieristys on kuplinut kosteuden höyrystyessä vedeneristysten alla.

Vauriot ilmenevät kalkkihärmänä kansilaatan alapinnassa tai vesivuotoina työsaumoista ja kuivatuslaitteiden tai paineentasausputkien ulkopuolitse.

KORJAUSTARVE

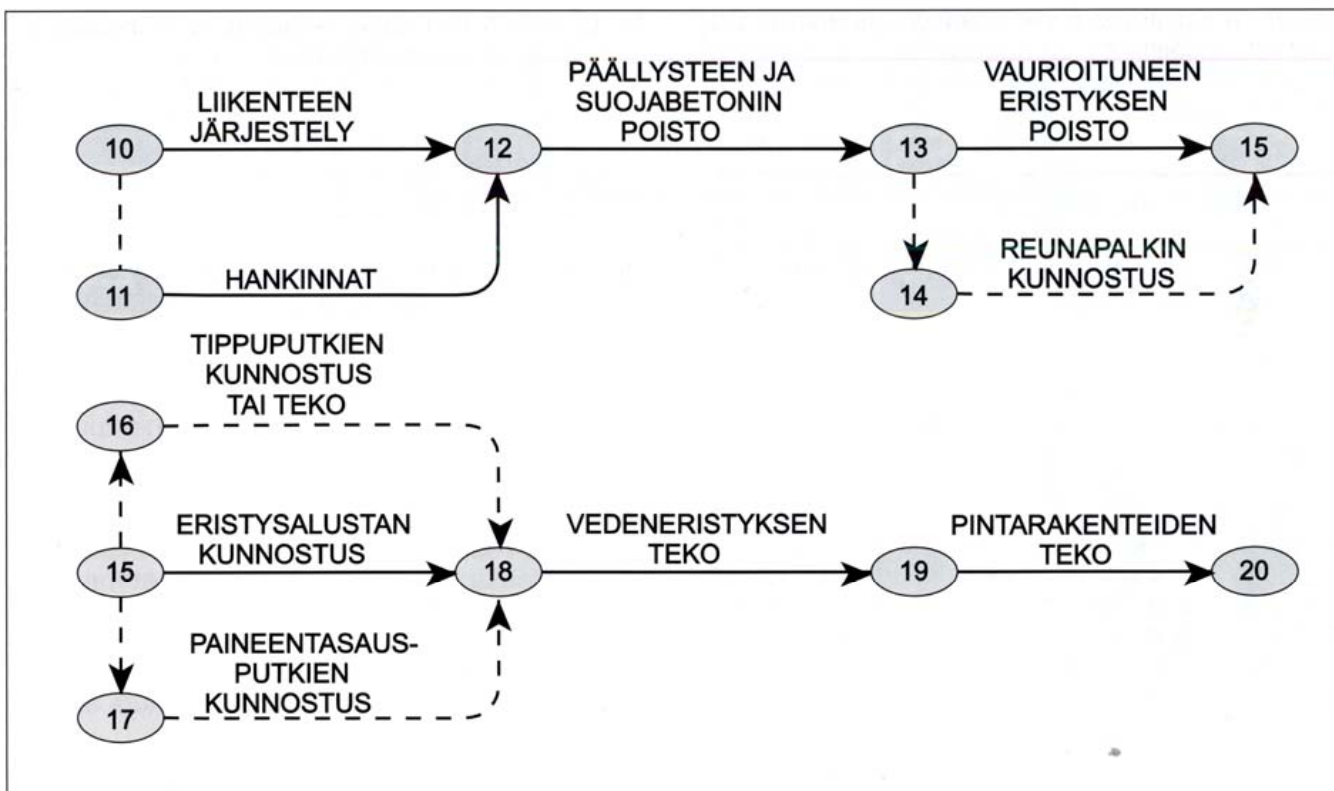


Kuva 2. Vedeneristys on korjattava aina pintarakenteita avattaessa.

Vedeneristysten vaurio aiheuttaa yleensä seurauksena vaikutuksia kuten raudituksen korroosiota ja jäätymisvaurioita. Ehdottoman välttämätöntä on, että päällysrakenteen vesivuodot tarkistetaan riittävän ajoissa ennen päällystystyötä. Tällöin vedeneristysten paikallisiin korjaustoimiin voidaan varautua riittävän ajoissa.

Vedeneristystä korjattaessa on vaurion syy myös poistettava, joten usein on sillan kuivatusjärjestelmän tekeminen, täydentäminen tai kunnostaminen tarpeen. Tällöin vedeneristysten uusiminen kannen pintarakenteiden uusimisen yhteydessä on yleensä oikea vaihtoehto, jolloin työ liittyy usein sillan peruskorjaukseen. Päätöstä tehtäessä on otettava huomioon kokemukset ko. vedeneristysten kestoista.

KORJAUSTYÖN VAIHEET



TARVITTAVAT RESURSSIT

TYÖVOIMA:

- työnjohtaja (TJ) ja 2 (kermi- ja massaeristys) tai 4 (mastiksieristys) ammattimiestä (RAM).

TYÖVÄLINEET:

- aggregaatti (15 kW), kompressori (3– 6 m³/min.) tai muu voimayksikkö
- timanttisaha tai kulmahiomakone ja asfaltin leikkaamiseen sopivat laikat
- esikäsitteilyvälineet; konepetkele, suihkupuhdistuslaite, rakennus- tai vesi-imuri ja tarvittaessa jyrsin, suurpainepesuri ja kuivaaja (SILKO 4.811)
- tarvittaessa hioma- tai kulmahiomakone
- vedeneristysmenetelmästä riippuen sulatuspata (SILKO 4.831 ja SYL 6), kermieristysvälineet (SILKO 4.811) tai massaeristysvälineet (SILKO 4.811).

TYÖMAA-JÄRJESTELYT JA TYÖSUOJELU

- liikenteenohjauslaitteet ja tarvittaessa liikennevalot
- suojahaalari, suojakäsineet ja suojajalkineet sekä massaeristyseristystöissä hengityksen ja silmien suojaimet.

TARVEAINEET:

- kumibitumiliuos KBL 20/100 (SILKO 1.801, taulukko 2) tai tuotekohtainen tartunta-aine
- eristys- ja pintakermi; kermieristysrakenne (SILKO 3.811) tai eristysmastiksi (SILKO 3.814) tai eristysmassa (SILKO 3.815)
- tarvittaessa paikkauslaasti, juotoslaasti tai juotosmassa (SILKO 3.231)
- polymeerimodifioitu bitumi kuten kumibitumi KB-100 (SILKO 3.814, kohta 3.2) tai tervaepoksi (SILKO 3.814, kohta 3.1)
- valuasfaltti, asfaltti tai muu päällysteen paikkausaine.

LIKIMÄÄRÄISET

TYÖSAAVUTUKSET:

- | | |
|--------------------------|------------------------------------|
| – päällysteen purkaminen | 25 – 50 m ² /työvuoro |
| – vedeneristuksen poisto | 20– 50 m ² /työvuoro |
| – tartuntasively | 400 – 600 m ² /työvuoro |
| – kermin kiinnitys | 50 – 100 m ² /työvuoro |
| – mastiksin levitys | 100 – 400 m ² /työvuoro |
| – eristysmassan levitys | 50 – 100 m ² /työvuoro |
| – päällysteen paikkaus | 100– 200 m ² /työvuoro |

PAIKKAUSTYÖN VALMISTELU

Aluksi on selvítettävä vedeneristysmateriaali. Uusimmista silloista se on saatavissa Siltarekisteristä. Jos tietoa ei ole Siltarekisterissä, voidaan sitä arvioida seuraavin perustein:

- Siltojen vedeneristykset on useimmiten tehty 1970-luvulle asti siten, että kuumabitumisivelyjen välissä on jutekangas.
- Lasikangasbitumimattoja käytettiin vuosina 1967 – 1985, jonka jälkeen silloissa on käytetty kumi-bitumikermejä.
- Bitumimastiksia käytettiin vuoteen 1983 asti, jonka jälkeen on käytetty kumibitumimastiksia.
- Massaeristysksiä on tehty epoksista vuodesta 1979 lähtien ja polyuretaanista vuodesta 1984 lähtien.

Jutekangas- ja lasikangasbitumimattoeristykset suojattiin yleensä suojabetonilla. Suojabetonia on käytetty jonkin verran myös kumibitumikermieristysten päällä kermien kuplimishaitan eliminoimiseksi. Suojabetonia ei yleensä tehdä uudestaan, vaan vedeneristys suojataan SYL 6:n mukaan. Päälyyste paikataan mieluummin valuasfaltilla VA 12 tai muussa tapauksessa asfaltilla AB 12.

Vedeneristysmateriaali ja sen kunto sekä vaurion syy on yleensä selvítettävä avaamalla pintarakenteet. Vedeneristyksen paikkaus tulee kysymykseen, jos paikattava alue on yhtenäinen ja vähäinen. Sen sijaan lasikangasbitumimatto- ja bitumimastiksieristykset joudutaan yleensä kokonaan uusimaan.



Kuva 3. Liikenteenjärjestely on hoidettava tehokkaasti.

Työtä varten laaditaan tarvittaessa työkohtainen työselitys, jossa on esitettävä ainakin

- laatuvaatimukset ja laadunvarmistustoimet
- vanhojen rakenteiden purkaminen
- eristysalustan esikäsittelyt
- vedeneristyksen paikan teko
- suoja- ja pintakerroksen teko.

Työ tehdään yleensä ajoradan puolisko kerrallaan. Liikenteen järjestely hoidetaan erillisen ohjeen /1/ mukaan (kuva 3). Tielle asetetaan nopeusrajoitus 30– 50 km/h. Nopeusrajoituksen asettamista varten tarvitaan tiepiirin päätös. Tarvittaessa käytetään liikennevaloja.

Siirrettävien sääsuojien käytöstä on saatu hyviä kokemuksia (kuva 4). Sääolosuhteissa tapahtuviin muutoksiin on varauduttava vähintään suojapeitteiden avulla. Peitteet poistetaan niin, ettei vesi valu eristettävälle pinnalle.



Kuva 4. Vedeneristystöissä on varauduttava sään vaihteluihin.

PINTARAKENTEIDEN PURKAMINEN JA ALUSTAN KUNNOSTUS

Pintarakenteet puretaan jyrsimällä tai piikkaamalla.

Asfalttikerrokset ja mahdollisen suojabetonin yläosa puretaan voimakkaalla jyrsimellä (kuva 5). Suojabetonin alaosa puretaan piikkaamalla ja vedeneristys konepetkeleellä.

Piikkaamalla purettaessa tarkistetaan ensin, että päällyste tai suojabetoni on todella otaksutun paksuinen ja pintarakenteet puretaan seuraavasti (kuva 6):

1. Paikattava kohta rajataan suoraviivaisesti timanttisahalla tai kulmahiomakoneella.
2. Asfaltti ja mahdollinen suojabetoni poistetaan maakiilakoneen tai talttavasaran leveällä taltalla, varoen vaurioittamasta paikalleen jäävää vedeneristystä.
3. Tultaessa 15 cm:n etäisyydelle leikatusta urasta poistetaan ylin osa uraan asti konepiikkauksella ja 2 cm:n paksuinen alaosa piikataan käsin tai kevyellä talttavasaralla.
4. Eristykseen tehdään puskusauha terävällä mattoveitsellä 10 – 15 cm:n päähän poistetun päällysteen tai suojabetonin reunasta ja eristys poistetaan korjattavalta alueelta (kuva 7). Alustassa lujasti kiinni olevaa bitumia ei yleensä tarvitse poistaa, mutta asia on varmistettava paikkaukseen käytettävän eristysmateriaalin valmistajalta. Vanhat kermiä ja mastiksia on kuitenkin poistettava.

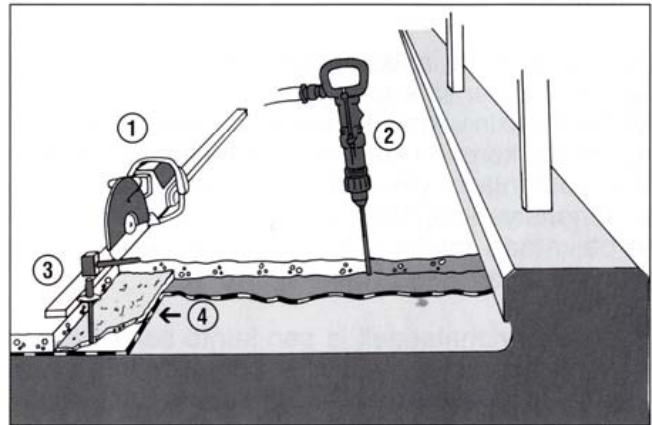
Jos eristuksen alla oleva betoni on vaurioitunut, piikataan kaikki rapautunut tai liian kloridipitoinen betoni pois (kuva 8) ja kolot täytetään juotoslaastilla tai -massalla. Juotosmassaa, kuten kuumuutta kestävä epoksia, käytetään, jos eristystyöhön on päästävä nopeasti ja paikkaukset eivät ole laajoja tai alueelle on tehtävä kosteussulku samalla aineella. Betonin pinnasta hiotaan pois kaikki terävät nystyrät. Jos muut kunnostustoimet ovat tarpeen ne tehdään eri ohjeen /2/ mukaan.

Eristettävän pinnan on oltava kuiva eikä siinä saa olla öljyä, pölyä tai muita epäpuhtauksia. Tarvittaessa pinta on kuivatettava. Eristysalustan pintalämpötilan on oltava vähintään 3 °C ilman kastepisteen yläpuolella. Ilman ja rakenteen lämpötilan pitää kuitenkin olla vähintään +5 °C. Työtä ei saa tehdä sateessa.

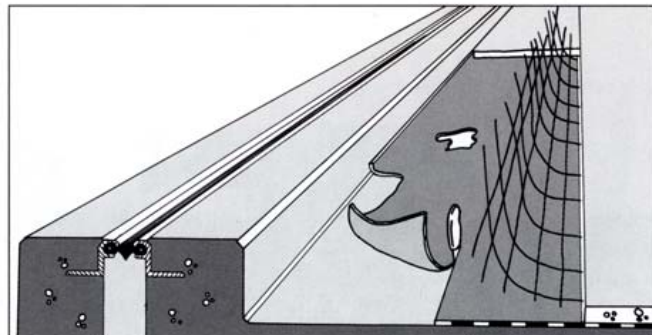
Syöksytorvet ja tippuputket kunnostetaan tarvittaessa siten, että ne toimivat ajatellulla tavalla. Kuvituslaitteet tehdään tarvittaessa niitä käsittelevien ohjeiden /3, 4 ja 5/ mukaan.



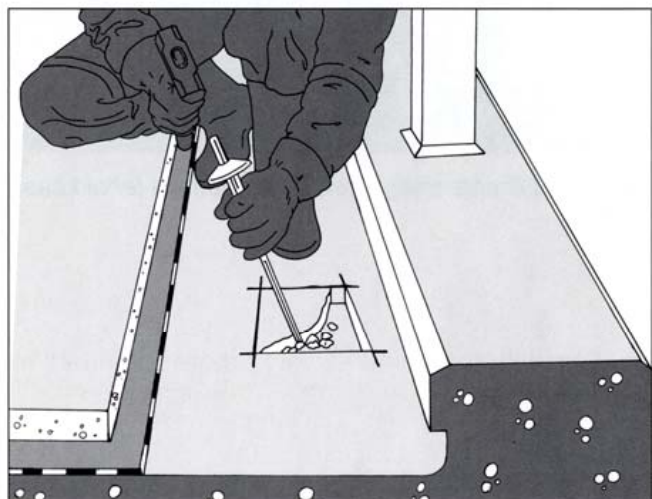
Kuva 5. Pintakerrosta puretaan jyrsimällä.



Kuva 6. Pintakerrosten purkamisvaiheet.



Kuva 7. Vedeneristykseen tehdään puskusauha.

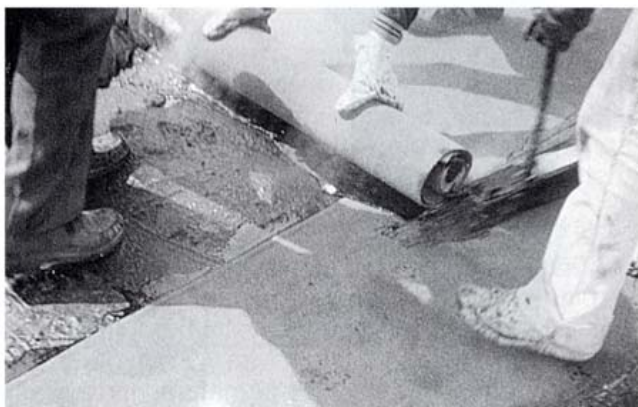


Kuva 8. Eristysalusta paikataan tarvittaessa.

KERMIERISTYKSEN PAIKKAAMINEN

Jos kermieristysten paikattava alue on yli 50 m², paikkaus voidaan tehdä kermieristysten uusimisohjetta /6/ soveltaen.

Kermieristystä paikattaessa käytetään liimaamalla kiinnitettäviä kermejä. Kermit kohdistetaan aluksi paikalleen. Liimaamalla kiinnitettävät kermit asennetaan siten, että kuumaa kumibitumia kaadetaan kaatonokalla varustetusta kannusta kermirullan eteen niin, että kermiä auki rullattaessa rullan edessä on aaltomainen bitumikerros ja bitumia pursuaa rullan reunoista (kuva 9). Kumibitumia käytetään vähintään 1,5 kg/m². Liimauskerroksen paksuuden pitää olla mahdollisimman tasainen. Kumibitumin levityslämpötilan on oltava +180 – 210 °C. Kumibitumin sulatuksessa saa käyttää vain Tiehallinnon siltayksikön hyväksymää sulatuspataa. Jos eristysalusta on riittävän tasainen, paikkaus voidaan tehdä kuumentamalla kiinnitettävillä kermeillä.



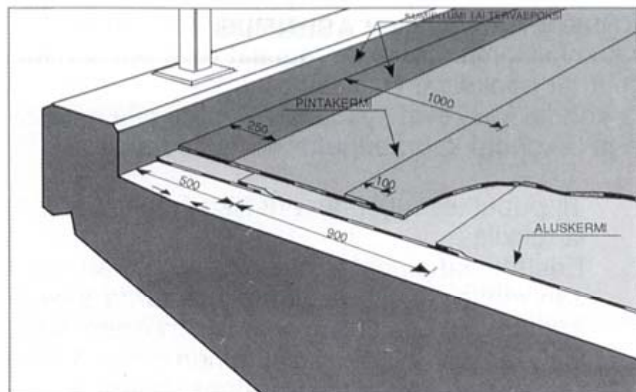
Kuva 9. Eristyskermin kiinnitystä liimaamalla.

Vedeneristystyö aloitetaan mahdollisuuksien mukaan viettokaltevuuden alareunasta ja kermit levitetään yleensä sillan pituussuuntaan. Kermieristysten saumat liimataan myötäsukaan veden virtaussuuntaan nähden. Limityksen on oltava reunoissa vähintään 100 mm ja jatkoksissa vähintään 150 mm (kuva 10).

Jos sillan reunassa ei ole vedeneristykselle tarkoitettua varausta, kermieristys tehdään veden virtaussuuntaan nähden alapuolisessa reunassa seuraavasti (kuva 10):

1. Reunimmaiseksi asennetaan 500 mm:n levyinen eristyskermi, jonka jälkeen työtä jatketaan täysilevyisillä tai paikattavan alueen mukaan mitoitetuilla eristyskermeillä. Reunan ja kermin välinen puskusauma tiivistetään tervaepoksilla tai kumibitumilla.
2. Täysilevyisen pintakermin ulkoreuna liitetään puskusaumalla reunapalkin tai -kaistan sisäpintaan, jonka jälkeen työtä jatketaan täysilevyisillä tai paikattavan alueen mukaan mitoitetuilla pintakermeillä.
3. Tukikaistan, reunapalkin tai reunuksen pystypintaan ja 250 mm:n levyiselle kaistalle kermieristysten päälle sivellään kaksi kerrosta Tiehallinnon siltayksikön hyväksymää tervaepoksia, jonka pitää tarttua bitumiin, tai kumibitumia. Ainemenekin pitää olla kumibitumia käytettäessä vähintään 1,5 kg/m² ja tervaepoksia käytettäessä vähintään 1 kg/m² kerrosta kohden. Pystypinta suihkupuhostetaan ennen sivelyä

mieristysten päälle sivellään kaksi kerrosta Tiehallinnon siltayksikön hyväksymää tervaepoksia, jonka pitää tarttua bitumiin, tai kumibitumia. Ainemenekin pitää olla kumibitumia käytettäessä vähintään 1,5 kg/m² ja tervaepoksia käytettäessä vähintään 1 kg/m² kerrosta kohden. Pystypinta suihkupuhostetaan ennen sivelyä



Kuva 10. Reunan sisäsivuun puskusaumalla liitetty kermieristys.

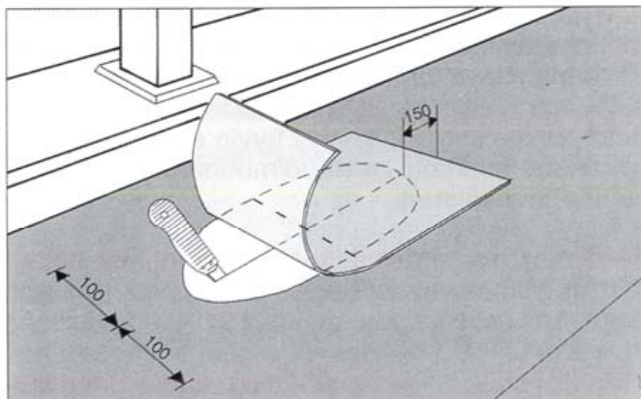
Reunan sisäsivulle nostettava kermieristys tehdään veden virtaussuuntaan nähden alapuolisessa reunassa SILKO-ohjeen 2.811 kuvan 12 mukaan tai tämän ohjeen kuvaa 19 soveltaen.

Jos liimattuun tai kuumentamalla kiinnitettyyn kermiin tulee ilmakupla, menetellään seuraavasti (kuva 11):

1. Ilmakupla halkaistaan ristiin terävällä mattoveitsellä.
2. Kermin alle kaadetaan ohut kerros kuumaa kumibitumia ja kermi painetaan kiinni eristysalustaan.
3. Viillon päälle liimataan kuumalla kumibitumilla paikka saumaussääntöjen mukaan.

Kohdistuksessa tullut poimu korjataan samalla tavalla. Muut kermit paikataan tuotekohtaisten ohjeiden mukaan.

Saumojen kiinnittymistä tehostetaan painamalla tai telalla rullaamalla.



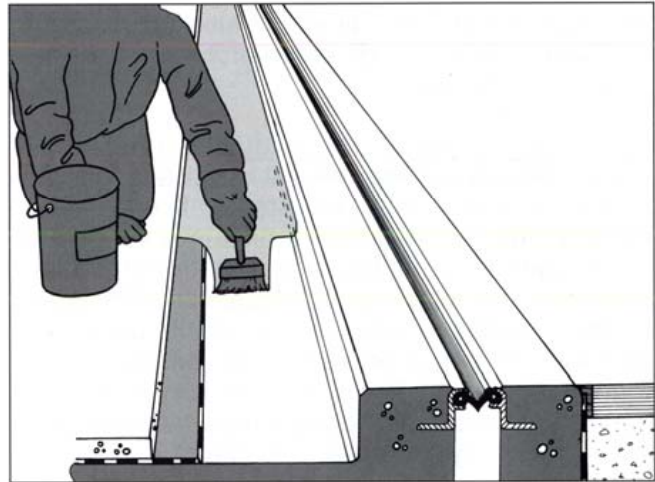
Kuva 11. Kermieristykseen syntyneen kuplan korjaaminen.

MASSAERISTYKSEN PAIKKAAMINEN

Massaeristys paikataan elastisella *vedeneristysmassalla*. Jos eristetään pystysuoria pintoja, vedeneristysmassan on oltava valumatonta (tikstrooppista).

Elastiset vedeneristysmassat ovat joko yksi- tai kaksikomponenttisia. Yksikomponenttiset massat ovat yleensä kuumana levitettäviä polymeerimodifioituja bitumeita. Huoneenlämpöisenä sekoitettavat kaksikomponenttiset massat ovat polyuretaaneja tai epokseja. Paikkaus tehdään seuraavasti (a-kohdat koskevat kylmänä sekoitettavia massoja ja b-kohdat kuumennettavia massoja):

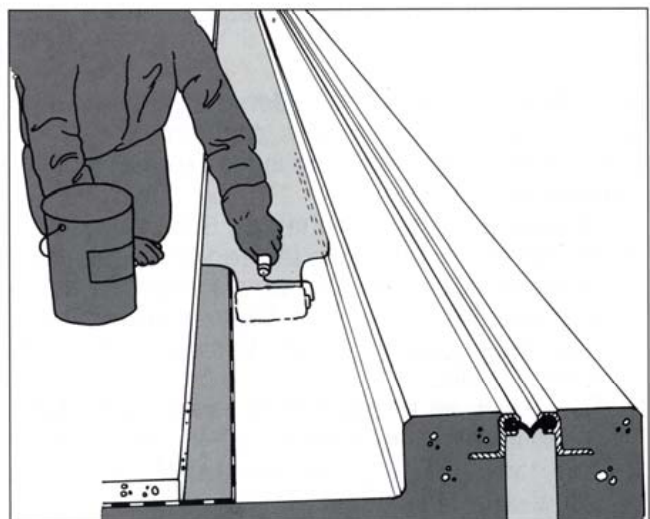
1. Tippuputket suljetaan eristystyön ajaksi tiiviillä tulpilla.
2. Eristettävät pinnat telataan tai sivellään massan mahdollisesti vaatimalla *tartunta-aineella* massan valmistajan ohjeiden mukaan (kuva 12). Tartunta-aineen kuivuminen määrää eristysmassan levittämisen ajankohdan, se on yleensä yli 0,5 tuntia.
3. Eristysmassan *komponentit* sekoitetaan tai polymeeribitumi sulatetaan huolellisesti valmistajan ohjeita noudattaen.
 - 3a. *Eristysmassa* sekoitetaan porakoneeseen kiinnitettävällä siivikolla tai vispilällä, jonka kierrosnopeus on 250 – 500 kierrosta minuutissa (kuva 13). Riittävä, ohjeiden mukainen sekoittaminen on tärkeää. Yleensä sekoitusajat ovat 3 – 5 minuuttia. Ennen yhdistämistä komponentteja sekoitetaan erikseen. Yhdistämisen jälkeen komponentit sekoitetaan keskenään. Sen jälkeen seos kaadetaan toiseen astiaan ja sekoitetaan vielä kerran. Massaa tehdään vain kerralla käytettävä määrä, koska massan työstettävyyssika (pot life) on lyhyt, yleensä noin puoli tuntia.
 - 3b. *Polymeerimodifioitu bitumi* kuumennetaan Tiehallinnon siltayksikön hyväksymässä sulatuspadassa. Massan lämpötila padassa ei saa ylittää 210 °C. Padan tilavuus valitaan korjaustyön mukaan. Yleensä 200 – 300 litran pata on riittävä.
- 4a. *Vedeneristysmassa* levitetään valmistajan ohjeen mukaan, yleensä 2 – 3 mm:n kerroksena. Eristysmassa levitetään ruiskulla, telalla tai siveltimellä (kuva 14). Massojen sitoutumisajat vaihtelevat tunnista vuorokauteen.



Kuva 12. Yleensä tarvitaan tartuntasively.



Kuva 13. Eristysmassan komponentit sekoitetaan tuotekohtaisen ohjeen mukaan.



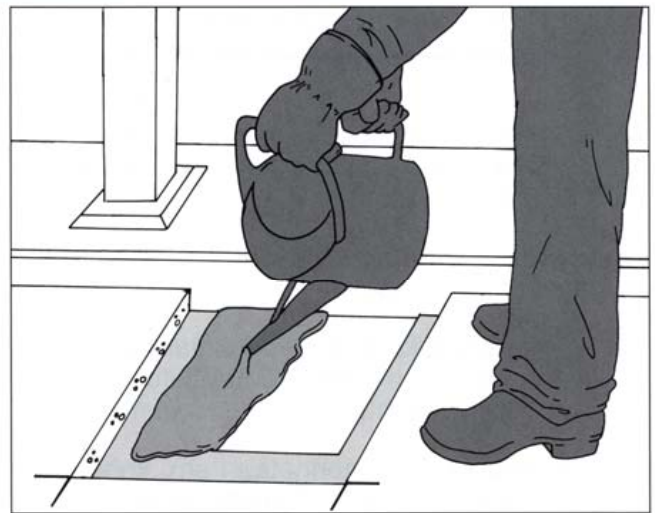
Kuva 14. Eristysmassa levitetään tuotekohtaisen ohjeen mukaan.

- 4b. *Polymeerimodifioitu bitumi* kaadetaan kannusta kohteeseen (kuva 15). Massa levitetään lastalla tai harjalla.
5. Vedeneristysten ja kuivatuslaitteiden väliset saumat on tehtävä ehdottoman vesitiiviiksi. Jos eristysten pintaan jää painanteita, täytetään ne massalla ilman esisivelyä.

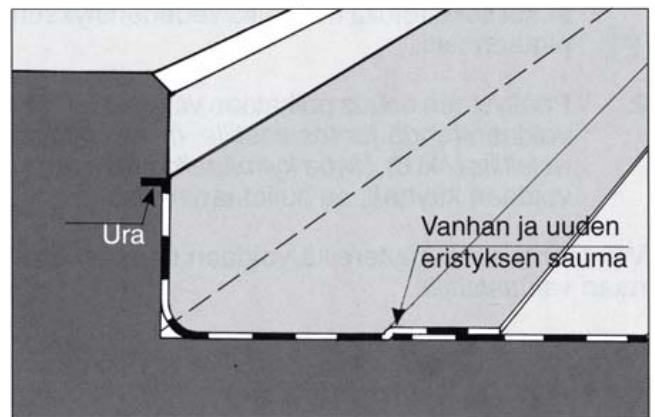
Polyuretaanista tehtävä vedeneristys viedään sillan reunassa yleensä reunapalkin yli ja maalataan haluttuun värisävyyn. Muussa tapauksessa vedeneristysten tiiviys sillan reunassa varmistetaan seuraavasti:

- Jos reunapalkin tai -kaistan sisäreunassa on varaus, massaeristys nostetaan pystypinnalle kuvan 19 mukaan.
- Jos varausta ei ole, vedeneristys päätetään siten, että pystypintaan leikataan vaakasuora $2 \times 2 \text{ mm}^2$:n ura, johon massaeristys päätetään (kuva 16).

Erityistä huomiota kiinnitetään siihen, että vesi ei pääse reunasta vedeneristysten alle.



Kuva 15. Polymeerimodifioitu bitumi kaadetaan kannusta kohteeseen.



Kuva 16. Vedeneristysten päättäminen reunan pystypintaan.

MASTIKSIERISTYKSEN PAIKKAAMINEN

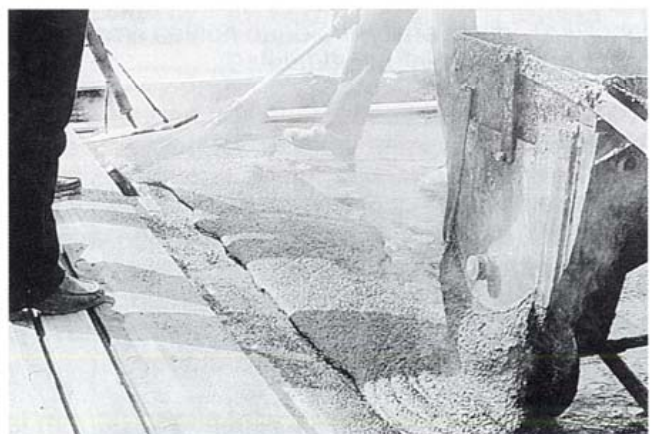
Mastiksieristysten vauriot korjataan seuraavasti (kuva 17):

1. Pintarakenteet sahataan kansilaattaan asti suoraan viivaisesti kuivaterällä tai piikataan.
2. Paineentasausverkko työnnetään entisen alle, jos se on mahdollista.
3. *Eristysmastiksi* valetaan paikattavalle alueelle.
4. Paikan saumoja lämmitetään ja hierretään kapulalla.

Sauman päälle levitetään noin 20 cm:n levyinen kumibitumikaista.

Harvaksi jäänyt tai mattapintainen mastiksi tiivistetään levittämällä pinnalle *kumibitumia* vähintään $1,5 \text{ kg/m}^2$. Paikattavat kohdat lämmitetään siten, että kumibitumi alkaa sulaa paikan reunoilta.

Mahdolliset ilmakuplat puhkaistaan, paine päästetään ulos, reiän kohtaa lämmitetään kunnes mastiksi valuu reikään, jonka jälkeen pinnalle levitetään *kumibitumia*.



Kuva 17. Mastiksipaikan teko.

NÄYTEREIKIEN PAIKKAAMINEN

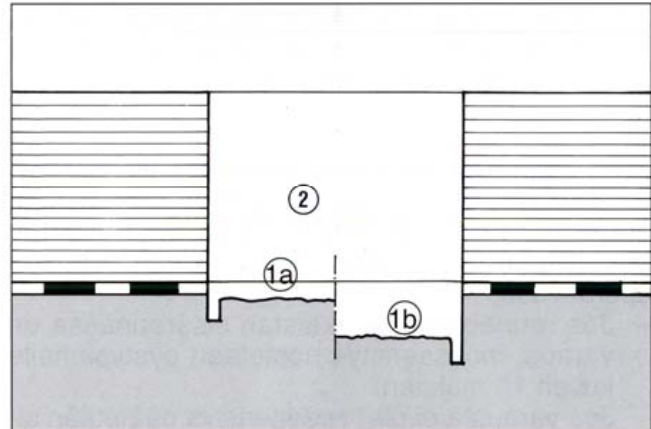
Aluskermiin tartuntavetokokeen yhteydessä syntyvät reiät täytetään *kumibitumilla* ja paikataan kermillä kuvan 11 mukaan.

Pintarakenteiden läpi porattu näytäreikä paikataan seuraavasti (kuva 18):

- 1a. Jos näytäreikä ulottuu korkeintaan senttimetrin kansilaatan betoniin, kolo täytetään vedeneristyspintaan asti *kumibitumilla*.

Kumibitumi kuumennetaan em. kohdan 3b mukaan. Vanhan eristysreuna kuumennetaan ensin.
- 1b. Syvemmät kolot paikataan kuumuutta kestävältä *epoksista* ja kuivatetusta kiviaineksesta sekoitetulla massalla vedeneristyspintaan asti.
2. Päälysteen osuus paikataan valamalla. Valu voidaan tehdä *juotoslaastilla*, *mastiksilla* tai *asfaltilla* (AB 6). Myös *kylmäpaikkausmassaa* voidaan käyttää, se sullotaan reikään.

Vaihtoehtoisesti näytäreikä voidaan täyttää kokonaan *valuasfaltilla*.

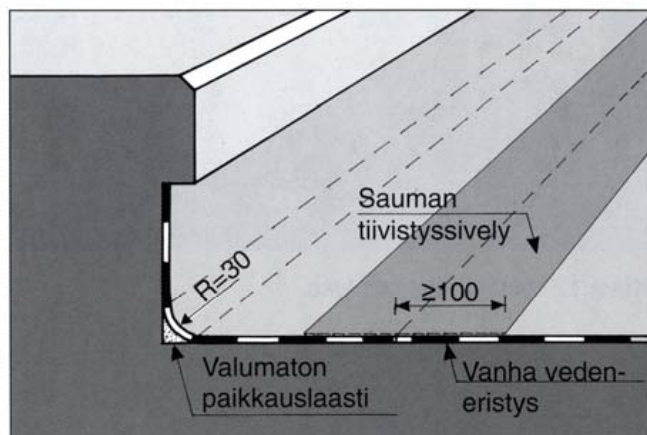


Kuva 18. Näytäreiän paikkaus.

Jos pintarakenteita avataan näytäreikää laajemmalla alalta, vedeneristys paikataan materiaalin mukaan edellä selostetulla tavalla. Aina on harkittava myös poistetun vedeneristyskorvaamista joko *kumibitumilla* tai kuumentamalla kiinnitettävillä *eristyskermeillä*.

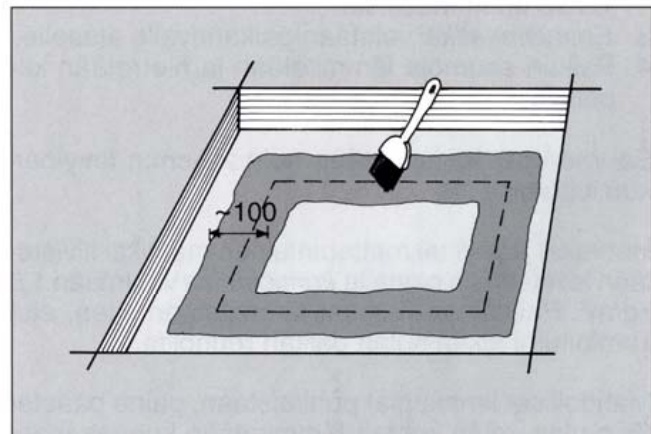
PAIKKAUKSEN REUNOJEN TIIVISTÄMINEN

Jos reunapalkin tai reunakaistan sisäreunassa on varaus vedeneristysylösnostoa varten, alakulma pyöristetään vähintään 30 mm:n säteellä (pulloholkka), jolloin eristys voidaan nostaa ilman murumisvaaraa "lipan" alle (kuva 19).



Kuva 19. Vedeneristyspäättämisen reunassa olevaan varaukseen.

Muulla uuden ja vanhan vedeneristyspinnan sauma tiivistetään levittämällä ohut kerros tiivistysmassaa vähintään 10 cm:n leveydelle sauman päälle (kuva 20). Kermi- ja mastiksieristysten tiivistysmassana käytetään joko sulatettua *kumibitumia* tai kylmänä levitettävää *kumibitumikittä*. Toimenpiteestä ei saa aiheutua vettä pidättävää kynnystä.



Kuva 20. Paikan reunojen tiivistäminen vaakatasossa.

LAADUNVARMISTUS

Paikkaustyössä noudatetaan ehdottomasti tuotekohtaisia ohjeita.

Jos paikatulla alueella on sillan kuivatuslaitteita, veden ohjautuminen pois eristyksen päältä tarkistetaan valuttamalla vettä valmiin eristyksen päälle.

Laadunvarmistuksessa noudatetaan soveltuvien osien SYL 6:n /7/ määräyksiä. Korjaustyöstä laiteaan merkintä työmaapäiväkirjaan tai täytetään työvuoroittain korjaustyön pöytäkirja (TIEL 7000033).

KORJAUSTYÖSSÄ KÄYTETTÄVÄT OHJEET

- /1/ Liikenne tietyömaalla. Päälystystyöt. Helsinki: Tiehallitus, 1991. 49 s. ISBN 951-726-449-6, TIEL 22720001/98.
- /2/ Betonirakenteet. Vedeneristyksen alustan kunnostus. Helsinki: Tielaitos 1993. (SILKO 2.240). TIEL 2230096 – 2.240.
- /3/ Kuivatuslaitteet. Tippuputken teko päällysrakenteeseen. Helsinki: Tiehallitus 1990. (SILKO 2.611). TIEL 2230096 – 2.611.
- /4/ Kuivatuslaitteet. Reunasalaojan teko. Helsinki: Tiehallitus 1990. (SILKO 2.613). TIEL 2230096 – 2.613.
- /5/ Kuivatuslaitteet. Poikittaisen salaojan teko. Helsinki: Tie- ja vesirakennushallitus 1988. Moniste. TIEL 2230096– 2.614.
- /6/ Kannen pintarakenteet. Vedeneristyksen uusiminen – kermieristys. Helsinki: Tielaitos 1993. (SILKO 2.811). TIEL 2230096 – 2.811.
- /7/ Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Kannen pintarakenteet – SYL 6. Helsinki: Tiehallitus, 1992. 53 s. ISBN 951-47-5501-1. TIEL 2210008.