

YLEISOHJEEN SISÄLTÖ



Kuva 1. Kermieristysten tekoa liimaamalla.



Kuva 2. Mastiksieristysten tekoa.



Kuva 3. Massaeristysten tekoa ruiskuttamalla.

1.	YLEISTÄ	3
1.1	Ohjeen käyttöalue	
1.2	Vedeneristämisen lähtökohdat	
1.3	Vedeneristysten käsitteet	
1.3.1	Vedeneristysten korjaustyön vaiheet	
1.3.2	Termit ja määritelmät	
1.3.3	Kirjain- ja numerotunnukset	
1.4	Vedeneristysten vauriot	
1.5	Kosteusteknillinen suunnittelu	
1.5.1	Kosteusteknillisiä peruskäsitteitä	
1.5.2	Sallittu kosteus	
1.5.3	Suunnitteluperiaatteet	
1.5.4	Rakenneratkaisut	
1.5.5	Vedeneristysuunnitelma	
2.	TOTEUTUSTAPA	11
2.1	Toteutustavan valinta	
2.2	Urakka-asiakirjat	
2.3	Valvontaorganisaatio	
3.	TYÖSUOJELU JA YMPÄRISTÖNSUOJELU	12
3.1	Työsuojelu	
3.2	Liikenteen ohjaus	
3.3	Ympäristönsuojelu	
4.	MATERIAALIEN LAATUVAATIMUKSET	14
4.1	Kumibitumiliuos	
4.2	Kumibitumit	
4.3	Tervaepokset	
4.4	Kermit	
4.5	Kermieristysrakenteet	
4.6	Eristysmastiksi	
4.7	Eristysmassat	
4.8	Materiaalien yhteensopivuus	
5.	VEDENERISTYKSEN ALUSTA	19
5.1	Viettokaltevuudet	
5.2	Tasaisuus ja puhtaus	
5.3	Kosteus	
6.	VEDENERISTYSTYÖ	20
6.1	Työskentelyolot	
6.2	Eristysalustan esikäsitteleminen	
6.3	Kermien kiinnitys	
6.3.1	Liimaus	
6.3.2	Kiinnitys kuumentamalla	
6.3.3	Itseliimautuvien kermien asennus	
6.4	Mastiksieristysten teko	
6.5	Massaeristysten teko	
7.	RAKENTEIDEN YKSITYISKOHDAT	23
7.1	Rajakohdien tiivistys	
7.2	Läpiviennit	
7.3	Liikuntasaumot	
7.4	Sillan reunat	
8.	VEDENERISTYKSEN SUOJAAMINEN	25
8.1	Työnaikainen suojaus	
8.2	Suojakerros	
8.2.1	Asfaltti	
8.2.2	Suojakermi	
8.2.3	Kuitukangas ja hiekka	
8.2.4	Tasausmassa	
8.2.5	Valuasfaltti	
8.3	Laakerointikerros	
8.4	Suojabetoni	
9.	LAADUNVARMISTUS	26
9.1	Yleisvalvonta	
9.2	Kermieristys	
9.3	Mastiksieristys	
9.4	Massaeristys	
10	RIINNAKKAISET OHJEET	28
10.1	Standardit	
10.2	TIE-menetelmät	
10.3	Muut ohjeet	
LIITE	Termit ja määritelmät	30

Tiehallitus, suunnitteluosasto, siltayksikkö 1992

SILKO-projektin pintarakennetyöryhmä:

Diplomi-insinööri Jouko Lämsä puh.joht.
Tutkimuspäällikkö, DI Lars Forstén
Rakennusneuvontapääll., rkm Ossi Jussila (9/92 asti)
Tuotekehityspäällikkö, DI Ari Kompuinen (9/92 lähtien)
Erikoistutkija, DI Kyösti Laukkanen
Tieinsinööri, DI Mats Reihe
Toimitusjohtaja, ins. Jarmo Saarikko
Rakennusmestari Antti Saarinen
Toimitusjohtaja, ins. Jorma Huura sihteeri

TIEH/S/silta
Lemminkäinen Oy
Katepal Oy
Katepal Oy
VTT/TGL
TIEH/Tt
Uretek-Elastomer Oy
Hämeen tiepiiri
Insinööritoimisto Jorma Huura Ky

Erikoisasiantuntijat:

Terminologi, FM Lari Kauppinen
Työsuojeluinsinööri Seija Vilander

Tekniikan Sanastokeskus ry
TIEH/He

Konsultti: Insinööritoimisto Jorma Huura Ky

Piirrokset: Jouni Huura 4 ja 5
Satu Jokilehto 12 ja 13
Lari Kauppinen 6

Valokuvat: Pentti Eloniemi 28 ja 29
Jaakko Hoikkala 1
Jorma Lampinen 7
Jarmo Saarikko 3 ja 16
Esitteestä 22
Jorma Huura muut kuvat

Lausunto: Kattoliitto ry

TIEL 2230095 - SILKO 1.801
© 1992 Tielaitos
Ecuprint Oy, Tampere 1993

Tätä julkaisua myy

Tielaitos
Hallinnon palvelukeskus
Painotuotevarasto
Opastinsilta 12 A
PL 33, 00521 HELSINKI
Puhelinvaihte (90) 148 721
Telekopio (90) 1487 2698

1 YLEISTÄ

1.2 Ohjeen käyttöalue

Tässä ohjeessa käsitellään kansilaatan vedeneristämistä. Ohjetta voidaan käyttää sekä korjaus- että uudisrakentamisessa. Sitä voidaan soveltaa myös maata vasten tulevien pintojen kosteudeneristystöissä. Muiden rakenteiden suojaamista kosteudelta käsitellään betoni-, teräs- ja puurakenteiden SILKO-ohjeissa.

Tätä ohjetta käytetään rinnan kannen pintarakenteita koskevan sillanrakentamisen yleisen työselityksen /1/ ja päällysteitä käsittelevän SILKO-yleisohjeen /2/ kanssa. Jälkimmäisessä esitetty ohutkerospäällyste toimii samalla vedeneristyskseenä.

Ohjeen tarkoituksena on

- kertoa vedeneristuksen tarkoitus ja periaateratkaisut

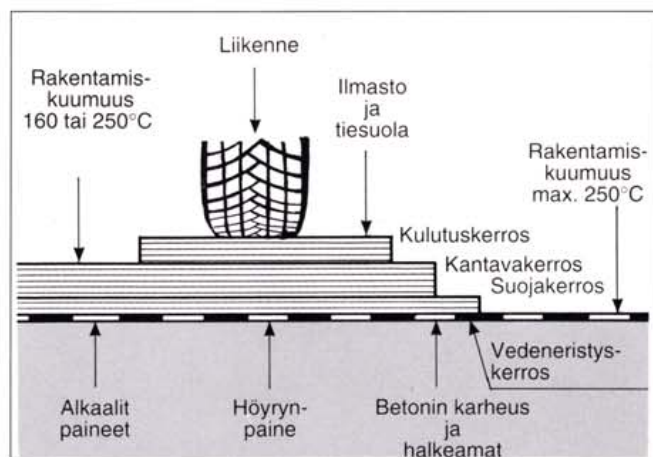
- esitellä sillankorjaustöissä käytettävät materiaalit
- toimia tiehallituksen hyväksymien tuotteiden taustatiedostona mm. laatuvaatimuksissa
- antaa keskitetysti työsuojelu- ja ympäristönsuojeluohjeet.

Tuotekohtaisia tietoja on saatavissa SILKO-ohjeiston tarviketiedostosta (kansio 3) ja SILKO-projektiin liittyvistä Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tutkimusraporteista.

Kosteuden vaikutusta rakenteisiin on käsitelty tarkemmin alan kirjallisuudessa /3 ja 4/. Kosteuden- ja vedeneristyskysymyksiä käsitellään kirjallisuudessa yleensä talonrakennustekniikan kannalta katsoen, mutta tietoja voidaan soveltaa myös siltojen korjaustöihin. Erityisesti siltojen vedeneristystä on käsitelty julkaisuissa /5 ja 6/.

1.2 Vedeneristämisen lähtökohdat

Sillan pintarakenne eroaa tien muista osista siinä, että alustana on jäykkä laatta. Kantavan laatan päällä on vedeneristys, jonka päällä ovat muut kannen pintarakenteet: suojakerros, sidekerros ja kulutuskerros.



Kuva 4. Sillan kannen pintarakenteeseen kohdistuvia kuormituksia /7/.

Sillan kannen pintarakenteisiin kohdistuu suuria rasituksia (kuva 4), jotka vedeneristuksen on kestävä. Yksilöidymmin nämä tekijät vaikuttavat sillan rakentamisen ja käytön aikana seuraavasti:

- Eristämisen ja päällystämisen aikana vaikuttavat
- betonipinnan epätasaisuudet
 - sementtikalvo betonin pinnassa
 - erilaiset betonin pintakäsittelyt

- työnaikaisesta liikenteestä johtuvat kuormat
- irtokivien painuminen vedeneristuksen pintaan
- polttoaineiden vuodot työkoneista
- terävien työvälineiden putoamisesta aiheutuvat vauriot
- pinnan likaantuminen
- päällysteen levityslämpötilan nouseminen jopa +250 °C:seen
- päällystemassan kuumen kiviaineksen tunkeutuminen vedeneristykseen
- päällysteen levityksen ja tiivistyksen aiheuttamat leikkausvoimat
- suuret vaihtelut lämpötilassa, kosteudessa ja säätilassa
- sade, tuuli ja pöly.

Käytön aikana vedeneristys saattaa joutua alttiiksi seuraaville rasituksille:

- ympäröivä lämpötila vaihtelee välillä -40 ... +35 °C
- pintalämpötila vaihtelee välillä -40 ... +70 °C
- suhteellinen kosteus vaihtelee välillä 50 — 100 %
- vesi, jää ja lumi
- pinnan läpi välittyvät kiihdytys-, jarrutus- ja kääntövoimat
- rakenteelliset liikkeet ja vaakasuorat vetovoimat (lämpöliike)
- kansilaatan ja päällysteen halkeamat (liikkuvat ja pysyvät)
- lammikoituneen veden ja liikenteen aiheuttama hydraulinen paine
- veden ja liuotteiden aiheuttama höyrynpaine (18 grammasta vettä voi syntyä yli 20 litraa höyryä)
- tiesuolat (NaCl ja CaCl₂)
- uudelleenpäällystys- ja kannenkorjaustyöt.

Vedeneristyksen tarkoitus on suojata siltakantta ylhäältä tulevalta kosteudelta ja suolavedeltä. Vedeneristykseltä vaaditaan vesitiiviyyden lisäksi mm. seuraavia ominaisuuksia:

- hyvä tartunta alustaan koko käyttöiän. Tällöin eristevaurioista johtuvat vuodot jäävät paikalliseksi ja niiden paikantaminen on helppoa.
- suuri leikkauslujuus (osittain sama edellisen ominaisuuden kanssa). Muuten liikenteen jarruvoimat voivat aiheuttaa pintarakenteen liikkumista ja aaltoilua.
- elastisuus alhaisissa lämpötiloissa. Se estää rakennebetoniin tulevien halkeamien välittymisen ylempiin kerroksiin ja takaa eristeen toimintakelpoisuuden myös kovilla pakkasilla.
- kestävyys ylempien kerrosten tekoa vastaan. Kyse on lähinnä päällystekerrosten levityksen aikaisesta lämpöshokista ja levityksen aiheuttamasta mekaanisesta rasituksesta. Suojakerroksia käytettäessä ei tätä ongelmaa ole.
- taloudellisuus. Eristeiden kustannuksia laskettaessa tulisi selvittää vuosikustannukset, neliöhinta ei sinänsä ole ratkaiseva.

Sillankorjaustöissä käytettävät vedeneristysraken-
teet ovat

- 1) kermieristys,
- 2) mastiksieristys ja
- 3) massaeristys.

Mastiksieristys ei ole kauttaaltaan kiinni alustas-
saan.

Jos sillan vedeneristys ei ole kunnossa, tiesuolat aiheuttavat seuraavia haitallisia, raudoituksen korroosioon johtavia ilmiöitä kansilaatan betonissa:

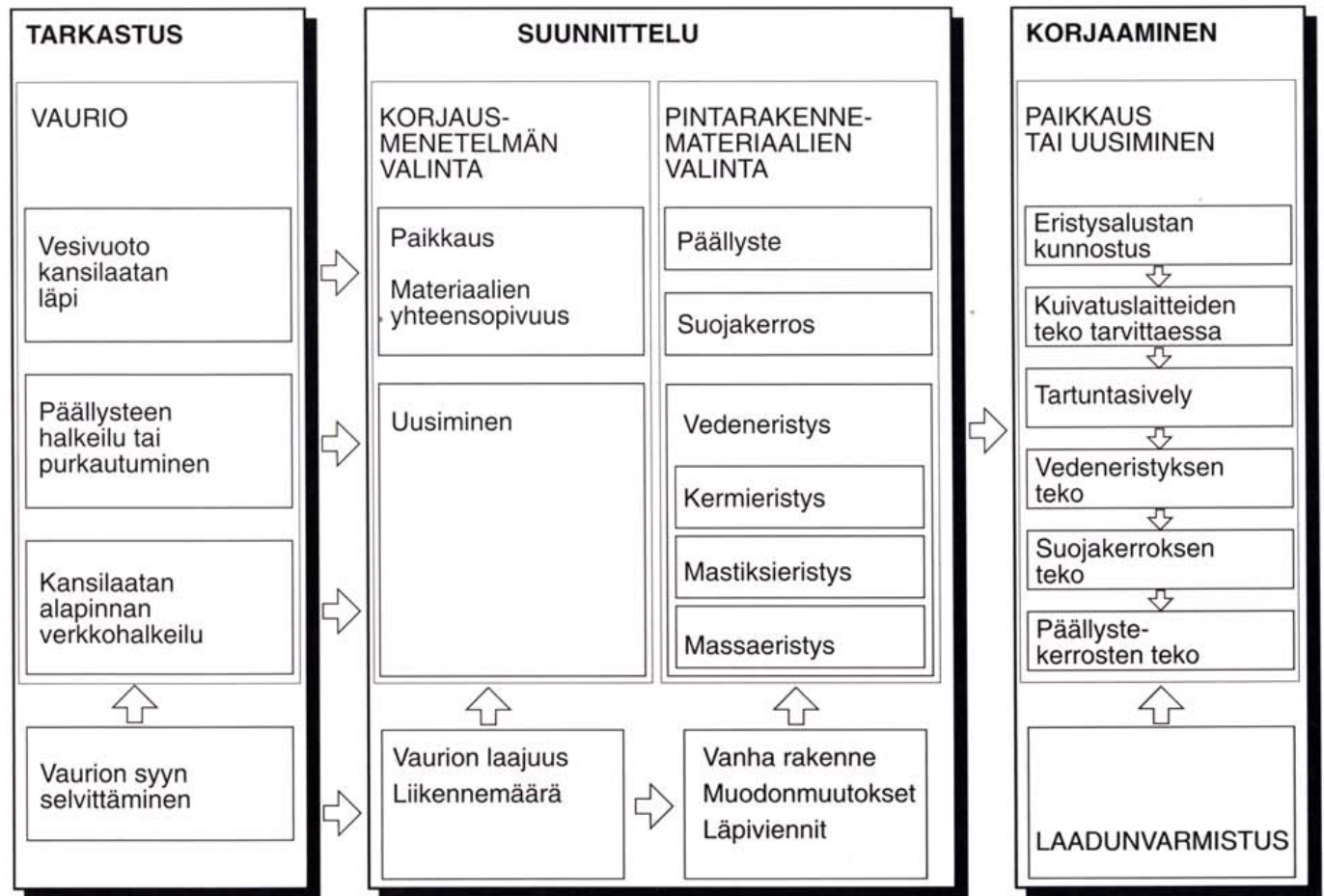
- kapillaarinen kosteus lisääntyy betonin pinnassa olevan jään sulaessa
- kosteuden haihtuminen hidastuu (sitoo kosteutta)
- vaurioita aiheuttava sisäinen paine kasvaa rakenteen jäätyessä
- jäätymis-sulamisjaksot lisääntyvät talven aikana.

Suolalla ei ole bitumiin haitallista vaikutusta. Suolalla paljaana pidettävä asfalttipinta on sen sijaan erittäin altis nastarenkaiden kuluttavalle vaikutukselle.

1.3 Vedeneristysten käsitteet

1.3.1 Vedeneristysten korjaustyön vaiheet

Sillan korjaustyöhön liittyvän vedeneristystyön päävaihteita ovat tarkastus, suunnittelu ja korjaaminen, jotka jakaantuvat työvaiheisiin kuvan 5 mukaisesti.

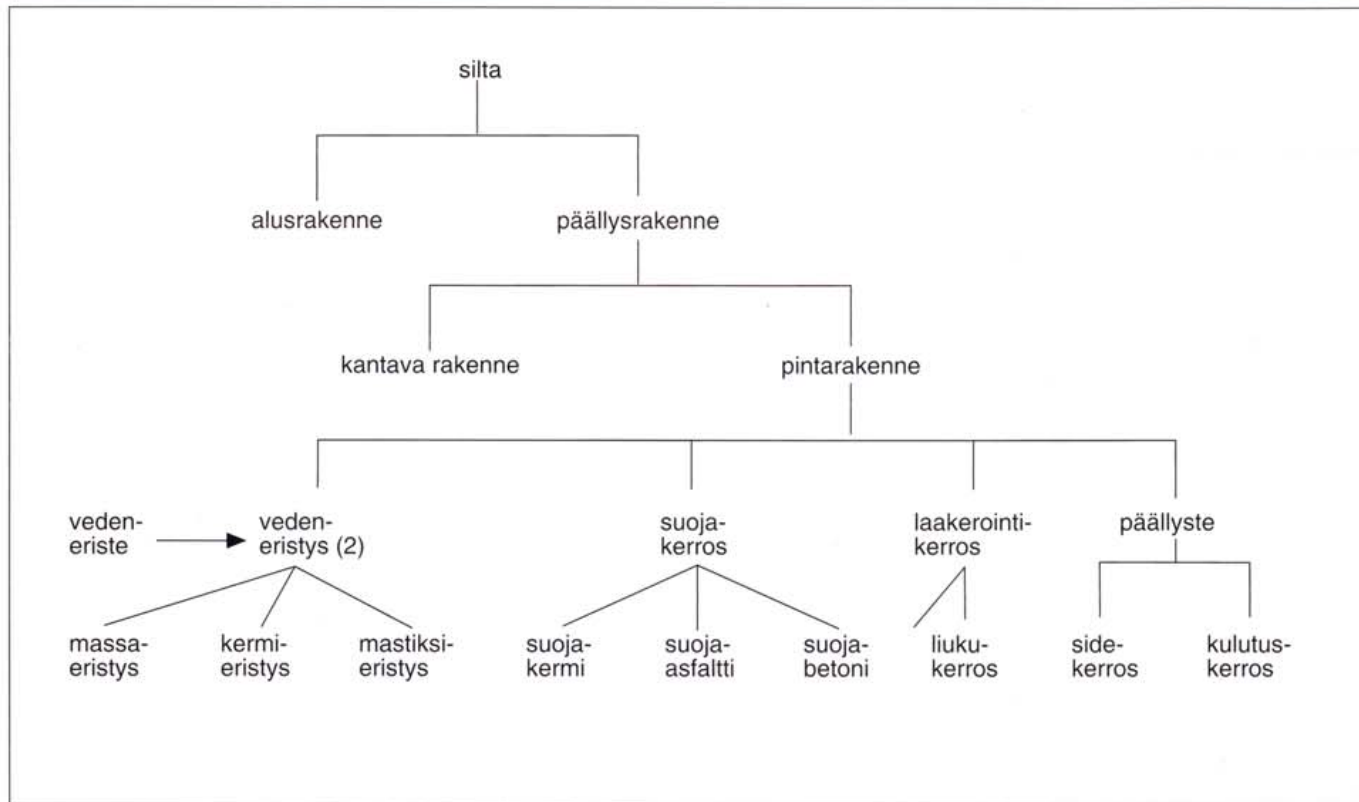


Kuva 5. Sillan vedeneristysten korjaustyön vaiheet.

1.3.2 Termit ja määritelmät

Vedeneristysrakenteita kuvaava käsitejärjestelmä on kuvassa 6. Kuvassa esiintyvät termit on määritetty liitteessä 1; samassa liitteessä on määritetty myös muita tässä ohjeessa käytettyjä keskeisiä termejä. Ne on ryhmitelty seuraavasti:

1. pintarakenne
2. vedeneristys
3. komposiitti
4. kermi
5. massa ja mastiksi
6. bitumi
7. kosteus
8. muut ominaisuudet yms.
9. muuta.



Kuva 6. Sillan kannen pintarakenteiden käsitejärjestelmä.

1.3.3 Kirjain- ja numerotunnukset

Siltojen vedeneristyksissä käytettävissä tarvikkeissa esiintyy seuraavia kirjaintunnuksia:

Kermit

K	tuotteen eristyskerros on kumibitumia
M	eristyskermi
P	pintakermi
S	tukikerroksena polyesterihuopa
X	muu tukikerros

Muut

BL	bitumiliuos
KBL	kumibitumiliuos
KB	kumibitumi
SBS	styreenibutadieenistyreeni
APP	ataktinen polypropeenimuovibitumi
A	akryyli (kopolymeerin osana)
EP	epoksi
PUR	polyuretaani

Selvitys kermien tuotelajien merkinnöistä on saatavissa standardista SFS 5010 ja muiden vedeneristystuotteiden merkinnöistä eri normeista /8/. Siltojen vedeneristyksissä käytettävät kermit merkitään standardin SFS 5010 mukaan seuraavasti:

- K-PS tarkoittaa pintakermiä (P), jonka valmistukseen on käytetty kumibitumia (K) ja tukikerroksena on polyesterihuopa (S).
- K-MS tarkoittaa eristyskermiä (M), jonka valmistukseen on käytetty kumibitumia (K) ja tukikerroksena on polyesterihuopa (S).
- PX tarkoittaa pintakermiä (P), jonka tukikerroksena on muu (X) kuin polyesteri- tai lasikuituhuopa.

Kirjaintunnuksen perässä on numerotunnus, jonka ensimmäinen luku ilmaisee tukikerroksen neliömassan (g/m^2) ja toinen luku valmiin tuotteen neliömassan (g/m^2). Jos kermi on kuumentamalla kiinnitettävä, lajitunnuksen jälkeen liitetään sana "hitsattava". Esimerkiksi liimaamalla kiinnitettävä aluskermi merkitään K-MS 170/3000 ja vastaava kuumentamalla kiinnitettävä kermi K-MS 170/4000 hitsattava (hits.).

Kumibitumin lajitunnuksessa oleva numero ilmaisee pehmenemislämpötilan, esim. KB-80 tai KB-100. Kumibitumiliuoksen kirjaintunnuksen (KBL) perässä olevan numerotunnuksen (20/100) ensimmäinen luku ilmaisee keskimääräisen viskositeetin (mm^2/s) ja toinen luku pehmenemispisteen maksimilämpötilan.

1.4 Vedeneristysten vauriot

Materiaalin vanheneminen sekä suunnittelu-, materiaali- ja työvirheet aiheuttavat laajoja vaurioita, jotka johtavat vedeneristysten uusimiseen (kuva 7). Tavallisimpia syitä vaurioihin ovat

- Eristysalusta ei ole ollut ohjeiden mukainen. Usein alusta on ollut liian kostea. Alustassa on ollut haitallisia aineita, työkoneista valunutta öljyä tms. (kuva 8). Kermien levittäminen liian kostealle alustalle aiheuttaa kermien kuplimisen ja irtoamisen alustastaan. Joskus vauriot ilmenevät vasta muutaman vuoden kuluttua.
- Eristyskermin lasikankainen tukikerros on vaurioitunut alkalisien (emäksisten) veden vaikutuksesta (kuva 9).
- Kaidepylväät lävistävät vedeneristysten (kuva 10).
- Kansilaatan rakenteelliset halkeamat rikkovat myös vedeneristysten.
- Sillassa ei ole kuivatusjärjestelmää tai se ei toimi (kuva 11).
- Suolakorroosio on vaurioittanut suojabetonin.

Jos yli kolmannes vedeneristysten pinta-alasta on vaurioitunut ja vaurioita on kaikkialla sillassa, vedeneristys uusitaan kauttaaltaan. Muussa tapauksessa harkitaan paikkausmahdollisuuksia.

Vedeneristysten kunto selvitetään aina ennen sillan peruskorjausta tai päällystystä. Kannen pintarakenteet avataan tai siitä porataan lieriöt vähintään kolmesta kohdasta. Paikat valitaan niin, että niiden avulla saadaan riittävä yleiskäsitys kansilaatan kunnosta. Kansilaatan kloridipitoisuudet tutkitaan. Samalla tarkistetaan kuivatuslaitteiden kunto ja laitteiden lisäämistarve. Sillan kannen viettokaltevuudet vaaitaan ja selvitetään eristysalustan muotoilutarve. Tarkastus tehdään ohjeiden /9, 10 ja 11/ mukaan.



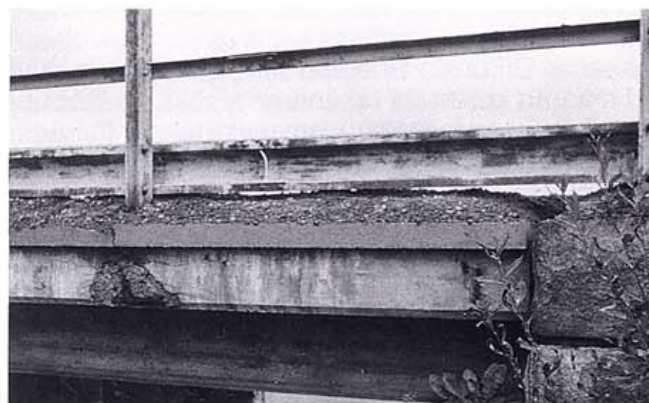
Kuva 7. Vuotavat halkeamat, kalkkipuikot ja kalkkiläiskät ovat merkkejä laajoista vedeneristysten vaurioista.



Kuva 8. Eristysalustaan ei saa jäädä työkoneista valunutta öljyä.



Kuva 9. Vanhat eristyskermit, joiden tukikerroksena on lasikangas, ovat usein täysin hapertuneet sillan reunoissa.



Kuva 10. Jos kaidepylväs lävistää vedeneristysten, seurauksena on jäätymisvaurio.



Kuva 11. Vesi ei saa lammikoitua kansilaatalle.

1.5 Kosteusteknillinen suunnittelu

1.5.1 Kosteusteknillisiä peruskäsitteitä

Kosteus on yksi merkittävimmistä rakenteiden ja rakennusaineiden toimintaan ja kestävyys- tai kestävyyteen vaikuttavista tekijöistä. Valmiissa rakenteessa kosteus aiheuttaa säilyvyyteen vaikuttavia ongelmia. Siltarakenteita rasittavia kosteuslähteitä ovat (kuvat 12 ja 13, luettelon numerot viittaavat kuvissa oleviin numeroihin)

- 1) sade ja sulamisvedet,
- 2) pintavesi ja pohjavesi,
- 3) ilman kosteus (diffuusio),
- 4) rakennekosteus ja
- 5) maaperän kosteus.

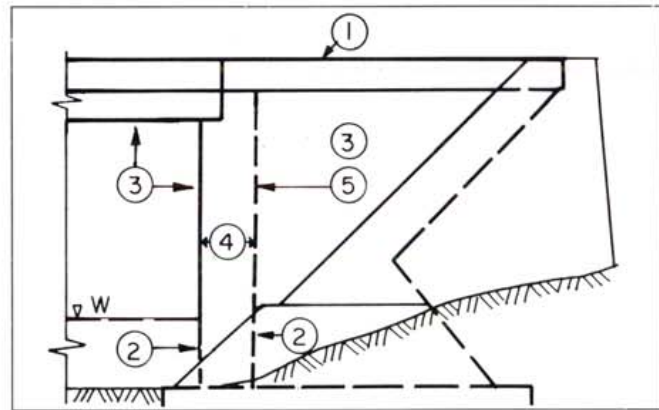
Rakenteen kosteuteen vaikuttavia säätelijöitä ovat tuuli, ilman lämpötila ja kosteus, rakenteen lämpötila sekä auringonsäteily.

Siltarakenteet on pyrittävä suojaamaan mahdollisimman hyvin kosteuden haitallisilta vaikutuksilta. Rakennesoittain vaurioita esiintyy eniten reunapalkkeissa, kansilaatan yläpinnassa ja alusrakenteissa vedenpinnan vaikutusalueella.

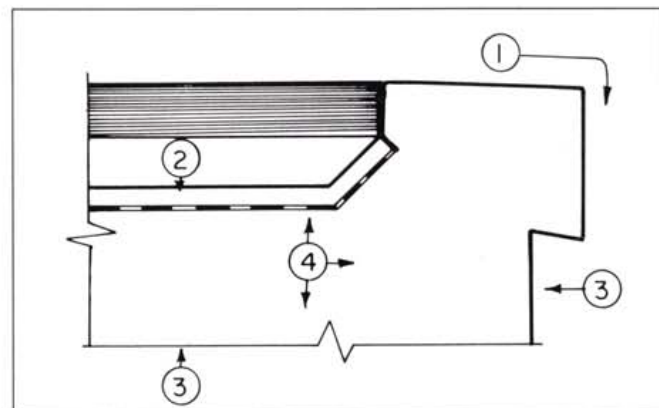
Kosteus siirtyy siltarakenteissa pääasiassa veden kapillaarisena virtauksena, mutta jossain määrin esiintyy myös vesihöyryn siirtymistä diffuusiolla. Kapillaarinen virtaus on kosteuden siirtymistä, joka aiheutuu veden pintajännityksen aiheuttamista kapillaarivoimista, joita kuvaava suure on huokosalipaine eli imu. Kun rakenteen kosteus on suuri, kosteus siirtyy pääasiassa kapillaarivoimien vaikutuksesta. Diffuusio aiheutuu siitä, että ilma sisältää eri määrän kosteutta rakenteen sisällä ja ulkopuolella, jolloin tämä pitoisuusero pyrkii tasaantumaan. Kun aineen kosteus on alhainen, kosteus siirtyy pääasiassa diffuusion vaikutuksesta.

Sillan vedeneristyksessä lähdetään siitä, että veden kulkeutuminen paineen ja kapillaarisen virtauksen myötä kansilaatan sisään estetään. Vedeneristys suunnitellaan samanaikaisesti sillan päällysteen kanssa, koska rakenteet muodostavat yhdessä kannen pintarakenteen. Vedeneristyksen pitää kestää kansilaatan muodonmuutokset ja liikkeet.

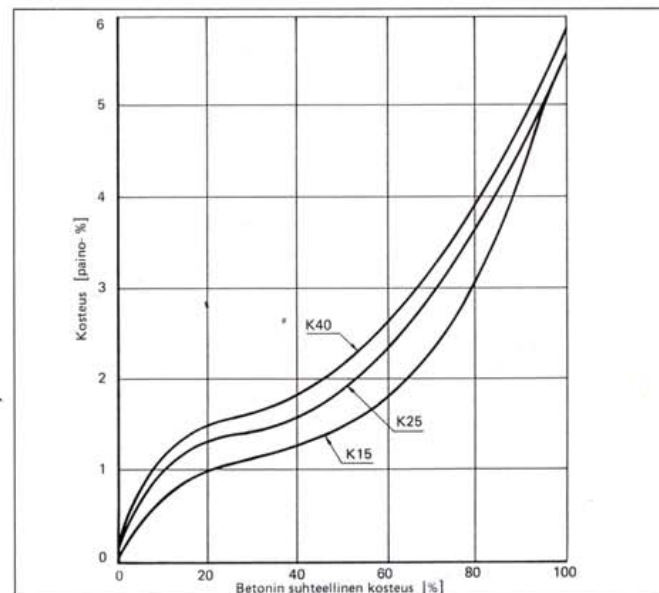
Betoni pyrkii tasapainokosteuteen (kuva 14), joka riippuu ympäröivän ilman lämpötilasta ja suhteellisesta kosteudesta. Normaaleissa ympäristöoloissa olevan siltarakenteen suhteellinen kosteus on noin 85 %. Jos kansilaatan suhteellinen kosteus on yli 95 %, voidaan olla varmoja, että vedeneristys on vaurioitunut ja vesi suotautuu rakenteen läpi. Vedeneristystöiden kannalta tärkein on eristysalustan kosteus.



Kuva 12. Siltaan kohdistuvat kosteusrasitukset.



Kuva 13. Päällysrakenteen reunaan kohdistuvat kosteusrasitukset.



Kuva 14. Eri lujuusluokkiin kuuluvien betonien keskimääräiset tasapainokosteudet lämpötilassa +20 °C /12/.

Yleisiä rakenteiden pinnoittamiseen liittyviä käsitteitä ovat kastepiste (kyllästyskosteus), rakennekosteus ja tasapainokosteus. Kosteustekniset peruskäsitteet on määritelty termien yhteydessä.

Pinnan lämpötilan on oltava vähintään 3 °C ilman kastepisteen yläpuolella. Rakennekosteuden pitäisi olla mahdollisimman lähellä tasapainokosteutta. Aineen huokosiin sitoutuvan kosteuden määrä riippuu siitä, onko aine kosketuksessa kosteaan ilmaan vai veteen. Siltojen korjaustöissä on kysymyksessä hygroskooppinen tasapainokosteus, joka tarkoittaa aineen kosteustasapainoa kostean ilman kanssa. Jos rakennusmateriaalin ominaisuudet tunnetaan, tasapainokosteus voidaan määrittää valmiista käyristä /3/. Laatutekijöiden takia materiaalin tasapainokosteus voi vaihdella laajoissa rajoissa.

1.5.2 Sallittu kosteus

Sillan teräsbetonisen kansilaatan (eristysalustan) suhteellinen kosteus saa eri vedeneristysmenetelmillä olla korkeintaan seuraava:

— kermieristys	90 %
— mastiksieristys	95 %
— massaeristys	
— polyuretaani	90 %
— epoksi	96 % *)

*) Tarkistettava tuotekohtaisesti.

Betonin kosteus mitataan joko suhteellisenä kosteutena tai absoluuttisena kosteutena. Suhteellinen kosteus mitataan kosteusherkällä anturilla betoniin poratusta reiästä. Absoluuttinen kosteus mitataan painoprosentteina punnitsemalla ja kuivamalla piikattua näytettä.

Asiaa on käsitelty tarkemmin julkaisuissa /3, 12 ja 13/.

Mittausajankohtaa määritettäessä voidaan yleisesti todeta, että kosteudesta ei ole yleensä haittaa, jos

- korjattavan sillan kansilaatassa ei ole pahoja vesivuotoja ja sitä ei jouduta paikkaamaan tai muotoilemaan
- kermi- tai mastiksieristuksen alustavalun jälkihoidosta vesikastelulla on kulunut vähintään 3 viikkoa (sateiset päivät on lisättävä aikaan).

Kosteusmittausta ei kannata tehdä, jos pinnalle levitetyn neliömetrin kokoisen muovikalvon alle kerääntyy kosteutta.

1.5.3 Suunnitteluperiaatteet

Koska kosteus eri ilmenemismuodoissaan on siltojen hoidon kannalta vaikein ongelma, on ehdottoman välttämätöntä, että

- suunnitteluvaiheessa etsitään rakenne- ja materiaaliratkaisut, joilla kosteuden pääsy rakenteisiin estetään mahdollisimman hyvin
- rakennusvaiheessa toteutetaan suunnitelmasa asetetut tavoitteet huolellisesti
- kunnossapitovaiheessa huolehditaan, että rakenteiden päällä ei ole tarpeettomasti kosteutta pidättäviä epäpuhtauksia.

Kussakin vaiheessa on otettava huomioon, mitä edellä on todettu vaurioiden syntymisestä eri vaiheissa. Rakenteiden kunnollinen eristäminen ja tuuletuksen järjestäminen vaikuttavat ratkaisevasti rakenteiden käyttöikään.

Koska rakenteiden sisään päässeeseen kosteuden aiheuttamia vaurioita on yleensä vaikea todeta niiden alkuvaiheissa, suunnittelussa on pyrittävä ensisijaisesti ratkaisuihin, jotka estävät kosteuden pääsyn rakenteiden sisään. Näin ollen päällystys-, pinnoitus-, tiivistys- ja pintakäsittelymenetelmät on valittava suunnittelun alkuvaiheissa, jotta niihin mahdollisesti sisältyvät riskitekijät voidaan ottaa huomioon oikealla tavalla muita suunnitteluperusteita määrättäessä. Tarkastelun on tällöin perustuttava myös rakenteen kosteuden ajallisen vaihtelun arviointiin.

Rakenteen kosteusteknisessä suunnittelussa otetaan huomioon ainakin seuraavien tekijöiden vaikutus:

- tieosan suolaustarve
- rakennekosteus ja sen poistumismahdollisuus rakenteesta
- rakenteen läpi diffuusiona siirtyvän kosteuden tiivistyminen ja varastoituminen rakenteeseen
- sateen ja pintavesien vaikutus sillan näkyviin jääviin ylä- ja sivupintoihin sekä niiden pintojen pakkasenkestävyys
- rakenteisiin ympäröivistä aineista siirtyvä kosteus
- kosteuden tiivistyminen tai varastoituminen johonkin rakenteen osaan.

1.5.4 Rakenneratkaisut

Siltojen vedeneristykset on 1970-luvulle asti useimmiten tehty siten, että kuumabitumisivelyjen välissä on jutekangas. Myöhemmin on käytetty lasikangas-bitumimattoja ja vuodesta 1983 lähtien kumibitumikermejä. Vedeneristys on yleensä suojattu suoja-betonilla 1980-luvun puoliväliin asti. Vedeneristys-materiaalien kehittyttyä on sittemmin siirrytty suoja-betonittomiin rakenteisiin (taulukko 1) suojabetonin rapautumisvaurioiden sekä kustannussyiden vuoksi. Siltoja korjattaessa suojabetonia ei kuitenkaan poisteta, jos se on kunnossa eikä kansilaatan läpi ole vesivuotoa.

Vedeneristys muodostaa yhdessä päällysteen kanssa kannen pintarakenteen, joka ratkaistaan kokonaisuutena. Rakenneratkaisujen lähtökohtana on sillan-rakennustöiden yleinen työselitys /1/. Vaihtoehtoja tehdään kustannusvertailu, jossa otetaan huomioon käyttöikä. Lisäksi rakenne- ja materiaaliratkaisujen pitää olla keskenään teknillisesti ja säilyvyydeltään tasavertaisia.

1.5.5 Vedeneristysuunnitelma

Työtä varten on tehtävä erikoistarkastus ja vaihtoehtojen vertailu sekä laadittava työselitys. Tarkastusta on selostettu kohdassa 1.4.

Vaihtoehtoina verrataan kermi-, mastiksi- ja massaeristyksiä toisiinsa laadun ja kustannusten suhteen. Kermi- ja mastiksieristykset ovat kustannuksiltaan halpoja, joten niitä on pidettävä perusvaihtoehtoina. Jos sillassa ei ole paineentasauspuitkia ja kansilaatta on paksu, mastiksieristystä ei yleensä käytetä, koska mahdollisia vesivuotoja ei tällöin voida havaita ja paineentasauspuitkien teko nostaa kohtuuttomasti kustannuksia. Epätasainen eristysalusta taas puoltaa mastiksin käyttöä. Mastiksieristystä ei saa käyttää liittopalkkisilloilla eikä Pohjois-Suomessa.

Kalliimpi massaeristys tulee yleensä kysymykseen, jos

- eristysalustassa on paljon halkeamia
- sillassa on useita liikuntasauvoja, joiden kokonaisliikemäärä on alle 10 mm
- sillassa on kiviset reunapalkit, jolloin ainakin reunojen vedeneristys tehdään yleensä massaeristysenä
- kansilaatassa on paljon tiivistettäviä läpivientejä.

Massaeristys tulee kysymykseen myös vedeneristuksen korjauksen yhteydessä, jos betonista tehtävät reunapalkit joutuvat voimakkaaseen suolarasitukseen.

Sillan vedeneristysuunnitelmaan pitää sisältyä ainakin

- eristettävien pintojen kaltevuudet ja reunojen ylösnostokorkeudet
- kuivatuslaitteet ja muut läpiviennit
- vedeneristuksen liikuntasaumat
- käytettävät tarvikkeet ja työmenetelmät.

Vedeneristysuunnitelma on yleensä osa sillan korjaustyön työselitystä ja rakenteita esittävät piirustukset esitetään muiden piirustusten yhteydessä. Jos vedeneristys korjataan tai uusitaan päällystystyön yhteydessä, työtä varten laaditaan erillinen työselitys ja tarvittavat piirustukset. Työselityksessä on käsiteltävä ainakin

- vanhojen rakenteiden purkaminen
- eristysalustan esikäsittelyt
- eristysmateriaalin levitys
- mahdollisen tartuntakerroksen teko
- suojakerroksen teko.

VEDENERISTYS-MENETELMÄ	TARTUNTA-AINE	ERISTYS-MATERIAALI	SUOJA-MATERIAALI
<i>Kermieristys</i>	<i>Kumibitumiliuos tai tuotekohtainen tartunta-aine</i>	<i>Eristys- ja pintakermi</i>	<i>Asfaltti AB 6/50 tai suojakermi tai kuitukangas ja hiekka</i>
<i>Mastiksieristys</i>	<i>Kumibitumiliuos niille osille, joille ei tule paineentasauserkkoa</i>	<i>Kumibitumimastiksi, jonka alla käytetään yleensä paineentasauserkkoa</i>	<i>Asfalttisuojaerros TAS 12</i>
<i>Massaeristys</i>	<i>Tuotekohtainen tartunta-aine</i>	<i>Eristysmassa (EP, PUR tms)</i>	<i>Valuasfaltti VA 12/50 (PUR) tai suojakermi (muut)</i>

Taulukko 1. Sillankorjauksissa käytettävät vedeneristysmenetelmät ja -materiaalit.

2 TOTEUTUSTAPA

2.1 Toteutustavan valinta

Koska vedeneristystyöt ovat erityistä ammattitaitoa vaativia, urakointi on suositeltava toteutustapa. Työ voidaan tehdä myös omana työnä, jos se katsotaan taloudellisesti edullisemmaksi. Tämä koskee etenkin paikkauksia. Edellytyksenä on kuitenkin, että ammattitaitoista työvoimaa on käytettävissä.

Jos kansilaatta tai sen yläosa valetaan uudestaan, eristystyön irrottamista pääurakasta on harkittava, jotta rakenteen riittävä kuivuminen voidaan varmistaa.

2.2 Urakka-asiakirjat

Urakoinnissa käytetään siltatöiden pienurakka-asiakirjoja. Niitä ovat

- pienurakkasopimus
- tarjouspyyntökirje
- tarjous
- sillankorjaustöiden lisä- ja muutostyötaulukko.

Tarjouspyyntö ja vedeneristystyö ajoitetaan niin, että ne sopivat päällystysohjelmaan. Toisaalta tarjouspyyntö on ajoitettava niin, että tilaus voidaan tehdä hyvissä ajoin ennen työtä. Vedeneristystyön pinta-ala on mainittava tarjouspyynnössä.

Asiakirjoja voidaan vähentää pienissä ja kiireellisissä urakoissa. Sopimus tehdään kuitenkin aina kirjallisesti ja siinä on määriteltävä ainakin vedeneristysmenetelmä ja korvauserusteet. Vedeneristystyön

takuuaika on 5 vuotta. Takuuajan vakuus on 5 %.

Yleisin urakan maksuperuste sillankorjaustöissä on kiinteähintainen yksikköhintaurakka tai kiinteähintainen kokonaishintaurakka täydennettynä muutosten ja lisätöiden yksikköhinnoilla.

Urakoinnissa noudatetaan mm. seuraavia yleisiä ohjeita:

- Yleiset sopimusehdot, YSE 1983
- Sillanrakentamisen yleiset työselitykset, SYT.

Tarjoukset pyydetään vakavaraisilta, luotettavilta ja ammattitaitoisilta urakoitsijoilta, joilla katsotaan olevan teknilliset ja taloudelliset edellytykset urakan toteuttamiseen. Tarjous pyydetään vähintään viideltä urakoitsijalta.

2.3 Valvontaorganisaatio

Vedeneristystyön uusiminen liittyy päällysteen uusimiseen, joten valvonta liitetään päällystystöiden valvontaan. Pienissä korjaustöissä tiemestari järjestää valvonnan.

Vedeneristystyön vastaanottotarkastuksesta laaditaan pöytäkirja, joka liitetään sillan laaturaporttiin tai sen puuttuessa toteutuma-asiakirjoihin.

3 TYÖSUOJELU JA YMPÄRISTÖNSUOJELU

3.1 Työsuojelu

Vedeneristystyössä käytettävät bitumi- ja muovituotteet saattavat aiheuttaa käyttäjilleen terveydellistä vaaraa. Siksi aineista on oltava käyttöturvallisuustiedote sekä suomenkielinen käyttöohje ja tuoteseloste.

Liimattaessa bitumituotteita kuumalla bitumilla on noudatettava palosuojeluohjeita /14 ja 15/. Erityistä huomiota tulee kiinnittää seuraaviin bitumin ominaisuuksiin:

- bitumin leimahduslämpötila on alhaisempi suljetussa astiassa kuin avonaisessa
- bitumi laajenee huomattavasti lämmitessään
- kuumaan bitumiin joutunut vesi tai jää höyrystyy ja aiheuttaa bitumin ylikuohumisen
- kuuma bitumi aiheuttaa vaikeita palovammoja joutuessaan iholle.

Palavan bitumin sammutukseen ei saa koskaan käyttää vettä, vaan sammutuskeinoja ovat

- hiekalla tai sammutuspeitteellä tukahduttaminen
- astian peittäminen tiiviillä ja palamattomalla kannella
- sammutus A-B III-E luokan /14/ sammuttimella.

Kumibitumiliuokset luokitellaan kemikaalilain mukaan syttyviksi, palaviksi nesteiksi, koska niillä on alhainen leimahduslämpötila (+21 – 55 °C). Niitä varastoitaessa on noudatettava kauppa- ja teollisuusministeriön päätöstä palavista nesteistä (313/85) ja työsuojeluohjeita.

Kumibitumiliuoksen liuote voi haihtuessaan muodostaa ilman kanssa räjähtävän seoksen ja se voi syttyä sekä avoliekestä että huonosti tuuletuissa tiloissa staattisen sähköön aiheuttamasta kipinästä. Työskenneltäessä tällaisissa tiloissa kuten sääsuojarahalleissa, suojavaatetus ei saa aiheuttaa staattista sähköä, joten vaatetuksen on oltava puuvillaa. Tupakointi ja hitsaus sekä kipinointia aiheuttavat työt on kiellettävä eristystyön aikana.

Sääsuojarahallin tai muun vastaavan työtilan tuuletuksen on oltava riittävä, jotta paikallaolijat eivät joudu hengittämään liuotehöyryjä. Jos tuuletus on riittämätön, on käytettävä hengityksensuojaimia, joissa on A2-luokan kaasunsuodatin.

Eristystyössä käytettävät kumibitumiliuokset sisältävät myös diamiinityypistä tartuketta, joka on syövyttävää ja aiheuttaa helposti ihottumaa, joten niiden käsittelyssä on noudatettava erityistä varovaisuutta.

Eristystyössä käytettävät epoksituotteet voivat sisältää epoksihartsin ja kovetteen lisäksi liuotetta, ohennetta ja lasikuitua. Koska korjaustöissä käytettävät ainemäärät ovat yleensä pieniä, päähuomio on kiinnitettävä työntekijöiden suojaamiseen rois-

keilta tuotteiden ihoa ärsyttävien ja herkistävien ominaisuuksien vuoksi /16/.

Polyuretaanin ongelmana ovat isosyanaatit, sillä ne ovat herkistäviä ja voivat aiheuttaa sekä astmaa että nuhaa. Isosyanaatteja tai niiden polymeereja voi esiintyä työpaikan ilmassa haihtuneina ja ruis-kutustyyssä myös sumuna. Niitä syntyy myös polyuretaanien palamistuotteina, jos lämpötila nousee +800 °C:seen. Myös isosyanaattien amiinikovatteet voivat aiheuttaa astmaa ja allergista ihottumaa.

Jos vedeneristystyössä käytettävät tarvikkeet sisältävät terveydelle vaarallista ainetta, niiden pakauksissa on oltava määräysten mukaiset merkinnot ja työpaikalla näistä aineista on oltava TVATM-järjestelmän mukaiset käyttöturvallisuustiedotteet /17/. Jos aineen käyttö vaatii erityisiä turvallisuuksia, niistä on tiedotettava työntekijöille ennen työn aloittamista. Ohjeiden noudattamista on valvottava. Työsuojelun perustietoja on käsitelty polymeerien yleisohjeessa /18/.

Kiinnitettäessä kumibitumikermiä kuumentamalla kaasupolttimet aiheuttavat melua, jonka äänitaso on käyttäjän korvan kohdalla 88 – 96 dB, joten kuulonsuojainten käyttö on perusteltua. Melun kannalta pienitehoiset polttimet ovat parempia kuin suuritehoiset.

Työpaikalla pitää olla riittävä määrä kunnossa olevia henkilökohtaisia suojaimia, kuten hengityksensuojaimia, suojalaseja, kuulonsuojaimia, suojakäsineitä, suojajalkineita ja suojavaatteita. Hyvissä suojajalkineissa on varvassuojat ja pohjissa hyvä, liukastumisen estävä pitokyky. Niiden pitää kestää myös kuumuutta. Varsikenkä tai saapas on suojavampi kuin puolikenkä. Jos työtä joudutaan tekemään polvillaan, ne on suojattava suojaimilla. Vedeneristystöissä käytetään suojaimia seuraavasti:

- kermieristystyössä turvajalkineet (lahkeet varsien päällä) ja pitkävartiset suojakäsineet (kuva 15) sekä kuulonsuojaimet silloin, kun käytetään



Kuva 15. Kermieristäjän suojavaatetus.

nestekaasupoltinta kermin kuumentamiseen; tarvittaessa polviensuojaimet

- mastiksieristystyössä suojajalkineet ja suojakäsineet
- massaeristystyössä ruiskuttajalla suojajalkineet, suojakäsineet, suojahaalari ja paineilma-happu (kuva 16).

Vedeneristystöiden työasentokuormitus kohdistuu selkään, polviin ja olkavarsiin. Ergonomisesti oikeat nostoasennot on opetettava. Apuvälineiden kuten kermirullien kuljetus- ja levityskärryjen käyttö vähentää selän huonoja asentoja.

Työmaan yleisjärjestelyissä on otettava huomioon seuraavaa:

- Telineiden, kulkuteiden ja suojakaiteiden on oltava määräysten mukaiset /19 ja 20/.
- Vedeneristystarvikkeiden varastointi on tehtävä huolellisesti ja määräysten mukaan.
- Bitumin kuumentamiseen tarvittavat laitteet on sijoitettava paloturvallisuusvaatimusten mukaisesti. Sulattamiseen saa käyttää vain tiehallituksen hyväksymiä sulatuspatoja.



Kuva 16. Massaeristuksen ruiskuttajan suojavaatetus.

3.2 Liikenteen ohjaus

Sillan kannen pintarakenteita uusittaessa tai korjattaessa joudutaan rajoittamaan liikennettä. Tähän on varauduttava ajoissa mm. hankkimalla tiepiirin päätös nopeusrajoituksen asettamista varten. Työturvallisuuden vuoksi liikennöidylle tieosalle asetetaan nopeusrajoitus 30 km/h.

Liikenteen järjestely toteutetaan tielaitoksen ohjeiden /21/ mukaan kiinnittäen erityistä huomiota pääohjeen kohtaan 5C-8 Kaistan sulkeminen.

3.3 Ympäristönsuojelu

Ympäristön kuormittumisen vähentämiseksi eristystöissä pyritään käyttämään aineita, jotka sisältävät mahdollisimman vähän liuotteita.

Ympäristön siisteyden kannalta on huolehdittava, ettei bitumia valu alapuolisten rakenteiden pinnoille eikä veteen tai maahan, joten tippuputket, syöksytorvet ja saumat suljetaan vedeneristystyön ajaksi.

Vedeneristysmassoja ruiskutettaessa on huolehdittava, ettei ruiskutussumu aiheuta haittoja ympäristölle.

Kaikki vedeneristystyössä syntyvät jätteet on käsiteltävä asianmukaisesti muistaen, että esimerkiksi osa muovituotteiden komponenteista on ongelmajätteitä. Missään tapauksessa jätteitä ei saa heittää vesistöön tai siltapaikan luiskiin.

4 MATERIAALIEN LAATUVAATIMUKSET

Kumibitumiliuos

Siltojen veden- ja kosteudeneristystöissä käytettävän kumibitumista KB-100 ja liuotteesta valmistetun kumibitumiliuoksen KBL-20/100 on täytettävä taulukossa 2 esitetyt laatuvaatimukset. Kumibitumiliuoksen pitää sisältää vähintään 0,5 painoprosenttia diamiinityypistä tartuketta.

Kumibitumiliuoksen varastointiin ja käyttöön liittyy työsuojelua käsittelevässä kohdassa selostettuja vaatimuksia.

Taulukko 2. Kumibitumiliuoksen laatuvaatimukset /1/.

Ominaisuus	Vaatus	Yksikkö	Kumibitumiliuos KBL-20/100	Menetelmä
Viskositeetti 50 °C	min.–maks.	mm ² /s	12–15	TIE 106
Rotavaportislaus ¹⁾ Tislausjäännös	min.	tilavuus-%	20	TIE 152
Tislausjäännöksen ominaisuudet				
Pehmenemispiste, rengas-kuula	min.	°C	70	TIE 104
Liukoisuus trikloorieteeniin	min.	paino-%	97	TIE 111
Palautuma 0 °C	min.	%	50	TIE 451
Leimahduslämpötila, Abel-Pensky	min.	°C	21	TIE 154
Kuivumisaika	maks.	h	3	TIE 157
Palavien nesteiden luokka	min.		II	

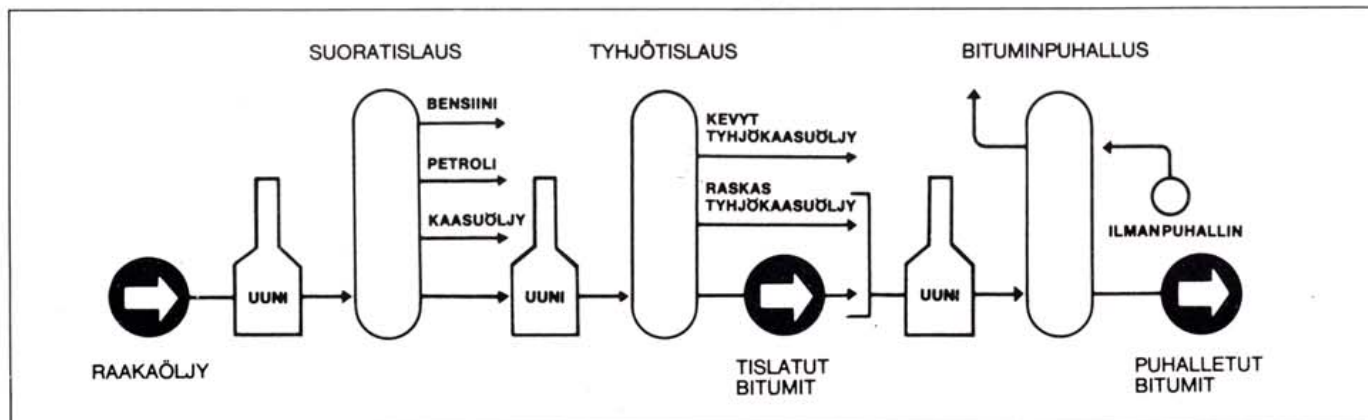
¹⁾ Kumibitumin eristys polymeeria rikkomattomalla tavalla, lämpötila ei yli 220 °C

4.2 Kumibitumit

Bitumit valmistetaan raakaöljystä (kuva 17). Tislatuilla bitumeilla on suhteellisen alhainen pehmenemislämpötila ja niiden tunkeuma on suuri. Ne ovat hauraita alhaisissa lämpötiloissa. Tislatusta bitumista valmistetaan puhallettua bitumia puhaltamalla ilmaa sulan bitumin läpi. Tuloksena on pehmenemislämpötilan (pehmenemispisteen) nousu ja murtumislämpötilan (murtumispisteen) aleneminen. Kumibitumin bitumiaines on yleensä tislattua bitumia. Tervaa ja pikeä ei pidä samastaa bitumiin (ks. termit).

Kumibitumin kumi lisää bitumin venyvyyttä ja taivutettavuutta alhaisissa lämpötiloissa sekä nostaa bitumin pehmenemislämpötilaa. Kumin on oltava styreenibutadieenistyyreenikumia (SBS). Kumin osuus on kumibitumissa tavallisesti 8 – 15 %. Kumit kestävät yleensä huonosti korkeita lämpötiloja, mikä vuoksi työssä on noudatettava tarkoin sallittuja maksimilämpötiloja.

Vedeneristyskermien liimauksessa käytetään kumibitumia, jonka laatuvaatimukset on esitetty taulukossa 3.



Kuva 17. Bitumin valmistusprosessi.

Taulukko 3. Kumibitumien laatuvaatimukset /1/.

Ominaisuus	Vaatus	Yksikkö	Kumibitumi KB-80	Kumibitumi KB-100	Menetelmä
Tunkeutuma +25 °C Pehmenemislämpötila Viskositeetti +180 °C	min. maks.	0,1 mm °C mm ² /s	30–150 77 1000	30–70 94 20000	TIE 101 TIE 104 TIE 106
Palautuma +5 °C, venytetty 100 %	min.	%	50	60	TIE 451
Stabiilitetti – pehmenemislämpötilan muutos Y–A	maks.	°C	25	15	

4.3 Tervaepoksit

Tervaepoksia voidaan käyttää varmistettaessa ker-
mi- tai mastiksieristysten tiiviys sillan reunoissa.
Tervaepoksin laatuvaatimukset on esitetty taulu-
kossa 4.

Taulukko 4. Tervaepoksin laatuvaatimukset.

Ominaisuus	Yks.	Vaatus	Olosuht.	Menetelmä
Viskositeetti	Ns/m ²	0,5–2,0		ASTM D 2392-68(72)
Käyttöaika (pot life)	min.	10–120		—”—
Koostumus — epoksia — tervaa	paino-% paino-%	55–70 40–25		
Kovuus	—	≥ 35		DIN 53505, shore D
Tartunta betoniin	N/mm ²	ka ≥ 1,2 yks ≥ 1,0	+23°C	VTT 2633
Valuvuus	mm	≤ 1,5	+70°C, 24 h	VTT 2635 (BS 4147)
Lämmönkesto	mm	≤ 1,5	+240°C, 3 min.	VTT 2636
Yhteensopivuus bitumin ja kumibitumin kanssa	—	yhteen- sopiva		DIN 16937 tai DIN 7864 tai vast.

4.4 Kermit

Jos sillan vedeneristys uusitaan tai korjataan kermieristysrakenteena, käytetään kumibitumikermejä, joiden tukikerroksena on polyesterihuopa ja pinnoitteena kumibitumimassa.

Kumibitumi- ja suojakermien laatuvaatimukset on esitetty standardin SFS 5010 mukaisina taulukossa 4. Lisävaatimuksena on pinta- ja suojakermien hetkellinen lämmönkesto. Hitsattavien kermien taivutettavuusvaatimus on poikkeava. Tuotteen kelpoisuus testataan standardin SFS 5011 mukaan.

Kuumentamalla kiinnitettävän kumibitumikermin numerotunnus on sama kuin liimattavan kermin, mutta tunnukseen on lisätty sana "hitsattava". Liimattavassa pinnassa on paksumpi kumibitumikerros, joten kermi on painavampi kuin neliömassa ilmoittaa. Kumibitumikermi voi olla myös itseliimautuva, jolloin tartuntapinnassa on suojakalvo, joka poistetaan kermiä asennettaessa.

Jos kumibitumikermejä varastoidaan pitempään, rullat on säilytettävä kuivassa ja auringolta suojatussa paikassa. Rullat säilytetään pystyasennossa tai erikoistelineessä.

Taulukko 5. Kumibitumi- ja suojakermien laatuvaatimukset (SFS 5010).

Ominaisuudet	Yksikkö	K-MS 170/3000	K-PS 170/4000	K-MS 170/3000 hitsattava	K-PS 170/4000 hitsattava	PX 120/3800 liimattu tai itseliimautuva	PX 120/3800 hitsattava
Koostumus	g/m ²						
– tukikerroksen paino		170	170	170	170	120	120
– kumibitumimäärä		1500	1500	2650	2650	1500 ¹⁾	2650 ¹⁾
– tuotteen paino		3000	4000	4150	5150	3800	4950
Vetolujuus +23 °C	kN/m						
– pituussuuntaan (min.)		10	10	10	10	7	7
– poikkisuuntaan (min.)		8	8	8	8	5	5
Venymä +23 °C ja –23 °C (min.)	%	30	30	30	30	2 ²⁾	2 ²⁾
Vedenpaineen kestävyys	kPa	300	100	300	100		
Repäisylujuus (min.)	N	30	30	30	30	20	20
Lämmönkestävyys (min.)	°C	+70	+70	+70	+70	+70	+70
Taivutettavuus (min.)	°C/säde mm	–25/10	–25/10	–25/50	–25/50	0/25	0/25
Lämmön vaikutus pituusmittoihin	%	±0,6	±0,6	±0,6	±0,6		
Hetkellinen lämmönkesto	°C		+200		+200	+200	+200

¹⁾ puhallettua bitumia

²⁾ +20 °C (min.)

4.5 Kermieristysrakenteet

Kermieristysrakenteita voidaan käyttää betoni-, teräs- ja puukantisilla silloilla. Eristyskermejä saa käyttää vain tielaitoksen siltakeskuksen hyväksymänä rakenneyhdistelminä. Hyväksyntä perustuu Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tie-, geo- ja

liikennetekniikan laboratorion (VTT/TGL) tekemien testien tuloksiin. Testausohje /22/ on saatavissa mainitusta laboratorion. Kermieristysrakenteiden laatuvaatimukset on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Kermieristysrakenteiden laatuvaatimukset /1/.

Ominaisuus	Yksikkö	Vaatus	Menetelmä
Paksuus	mm	≥ 6	
Halkeamankesto (-30 °C)		halkeama ei ulotu tukikerrokseen	VTT 2645
Puhkaisulujuus (pintakermi)	N	≥ 150	VTT 2646
Leikkauslujuus	N/mm ²	$\geq 0,08$	VTT 2647
Tartunta alustaan + 23 °C + 8 °C	N/mm ²	$\geq 0,4$ $\geq 0,9$	VTT 2633
Vedenläpäisy		ei vuoda	SFS 5011
Veden imeytyminen	%	$\leq 0,5$	VTT 2648 (SS 236805)

4.6 Eristysmastiksi

Mastiksieristystä voidaan käyttää betoni-, teräs- ja puukantisilla silloilla. Siltojen vedeneristyksissä käytetään kumibitumimastiksia. Kumibitumimastiksi valmistetaan hiekasta, täyteaineesta ja sideaineesta. Sideaineesta pitää olla bitumin tai bitumin

ja luonnonasfaltin seoksen lisäksi vähintään puolet kumibitumia (vrt. kohta 4.2). Täytejauheena on käytettävä kalkkikivijauhetta niin runsaasti, että rakeisuuskäyrän vaatimukset täyttyvät. Eristysmastiksin laatuvaatimukset on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 7. Eristysmastiksin laatuvaatimukset /1 ja 8/.

Koostumus ja ominaisuus	Yksikkö	Vaatus	Menetelmä
Koostumus			
Sideainepitoisuus	paino-%	≥ 15	TIE 418
Rakeisuus – 0,074 mm – 2 mm	läpäisy-% „	25...40 ≥ 90	TIE 419
Ominaisuudet			
Painuma, +20 °C	mm	4...12	TIE 431
Palautuma (eristystä sideaineesta), +5 °C	%	≥ 50	TIE 451

4.7 Eristysmassat

Siveltävät tai ruiskutettavat eristysmassat ovat yleensä polyuretaaneja, epokseja, tervaepokseja tai kumibitumeja. Eristysmassat ovat elastomeerejä eli ne ovat verkkoutumisen jälkeen joustavia ja pystyvät täten ottamaan vastaan rakenteiden taipumisesta ja muista muodonmuutoksista aiheutuvia jännityksiä. Eristysalustaan tulevat vähäiset halkeamat eivät yleensä riko tällaista vedeneristystä.

Eristysmassat vaativat yleensä tuotekohtaisen tartuntasivelyn parantamaan tuotteiden tartuntaa alustansa. Päällyste voidaan levittää suoraan useimpien eristysmassojen päälle. Päällysteen tartunta polyuretaaniin vaatii erikoistoimia.

Eristysmassoja voidaan käyttää betoni- ja teräskantisilla silloilla. Silloilla saa käyttää vain tielaitoksen siltakeskuksen hyväksymiä eristysmassoja. Hyväksyntä perustuu Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tie-, geo- ja liikennetekniikan laboratorion (VTT/TGL) tekemien testien tuloksiin. Testausohje /23/ on saatavissa mainitusta laboratorion. Laatuvaatimukset on esitetty taulukossa 7.

Työssä noudatetaan yleisiä ja tuotekohtaisia työsuojeluohjeita. Työmaalla on oltava tuotteen käytöturvallisuustiedote.

Taulukko 7. Siveltävien ja ruiskutettavien vedeneristysmassojen laatuvaatimukset /1/.

Ominaisuudet	Yksikkö	Vaatimus	Olosuhteet	Menetelmä
Paksuus	mm	min. $\geq 1,5$ ka $\geq 2,5$		SYT 6: kohta 6.2.6.4
Tiheys (poikkeama ohjeavasta)	%	≤ -3	+20 °C	SYT 6: kohta 6.2.3.5
Vedenpaine	kPa	≥ 300		SFS 5011
Tartunta alustaan ja päällysteeseen	N/mm ²	ka. $\geq 1,2$ yks.näyte $\geq 1,0$	+23 °C	VTT 2633
Halkeaman- kestävyys	mm	$\geq 1,2$	5 min. -30 °C	VTT 2632 (L.C.P.C.)
Taivutettavuus – vanhentamaton – UV-vanhennettu	°C °C	≤ -40 $\leq -40^{1)}$	r = 10 mm	VTT 2634 (ASTM D 1737–79)
Valuvuus	mm	$\leq 1,5$	+70 °C 24 h	VTT 2635 (BS 4147)
Lämmönkesto	mm	$\leq 1,5$	+240 °C 3 min.	VTT 2636
Yhteensopivuus bitumin ja kumibitumin kanssa		Yhteen- sopiva	.	DIN 16937 tai 7864 tai vastaava

¹⁾ ei olennaista värinmutosta

4.8 Materiaalien yhteensopivuus

Jos vedeneristyksessä käytetään eri materiaaleja, on aina tarkistettava, että materiaalit eivät vahingoita toisiaan ja että ne voidaan liittää luotettavasti toisiinsa. Jos päällyste tulee suoraan kosketukseen vedeneristuksen kanssa, materiaali on valittava niin, ettei kuuma päällystemassa vahingoita sitä.

Bitumi- ja polymeerituotteiden yhteensopivuus tarkistetaan tielaitoksen hyväksyntämenettelyssä. Erikseen on selvitettävä kuumennettavien tuotteiden vaikutus aikaisemmin tehtyihin rakenteisiin.

Kokemuksesta esimerkiksi tiedetään, että bitumi tarttuu huonosti kovettuneeseen epoksipintaan.

Vedeneristykseen liittyvien teräsrakenteiden ja niiden kiinnikkeiden pitää olla kuumasinkittyjä, ellei asiaa ole selvitetty tarkemmin suunnitelmaa laadittaessa. Metallien ominaisuudet tarkistetaan tarvittaessa alan kirjallisuudesta /24/.