

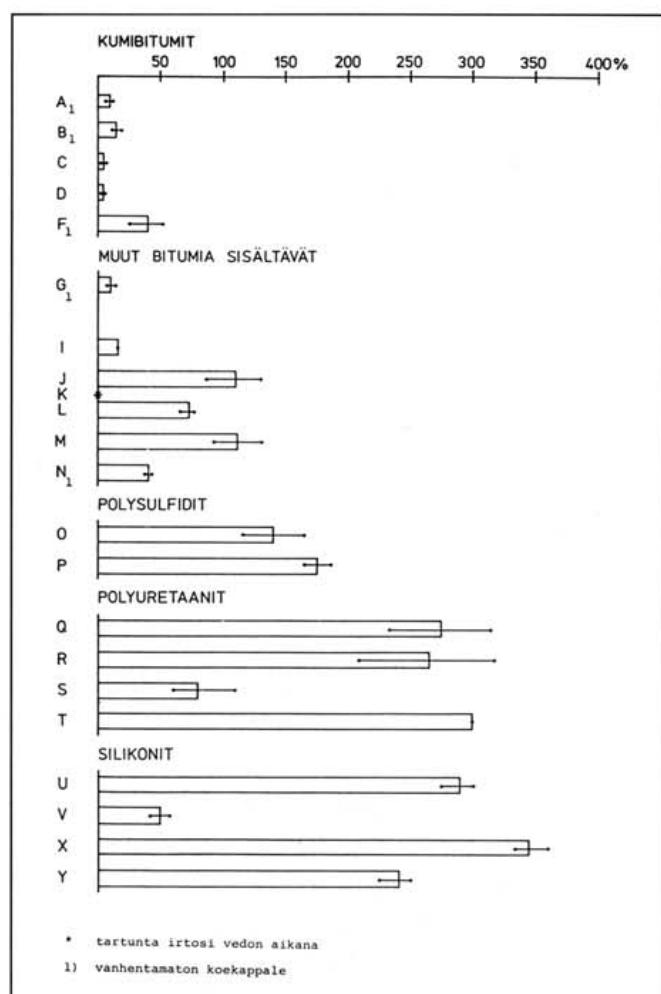
3.4 Saumaussmassat

Siltojen päällystesaumoissa ja pienissä liikuntasaumoissa käytetään saumaussmassoja pintarakenteiden laajenemis- ja kutistumisliikkeiden mahdollistamiseksi hallitusti sekä estämään veden ja muiden haitallisten aineiden pääsy saumarakenteeseen.

Tyypillisiä sillanrakennuksessa käytettäviä saumaussmateriaaleja ovat plastiset kumibitumipohjaiset saumaussmassat ja elastiset polysulfidi-, polyuretaani- ja silikonimassat (kuva 21). Elastisten saumaussmassojen etuna on niiden hyvä joustavuus kylmässä, mutta ne asettavat työskentelyolosuhteille ja saumapintojen laadulle suuremmat vaatimukset kuin plastiset massat. Plastiset massasaumat täytetään yleensä pohjaa myöten. Elastisiin massasaumoihin asennetaan mahdollisuuksien mukaan umpisoluinen solumuovinauha (solupolyeteeninauha) hyvän sauman muodon aikaansaamiseksi.

Saumaussmassoja käytetään

- reunapalkkien liikuntasaumoissa ja päällysteen kulutuskerroksen saumoissa



Kuva 21. Saumaussmassojen venyvyyseroja pakkasessa (-25 °C) betonirakenteen saumoissa.

- päällysteen ja reunapalkin sisäreunan välisissä saumoissa
- päällysteen ja liikuntasaumalaitteen tukikaistan välisissä saumoissa
- päällysteen ja jalkakäytävän reunatuen välisessä saumassa
- päällysteen ja teräsosien, putkien yms. välisissä saumoissa.

Näissä rakenneosissa saumaussmassojen tartuntapinta voi olla asfalttibetonia, valuasfalttia, kumibitumia, epoksitervaa, betonia, kiveä tai terästä.

Sauman tiivyyden ja kestävyys edellytyksinä on saumaussmassan tartunta saumattaviin pintoihin. Useimmat massat vaativat tarttuakseen esisivelyn. Esisivelyaineen valinnassa noudatetaan saumaussmassan valmistajan antamia ohjeita; yleensä massan valmistaja toimittaa myös sopivat esisivelyaineet, tavallisesti erikseen huokoisia ja sileitä pintoja varten. Koostumukset vaihtelevat käytettävän saumaussmassan mukaan.

Hyvän sauman muodon aikaansaamiseksi asennetaan saumaussmassan alle pyöreä pohjanauha, joka on yleisimmin umpisoluista polyeteeniä. Umpisoluisen polyeteeninauhan etuna on pieni vedenimukyky. Polyeteenin tartuntaa jossain määrin hylkivä pinta ja hyvä joustavuus myös alhaisissa lämpötiloissa ovat sauman esteettömän liikkuvuuden kannalta tärkeitä ominaisuuksia.

3.4.1 Polyuretaanimassat

Polyuretaanimassojen koostumus vaihtelee suuresti. Perusreaktiona voidaan pitää kahden komponentin välistä reaktiota, jossa toinen komponentista on isosyanaatti (esim. TDI, MDI) ja toinen polyoli (polyeetteri, polyesteri). Massoihin voidaan myös lisätä erilaisia lisäaineita parantamaan massan tiettyjä ominaisuuksia kuten elastisuutta, lujuutta tai tartuntaominaisuuksia.

Polyuretaanimassoja toimitetaan sekä yksi- että kaksikomponenttisina. Kaksikomponenttituotteissa toinen komponentti sisältää isosyanaattiosan ja toinen polyolin. Oikeassa suhteessa sekoitettuna niistä muodostuu polyuretaani. Yksikomponenttisissä massoissa on reaktion alkaminen estetty ja kovettuminen lähtee käyntiin esimerkiksi kosteuden vaikutuksesta.

Massojen elastisuus vaihtelee paljon tyyppin mukaan (kuva 21). Kovettuneen massan vedenkestävyys on hyvä, samoin laimeiden happojen ja emästen sekä liuotteiden kestävyys. Kovuus vaihtelee välillä 15 – 45 Shore A -astetta. Eräät polyuretaanit kellastuvat auringonvalossa. Tämä voidaan estää lisäämällä massaan tiettyjä UV-suojainaineita tai maalaamalla pinta polyuretaanimaalilla.

3.4.2 Silikonimassat

Silikonimassojen sideaineet ovat polysiloksaaneja. Kovete voi olla kolmenlainen:

- emäksinen (amiini)
- neutraali (esim. bentsamiini, alkoksi)
- hapan (asetatti).

Happo- ja alkalikovettuvien silikonimassojen ominaisuudet eivät poikkea toisistaan kovinkaan paljon, alkalikovettuvat massat kestävät emäksiä jonkin verran muita paremmin. Toisaalta neutraalit massat venyvät enemmän. Kovettumisreaktioiden erilaisuuden lisäksi vaikuttavat silikonimassojen laatuun valmistuksessa käytetyt lisäaineet (pehmitteet, täyteaineet).

Silikonimassat eroavat muista saumausmassoista siinä, että niiden elastiset ominaisuudet eivät merkittävästi muutu lämpötilavälillä $-60\text{ °C} - +180\text{ °C}$. Massa kestää yleensä hyvin sekä pitkäaikaista venytystä että puristusta. Kovuus on yleensä välillä 20 – 35 Shore A -astetta riippuen massasta. Kovettunut massa kestää sekä emäksistä että hapanta vettä, liuotteiden kestävyys on huonompi kuin esimerkiksi polysulfidimassoilla. Silikonimassat kestävät sekä auringonvalon että ilmassa olevan otsonin ja rikkidioksidin vaikutusta.



Kuva 22. Silikonimassasauman viimeistelyä.

3.4.3 Polysulfidimassat

Polysulfidi on pitkäketjuinen orgaaninen alifaattinen yhdiste, joka sisältää disulfidisiltoja ja reaktiokykyisiä merkaptaaniryhmiä. Nestemäinen polysulfidi verkkoutuu hapettimen vaikuttaessa. Tuloksena on elastomeeri, polysulfidikumi, jota yleisesti kutsutaan polysulfidiksi tai tiokoliksi.

Kaksikomponenttisissa polysulfidimassoissa kovetteena toimivat metallioksidit tai -peroksidit, epäorgaaniset hapettimet tai orgaaniset happea luovuttavat yhdisteet. Yksikomponenttisissa polysulfidisauausmassoissa massa sisältää jo valmiina

happea luovuttavan aineen, mutta vasta ilman kosteus saa aikaan reaktion alkamisen.

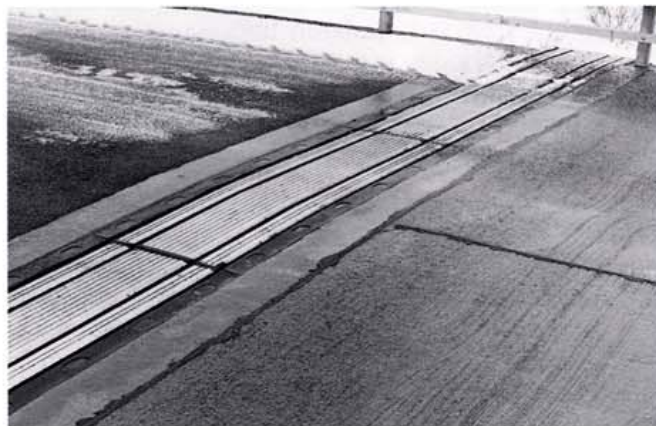
Polysulfidimassojen elastisia ominaisuuksia voidaan vaihdella hyvin laajoissa rajoissa (kuva 21) muuttamalla täyteaineiden ja pehmitteen määriä. Polysulfidimassat eivät ole täysin elastisia, vaan niissä esiintyy myös virumista. Kovettunut massa kestää estereitä, öljyjä, alkoholeja sekä orgaanisia happoja ja laimeita epäorgaanisia happoja. Massojen kovuus vaihtelee välillä 5 – 40 Shore A -astetta.

3.4.4 Kumi- ja muovibitumit

Kuumana valettavat polymeerejä sisältävät massat ovat bitumin ja elastomeerien tai bitumin ja muovien seoksia. Elastomeereistä, joita sekoitetaan bitumiin, mainittakoon polyisobuteenikumi, butyylikumi ja SBS (styreenibutadienistyreeni). Yleisin bitumiin sekoitettava muovi on APP (atakinen polypropeeni).

Massat pehmenevät kuumassa, mikä osittain rajoittaa niiden käyttöä: massa, joka on käyttökelpoinen alhaisissa lämpötiloissa, ei aina sovellu korkeampiin lämpötiloihin.

Eri käyttötarkoituksia varten on kehitetty sekä plastisia (kuva 23) että elastisia (kuva 24) polymeeribitumeita.



Kuva 23. Plastisesta saumausmassasta tehtyjä saumoja.



Kuva 24. Elastisen massasauman tekoa.

3.5 Muut tarvikkeet

3.5.1 Liikuntasaumalaitteet ja laakerit

Pieniä liikuntasaumalaitteita valmistetaan epoksisista (kuva 25) ja liikuntasaumanauhoja polyvinyylikloridista (PVC). Keskisuurissa ja suurissa liikuntasaumalaitteissa ja kumilevy- ja kumipesälaakereissa on eri kumilaaduista valmistettuja osia.

3.5.2 Muoviputket ja salaojat

Tärkeimmät putkimateriaalit ovat PVC (polyvinyylikloridi), HDPE (suuritiheyspolyeteeni), LDPE (pientiheyspolyeteeni), PP (polypropeeni), PB (polybuteeni), CPVC (jälkikloorattu PVC) ja PEX (silloitettu polyeteeni). Lujitemuoviputkista tärkeimmät ovat lasikuitulujuitteiset polyesteri- ja epoksi-muoviputket. Sillanrakennustöissä käytetään putkimateriaaleina pääasiassa PVC- ja PE-muoveja (kuvat 26 ja 27).

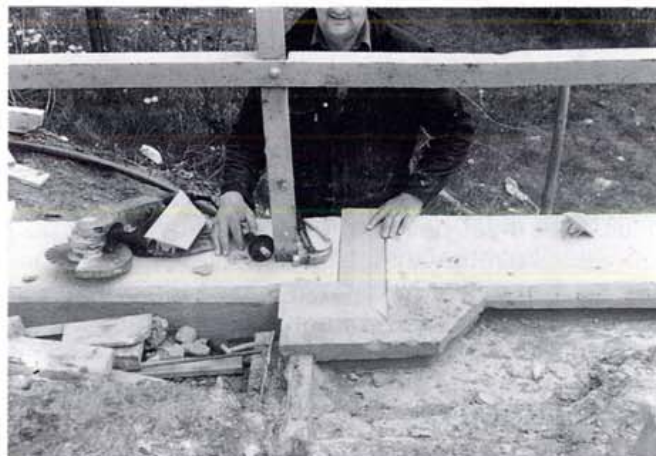
PVC:n etuina ovat raaka-aineen hinnan suhteellinen alhaisuus, suhteellisesti korkea laskentajännitys, jäykkyys ja se, että se ei ylläpidä palamista. Pääkäyttöalueita ovat sisä- ja maaviemärit, salaojaputket sekä painejohdot. Muoviputkilla on monipuolinen koko- ja yhdevalikoima.

HDPE:n etuina ovat hyvä kemiallinen kestävyys, pakkasenkestävyys, putkien taipuisuus ja puskuhittattuna mahdollisuus pitkiin johtoihin. LDPE:n etuna on puolestaan putken taipuisuus, mikä tekee sen erityisen soveliaaksi pitkiin keloilla toimitettaviin pienikokoisiin vesijohtoihin ja kasteluputkiin.

Muoviputkia voidaan liittää toisiinsa tai eri materiaaleihin hyvin monella tavalla. Liitostapoja ovat liimaliitos, muhviiliitos, puskuhittaus, sähkövastus- ja lämpöhittaus, mekaaninen liitos sekä laippaliitos. Jotkut liitokset ovat hyvin materiaalikohtaisia, joten on aina syytä seurata putken valmistajan antamia ohjeita.

Muoviputkia käytetään siltarakenteissa sadevesiviemäreissä, salaojissa ja katulämmitysputkistoissa. Sadevesiviemäreissä ovat muoveista materiaaleina yleisimmät PVC ja HDPE. Sadevesiviemäreitä ei Suomessa ole erikseen standardisoitu vaan yleensä käytetään SFS-standardien 5102, 5103 ja 3900 mukaisia muoviputkia. Jos on perusteltua käyttää laatuominaisuuksiltaan muunlaisia putkia, lähinnä kun ei edellytetä verkoston pitkäaikaista tiiviyyttä, voidaan käyttää myös standardisoimattomia SV- tai oja-putkia.

Salaojaputkista valmistetaan Suomessa standardin SFS 5211 mukaisia PVC-aaltosalaojaputkia, kooltaan DN 40 – 200. Putket jaetaan jäykkyytensä perusteella lujuusluokkiin M ja T. Erikoistuote on erittäin lujatekoinen HDPE-kaksikerrosputki, joka on virtausominaisuuksiltaan hyvä.



Kuva 25. Epoksisista valmistettu liikuntasaumaelementti



Kuva 26. Polyeteeniputkista tehtydt syöksytorvet.



Kuva 27. Salaojaputken asennusta maatuen taustatäyttöön.

3.5.3 Lämmöneristeet

Sillanrakennustöissä käytetään lämmöneristeitä routasuojaukseen. Solumuovieristeistä yleisimmät ovat PS (polystyreenisolumuovi) ja ExPS (suulakepuristettu polystyreenisolumuovi). Solumuovieristeiden lujuus, lämmöneristävyys ja vettyvyys riippuvat tilavuuspainosta. Polystyreenisolumuovin (PS) normaalina lämmönjohtavuutena käytetään maakerrosten välissä arvoa $0,075 \text{ W/mK}$ ($30 - 60 \text{ kg/m}^3$) tai $0,080 \text{ W/mK}$ ($17 - 29,9 \text{ kg/m}^3$) ja suulakepuristetun polystyreenieristeiden lämmönjohtavuutena arvoa $0,045 \text{ W/mK}$ ($25 - 40 \text{ kg/m}^2$) (Rakentamismääräyskokoelma C4).

3.5.4 Sidontaverkot ja -kankaat

Sidontaverkkoja ovat luiskakennot, kivikorit, kivikorimatot ja eroosionestomatot.

Luiskakennoja käytetään verhouksen sitomiseen esimerkiksi tieluiskilla ja sillapenkereillä. Ne valmistetaan pakkasenkestävästä muovista, esimerkiksi kovasta polyeteenistä (jäykkä rakenne) tai polyesterikuitunauhasta (kokoontaittuva rakenne). Sillanrakennuksessa käytetään mahdollisimman lähellä ruohonvihreää olevia sävyjä (kuva 28).

Kivikoreja ja kivikorimattoja käytetään keilojen ja luiskien tukimuureissa (kuva 29) ja eroosion suojauksissa. Ne valmistetaan kuumasinkitystä teräslangasta, joka pinnoitetaan muovipinnoitteella. Muovin pitää olla pakkasenkestävää polyeteeniä (PE) tai polyvinyylikloridia (PVC).

Eroosionestomattoja käytetään sekä maanpäällisissä että vedenalaisissa kohteissa. Eroosionestomatot sitovat maapintaa ja kasvillisuutta sateen, tuulen ja virtaavan veden aiheuttamalta syöpymiseltä. Eroosionestomatot ovat jäykistä polyamidilangoista valmistettuja avorakenteisia mattoja, joiden paksuus on yleensä $10 - 20 \text{ mm}$. Vedenalaisiin virtaaviin kohtiin käytetään bitumilla sidotulla kiviaineksella esitäytettyjä mattoja.

Kuitukankaita käytetään perustettaessa rakenteita heikosti kantavalle perusmaalle ja erotettaessa eri materiaaleja toisistaan. Kuitukankaat valmistetaan polypropeenista (PP).



Kuva 28. Luiskakennojen asennusta.



Kuva 29. Muovipinnoitettuja kivikoreja.

4 TYÖSUOJELU

4.1 Terveydelle vaarallisten aineiden tunnistus- ja merkintäjärjestelmä (TVATM)

Työsuojelu on muodostunut enimmäkseen ennalta ehkäiseväksi, sillä pyrittäessä järjestelmälliseen työsuojeluun ja kustannusten säästöön suunnittelun osuus korostuu. Siksi ennakoivan työsuojelun merkitystä korostavat sekä nykyinen työturvallisuuslaki /12/ että tielaitoksen töissä sovellettavat rakennustyön järjestysohjeen määräykset /13/. Koska polymeerien käyttöön liittyy hyvin erilaisia työsuojeluongelmia, tapauksittain joudutaan perehtymään muihinkin työsuojeluohjeisiin ja -määräyksiin /14/.

Kemikaalien aiheuttamien haittojen torjuminen työpaikoilla on mahdollista vain, jos työntekijöillä on riittävät tiedot aineista. Terveydelle vaarallisten aineiden tunnistus- ja merkintäjärjestelmän (TVATM) /15/ tavoitteena on helpottaa tiedon kulua aineiden valmistajilta ja maahantuoilta niiden käyttäjille. Näin käyttäjät saavat tiedot aineiden koostumuksesta, eri ainesosien ominaisuuksista, vaaroista, työntekijän altistumistavoista, tarvittavasta suojautumisesta jne.

Aineiden valmistajien, maahantuojien ja välittäjien velvollisuus on toimittaa TVATM-järjestelmän mukaiset suomenkieliset käyttöturvallisuustiedotteet aineista niitä käyttäville työpaikoille. Työnantajan on puolestaan huolehdittava siitä, että aineita käyttävät työntekijät saavat nämä tiedot.

TVATM-järjestelmän mukaisesti terveydelle vaarallisen aineen myynti- ja käyttöpäällykseen on merkittävä mm. aineen kauppanimi, valmistaja tai maahantuoja, terveydelle vaaralliset ainesosat ja niiden määrät painoprosenteina, pakkauksen tilavuus, varoitusmerkinnät sekä pakkauksen hävittämistapa, jos se edellyttää erityistoimia. Työpaikoilla käytettävä käyttöturvallisuustiedote /16/ sisältää yksityiskohtaisia tietoja mm. aineen koostumuksesta, ominaisuuksista, palo- ja räjähdysherkkyydestä sekä aineen aiheuttamista terveysvaaroista ja niiden torjunnasta. Tuotteen valmistajan tai maahantuojan on laadittava käyttöturvallisuustiedote annettujen ohjeiden /16/ mukaan.

4.2 Terveysvaikutukset

Vaikka polymeroitumattomat monomeerit ovat hyvin haitallisia terveydelle, loppuun asti reagoineet polymeerit ovat kuitenkin pysyviä ja enimmäkseen haitattomia myös ihmiselimestölle. Erilaisten polymeerituotteiden aiheuttamat vaivat ovat tavallisimmin ärsytys- ja allergisia ihottumia sekä hengitystieoireina ärsytys- ja tulehdusoireita sekä astmaa (ks. liite 2).

4.2.1 Kertamuovut

Kertamuoveja käytettäessä tuote polymeroidaan ainakin osittain työpaikalla joko käyttäen kovetetta tai korkeaa lämpötilaa. Työssä joutuu ilmaan epäpuhtauksia, jotka voivat olla haihtuvia lähtöaineita tai lisäaineita – tai mikäli kovetuslämpötila on riittävän korkea myös hajoamistuotteita. Kertamuoveista aiheutuvat terveyshaitat aiheutuvat usein hartsin komponenteista tai liuotteista. Niinpä terveysvaaroja voidaan vähentää valmistamalla hartseista esipolymeerejä.

Epoksimuoveja käytetään teräsiltojen korroosionestomaaliyhdistelmissä, betonipintojen suojaineissa sekä betonin korjausaineissa. Ne valmistetaan työmaalla kovettamalla epoksihartsia amiinilla. Epoksihartsit ovat tunnetuimpia allergisen ihottuman aiheuttajia, mutta ihottumaa aiheuttavat myös kovetteina käytetyt amiinit ja anhydritit, reaktiiviset liuotteet sekä mahdolliset hartsin epikloorihydriinin jäämät. Lisäksi anhydridikovetteiden on todettu aiheuttavan astmaa.

Polyuretaania käytetään maaleissa, vedeneristysmassoissa, pinnoitteissa ja betonin korjausaineissa. Pääasiallisena ongelmana sen valmistuksessa ovat isosyanaatit, sillä ne ovat herkistäviä ja voivat aiheuttaa sekä astmaa että nuhaa. Isosyanaatteja tai niiden polymeereja voi esiintyä työpaikan ilmassa haihtuneina ja ruiskutustyössä myös aerosolina. Niitä syntyy myös polyuretaanien lämpöhajoamistuotteina kuumissa työvaiheissa tai palossa. Myös isosyanaattien amiinikovetteet voivat aiheuttaa astmaa ja allergista ihottumaa.

Aminomuoveja käytetään mm. liimoissa, maaleissa ja lakoissa. Niiden valmistukseen käytetään hartsia, joka sisältää formaldehydiä. Varsinkin kovetusvaiheessa muovista vapautuu formaldehydiä, joka on hengitysteitä ärsyttävä aine ja voi aiheuttaa lisäksi astmaa. Fenolimuvien valmistukseen käytetty hartsi sisältää fenolia, joka on myrkyllinen yhdiste ja ärsyttää hengitysteitä. Lisäksi niin amino- kuin fenolimuvienkin hartsit voivat aiheuttaa sekä allergista että ärsytysihottumaa.

4.2.2 Kestomuovit

Kestomuovit valmistetaan yleensä kuumentamalla muovimassaa. Tällöin ilmaan pääsee käryä niin polymeeristä itsestään kuin lisäaineistakin niiden hajotessa ja haihtuessa. Yksittäisten aineiden osuus syntyneessä epäpuhtausseoksessa on pieni, mutta niiden yhteispitoisuus saattaa olla hyvinkin suuri.

Käry on ilmassa aerosolina, joten sen hiukkaskoko on hyvin pieni ja se kulkeutuu keuhkoissa keuhkorakkuloihin asti kuljettaen liuenneina mukanaan hajoamistuotteiden ärsyttäviä ja haitallisia aineita. Käry on pahanhajuista ja aiheuttaa nuhaa, kurkunpään ärsytystä, yskää ja limaneritystä.

Pitkäaikainen altistuminen hajoamistuotteiden pienillekin pitoisuuksille saattaa laukaista astmaoireita puuskittaisine yskänoireineen ja hengenhädistyksineen.

Astmaoireita esiintyy myös kestomuovien (polyolefiinien ja polyvinyylidikloridien) työstön yhteydessä. Lisäksi hienojakoinen polyvinyylidikloridipöly saattaa aiheuttaa muutoksia keuhkokudoksessa.

Metyylimetakrylaattia käytetään betonin korjausaineena sekoittamalla hartsi ja kovete kiviainekseen. Sen monomeeri voi aiheuttaa allergista ihottumaa. Akrylaattia käytetään myös polymeeripitoisissa betoneissa ja laasteissa.

4.2.3 Elastomeerit

Elastomeerit voivat aiheuttaa allergista ihottumaa sekä valmistuksen aikana että valmiina tuotteina. Allergisen kosketusihottuman aiheuttajina ovat tavallisesti kiihdytteet ja hapetuksenestoaineet. Kumipolymeeri ei yleensä aiheuta kosketusallergiaa. Luonnonkumipolymeeri saattaa kuitenkin aiheuttaa melko harvinaista kumiurtikariaa eli kuminokkosrokkia.

Kumiset suojakäsineet aiheuttavat suurimman osan kumista johtuvista ammattitauoista. Myös kumipäälysteiset johdot, tiivisteet sekä autonrenkaat ovat usein syynä työperäiseen kumi-ihottumaan.

4.2.4 Lisäaineet

Polymeerimateriaaleissa käytetään paljon lisäaineita, joista muutamien on todettu olevan terveydelle haitallisia. Niitä saattaa haihtua huomattavia määriä jo prosessilämpötiloissa. Pehmitteinä käytettävät ftalaatit kuten muutkin dikarbonihappojen anhydritit ärsyttävät ja herkistävät ihoa ja hengitysteitä sekä aiheuttavat astmaa. Atsokarbonamidia, joka aiheuttaa astmaa, käytetään tarvittaessa paisutteena mm. polyeteenissä, polyvinyylidiklorideissa ja styreenimuovissa. Pigmenteissä käytettävä kadmium ja stabilointiaineina käytetyt lyijysuolat ovat myrkyllisiä, samoin kuin useat palonestoaineina käytetyt halogeeniyhdisteet ja orgaaniset yhdisteet.

Lujitteina käytetyt asbesti- ja muut mineraalikuidut tuottavat sekoitusvaiheessa ja hiontatyössä pölyä, joka voi aiheuttaa pölykeuhkosairauksia. Peroksideja käytetään muoveihin iniaattoreina ja silloitteina. Reaktiivisina aineina ne ovat ärsyttäviä, useat ovat myös herkistäviä. Maaleissa käytetyt liuotteet ovat ärsyttäviä ja huumaavia.

4.3 Kuljetus ja varastointi

Varastoitaessa polymeerituotteita on tarkastettava, että astiat ovat ehjiä ja varmistettava, että pakkaukset on merkitty TVATM-järjestelmän mukaisesti. Jollei aineista ole aiemmin hankittu käyttöturvallisuustiedotteita, ne on saatava ennen aineen käyttöönottoa. Aineen varastoinnissa on noudatettava käyttöturvallisuustiedotteen ja käyttöohjeen määräyksiä.

4.4 Aineiden sekoitus

Annostellessaan ja sekoittaessaan valmiin tuotteen raaka-aineita (esim. hartseja ja kovetteita) työntekijä altistuu yleisimmin vaarallisille aineille aineiden roiskuessa iholle ja silmiin sekä liuotteiden ja muiden höyryjen joutuessa hengityselimistöön. Siksi on noudatettava aineen toimittajan ohjeita annostelussa ja sekoituksessa sekä työkenneltävä huolellisesti, niin ettei aine roisku.

Altistumisvaaraa voidaan torjua mm. siten, että aineet annostellaan ja sekoitetaan erillään muista työntekijöistä, lähellä seoksen lopullista käyttöpaikkaa ja käytetään esim. roiskesuojia. Sekoitustyövälineitä ei pitäisi käyttää muuhun työhön, jottei kovettumattomia aineita leviä muualle työympäristöön.

Poikkeaminen annosteluohjeista johtaa siihen, että kaikki raaka-aineet eivät reagoi, jolloin lopputuote on vain osittain kovettunut. Tällöin tulos ei ole hyvälaatuinen ja tuote saattaa aiheuttaa vaaraa työympäristölle. Jos polymeerituotteiden lämpötila nostetaan korkeammalle kuin annostelu ja sekoitus sekä kovettuminen edellyttävät, haihtuvat aineet höyrystyvät voimakkaammin. Tällöin haitallisia aineita pääsee entistä enemmän työpaikan ilmaan ja altistumisriski kasvaa. Myös astiat on pidettävä huolellisesti suljettuina silloin, kun aineita ei käytetä. Tällä estetään esim. liuotteen turha haihtuminen. Annosteltaessa palavia nesteitä on estettävä myös staattisen sähkön muodostuminen maadoituksella.

4.5 Aineiden käsittely

Valmiiden kestopuovien käsittelystä ei yleensä ole haittaa. Joidenkin muovien työstössä syntyvä pöly aiheuttaa kuitenkin hengitysteiden ärsytystä. Kumituotteet voivat aiheuttaa allergista ihottumaa eli kosketusurtikariaa.

Jos lopullinen polymeeri muodostuu vasta työmaalla reaktion tuloksena, mahdollinen altistumistapa ja sen voimakkuus riippuu paitsi käyttötavasta myös käytössä olevasta tuotteesta, sen raaka-aineista, käyttökohteista, käyttöolosuhteista sekä suojalaitteista. Seuraavassa esitellään eri käsittelytavat.

4.5.1 Tela-, sivellin- tai lastalevitys

Yleisimmät altistumistavat tässä työtavassa ovat roiskeet ja tahrat iholle ja silmiin sekä liuoteym. höyryjen hengittäminen. Jos polymeeriä levitetään suurelle pinnalle, altistuminen voi olla huomattava. Myös hitaasti haihtuvien aineiden pitoisuus voi nousta suureksi, mikä lisää ilmanvaihdon tarvetta. Jollei altistumista voida estää teknisin toimin, on käytettävä henkilökohtaisia suojaimia (katso kohta 4.6).

4.5.2 Ruiskutus

Ruiskutettaessa polymeerituotteita työntekijä altistuu haitallisille aineille erityisesti seuraavin tavoin:

- ruiskutussumu iholle ja silmiin
- ruiskutussumun hengittäminen
- liuotehöyryjen hengittäminen.

Haihtuminen on runsasta suuren haihtumispinnan takia ja polymeerituotteet onkin ruiskutettava aina

hyvin ilmastoidussa työtilassa. Lisäksi on yleensä tarpeen käyttää henkilökohtaista hengityksensuojainta sekä suojata koko iho.

Ruiskutustöiden yhteydessä on usein palovaara. Tämä voidaan estää maadoituksella, mikä on tärkeää myös ruiskun pesussa. Työvaatetuksena on käytettävä mieluiten puuvillaa, joka ei aiheuta staattista sähköä.

4.5.3 Valu ja puristus

Polymeeripitoisissa betoneissa ja laasteissa polymeeri sekoitetaan veteen lateksiksi. Käytettäessä SBR:a polymeeri ei ole aktiivisessa muodossa, joten esim. styreeni ei haihdu. Sekoitus on kuitenkin tehtävä niin, ettei roiskeita synny. Samoin paikkaustaastien pääsy iholle on estettävä.

Betonimuoveja käytettäessä polymeerihartsin sekoitetaan työmaalla kovetteen ja kiviaineksen kanssa. Sekoitus on tehtävä hyvin ilmastoidussa työtilassa ja hartsin pääsy iholle tai hengitykseen on estettävä.

4.5.4 Työvälineiden puhdistus

Monet polymeerituotteet kovettuvat pian sekoituksen ja käytön jälkeen. Työvälineet onkin puhdistettava mahdollisimman pian käytön jälkeen, tavallisimmin liuotteella tilassa, jossa on hyvä ilmanvaihto. Voimakkaat liuotteet vaativat erityiset, niitä kestävät suojakäsineet. Liuotteita ei saa kaataa maahan tai vesistöön, vaan ne on hävitettävä ohjeiden mukaan.

4.6 Henkilökohtaiset suojaimet

4.6.1 Ihon suojaaminen

Polymeerituotteiden käsittelyssä ensisijainen suojauskohde on iho. Sen suojaamiseksi voidaan käyttää suojakäsineitä ja -vaatetusta sekä suojavoiteita.

Suojakäsineiden on oltava tarpeeksi tiiviit ja pitkävartiset. Käsineiden alla on käytettävä puuvillaista suojakäsineitä. Käsinemateriaali on valittava niin, että se kestää käsiteltävän polymeerin. Lisätietoja saa julkaisusta /17/.

Suojavaatetukseksi riittää yleensä tavallinen suojapuku. Jos työssä on suuri likaantumisen vaara, on parasta käyttää kertakäyttöhaalaria. Töissä, joissa on palo- ja räjähdysvaara, käytetään puuvillaista suojahaalaria. Tarvittaessa voidaan käyttää lisävarusteina myös esim. kynänpää-, polvi- ja rannesuojia.

Suojavoiteet eivät estä altistumista, mutta ihon puhdistaminen on helpompaa, jos se on suojattu voiteella. Suojavoide estää myös ihon kuivumisen.

4.6.2 Hengityselinten suojaaminen

Hengityksensuojaimia on käytettävä, jos työssä ei teknisin toimenpitein voida riittävästi estää haitallisia pöly- tai kaasupitoisuuksia. Tarkoituksenmukaisia suojaimia ovat yleensä:

- pölysuodatinnaamari hiottaessa kovettuneita polymeerituotteita esim. epoksia
- kaasusuodatinnaamari esim. käytettäessä pesuliuoksia ja levitettäessä tuotteita siveltimellä tai telalla sekä sekoitettaessa hartsia ja kovetetta
- yhdistelmäsuodatinnaamari ruiskutuksessa
- paineilma- tai raitisilmanaamari tai huppu ruiskutuksessa.

Suodatinsuojainta käytetään vain lähinnä tilapäisessä lyhytaikaisessa suojauksessa. Suodattimen käyttöikä on rajallinen, joten se on vaihdettava tarpeeksi usein. Lisäksi se on varastoitava niin, ettei se menetä suojauskykyään varastossa.

Paineilmaverkostosta otettava ilma on suodatettava, ennen kuin se johdetaan suojaimeen. Lisätietoja saa julkaisusta /18/.

4.6.3 Silmien suojaaminen

Silmien suojaamiseen käytetään silmiensuojaimia tai kasvojensuojainta.

4.6.4 Suojainten hoito

Kaikki henkilökohtaiset suojaimet on huollettava ja korjattava sekä puhdistettava riittävän usein, jotta ne suojaisivat hyvin. Altistumisen aiheuttamia haittoja voidaan vähentää myös hyvällä henkilökohtaisella hygienialla.

5. YMPÄRISTÖNSUOJELU

5.1 Aineiden ympäristövaikutukset

Väärin käytettyinä siltojen korjauksessa käytetyt aineet lisäävät ympäristön saastumista. Samat aineet, jotka aiheuttavat työturvallisuusriskin, aiheuttavat yleensä haittaa myös ympäristölle: ilmalle, maalle sekä pohja- ja pintavesistölle. Vaikka pitoisuudet laimenevatkin luonnossa nopeasti, vähäisetkin saastepäästöt on estettävä.

Ympäristönsuojelunäkökohtia käsiteltäessä on otettava huomioon ainakin melu, pöly, maali- ja liuotesumujen sekä -höyryjen muodostuminen, paikkauksessa ja injektoinnissa käytettävien aineiden käsittely, rakennusjätteiden hävittäminen sekä öljyjen ja liuotteiden estäminen pääsemästä maahan.

5.1.1 Pöly

Suihkupuhdistustyössä ja betonin piikkauksessa muodostuu pölyä puhallushiekasta, irtoavasta maalijätteestä ja ruosteesta sekä betonista. Kokeusten mukaan pöly ei leiju ilmassa merkittävän laajalle alueelle, mutta haittaa liikennettä, jos esimerkiksi puhallussuihku on ajoradalle päin. Tuulen suunta ja voima vaikuttavat oleellisesti epäpuhtauksien leviämiseen. Pölyn joutuessa veteen muodostuu lauttoja, jotka kulkeutuvat aallokon tai virran mukana yllättävänkin kauas. Kvartsihiekan käyttäminen puhallukseen on kielletty joillakin paikkakunnilla kokonaan sekä työturvallisuus- että ympäristönsuojelusyistä.

Lyijyä sisältävillä maaleilla maalattua pintaa suihkupuhdistettaessa tulee olla erityisen varovainen, sillä lyijypitoisen pölyn hengittäminen on vaarallista. Lyhytaikainenkin lyijyn hengittäminen aiheuttaa unettomuutta, päänsärkyä, maniaa ja kouristuksia.

Lähipuosina on odotettavissa, että ympäristönsuojelumääräykset tiukentuvat. Esimerkiksi siltojenkin suihkupuhdistuksen jätteitä alettaneen kerätä talteen.

5.1.2 Maalisumu

Ruiskumaalauksen ohimaalauksessa leijuu ilmassa tuulen mukana varsin kauas. Veteen joutuessaan se pisaroituu ja muodostaa lauttoja, jotka

voivat ajelehtia satojen metrien päähän, ylävirtaan. Maalilautat tahraavat rantoja, veneitä ja laitureita ja saastuttavat vettä. Maalilautojen leviämistä vedessä voi estää käyttämällä öljypuomeja, missä se on mahdollista.

Lähipuosina on odotettavissa siirtyminen liuotteetomien maalien käyttöön myös siltojen maalauksessa.

Maalien käyttöturvallisuustiedotteissa on maininta maalien ympäristöhaitoista. Useimpia niistä ei saa päästää viemäriin eikä vesistöön. Käyttöturvallisuustiedotteessa annetaan myös erityisiä ohjeita tuotteen varastoinnista, korroosio-ominaisuuksista, puhdistuksesta, siivouksesta ja vaarattomaksi tekemisestä; ohjeita annetaan myös tulipalon varalta.

5.1.3 Kiinteät aineet

Useimpien paikkauksessa ja injektoinnissa käytettävien aineiden käyttöturvallisuustiedotteissa on ympäristöhaittojen kohdalla maininta, että niitä ei saa päästää vesistöön. Myös sementtiliiman pääsy vesistöön pitää mahdollisuuksien mukaan estää.

Piikattaessa siltoja ei irtoavia betonin, asfaltin tai raudoituksen kappaleita ja muita rakennusjätteitä saa pudottaa vesistöön, jos niistä on haittaa esim. alapuolisille teollisuuslaitoksille tai jos ne voidaan kohtuullisella vaivalla kerätä talteen. Ne on vietävä sovitulle kaatopaikalle, eikä niitä missään tapauksessa saa jättää maastoon.

Öljyjen ja liuotteiden pääsy maahan on estettävä, sillä ne saastuttavat maaperää ja jo pienetkin määrät voivat aiheuttaa pohjaveden pilaantumisen. Niiden varastoinnissa ja käsittelyssä on oltava huolellisia ja noudatettava käyttöturvallisuustiedotteiden antamia ohjeita.

Myöskään lyijyä ja kromia, joita on usein siltojen maalaukseen käytetyissä maaleissa, ei saa päästää vesistöihin. Näitä aineita sisältävät maalijätteet on hävitettävä huolellisesti, sillä ne ovat vaarallisia varsinkin pikkulapsille, jos he pääsevät pistämään maalinpalasia suuhunsa tai hengittävät maalipölyä.

5.2 Jätehuolto

Jätehuollossa on noudatettava jätehuoltolakia /19/ ja jätehuoltoasetusta /20/ muutoksineen. Niiden mukaan yleisen tien pitäjän velvollisuus huolehtia jätteiden keräilyn järjestämisestä koskee tiealueen lisäksi myös tien vieri- ja liitännäisalueita. Näille alueille ei saa siis jättää esimerkiksi käytöstä poistettuja esineitä tai aineita niin, että siitä aiheutuu haittaa esimerkiksi terveydelle tai viihtyisyydelle.

Muovijätteiden polttaminen työmaalla ei ole suotavaa, sillä niitä poltettaessa syntyy usein myrkyllistäkin savua. Käyttöturvallisuustiedotteiden maininta vaarattomaksi tekemisestä polttamalla valvotuissa olosuhteissa tarkoittaaakin uunipolttoa ongelmajätelaitoksella.

5.3 Ongelmajätteet

Sisäasiainministeriön päätös ongelmajätteistä /21/ luokittelee jätehuoltolaissa tarkoitetuiksi ongelmajätteiksi jätteet, jotka sisältävät esimerkiksi öljyä, liuotteita, syövyttäviä aineita, elohopeaa, hopeaa, epäorgaanisia tai orgaanisia syanideja tai isosyanaatteja, orgaanisia halogeeniyhdisteitä (esim. PCB:tä), fenoleja tai lääkeaineita.

Ongelmajätteen tuottajan on huolehdittava ongelmajätteen asianmukaisesta pakkaamisesta, säilyttämisestä ja jätteen merkitsemisestä sekä annettava sen käsittelyn vaatimat tarpeelliset tiedot.

Sosiaali- ja terveysministeriön päätös terveydelle vaarallisen jätteen merkitsemisestä /22/ koskee myrkyn tai terveydelle vaarallisen aineen merkitsemistä silloin, kun se on jätehuoltolaissa tarkoitettua jätettä. Kemikaaliasetuksen /23/ ja TVATM:n /15/ edellyttämät merkinnät tulee tehdä vaarallisen jätteen päällykseen. Tuotteen nimen sijasta tai ohella tulee kuitenkin olla merkintä siitä, että kyseessä on jäte.

Näitä merkintöjä ei kuitenkaan tarvitse tehdä päällykseen, jota käytetään ainoastaan jätteen kuljettamiseen. Jos jäte säilytetään aineen alkuperäisessä pakkauksessa eikä jäte olennaisesti poikkea siitä vaarallisesta aineesta, josta jäte suurimmaksi osaksi on muodostunut, voidaan käyttää pakkauksessa ennestään olevia varoitusmerkintöjä. Merkintöjä on kuitenkin täydennettävä merkinnällä jätteen tuottajasta ja siitä, että kyseessä on jäte.

Sisäasiainministeriön päätöksen /21/ mukaan edellä mainittuja jätteitä ei kuitenkaan pidetä ongelmajätteinä, jos ne esiintyvät vähäisinä määrinä, pieninä pitoisuuksina tai ympäristön kannalta haitattomassa muodossa ja ne voidaan vaaraa tai haittaa aiheuttamatta kerätä, kuljettaa ja käsitellä muun jätteen joukossa. Niinpä esimerkiksi maalipurkki, jonka sisältö on täysin kuivunut, voidaan toimittaa kaatopaikalle normaalina jätteenä, vaikka märkä maali sekä liuotteet ovatkin ongelmajätteitä.

6. LAADUNVARMISTUS

6.1 Tarvikkeiden hyväksyntä

6.1.1 Tiehallituksen hyväksymismenettely

Tiehallituksen tuotanto-osaston teknisten palvelujen vastuualue hyväksyy sillan korjaustöissä käytettävät rakennustarvikkeet, minkä jälkeen niihin voidaan liittää teksti "Tiehallituksen hyväksymä". Hyväksyminen perustuu yleensä Valtion teknillisessä tutkimuskeskuksessa tehtyyn testiin, jonka tutkimusohjelma on saatavissa asianomaisesta laboratorista tai teknisten palvelujen vastuualueelta. Pääosa testeistä tehdään VTT:n rakennusmateriaalilaboratoriossa (VTT/RAM), mutta päällysteet testataan tie-, geo- ja liikennetekniikan laboratoriossa (VTT/TGL).

Rakennustarvikkeita kokeillaan myös SILKO-organisaation toimeksiannosta korjauskohteissa. Tiehallituksen hyväksymiä tuotteita on jonkin verran enemmän kuin ympäristöministeriön tyyppihyväksymiä tuotteita.

Tiehallituksen hyväksymät rakennustarvikkeet on esitetty SILKO-ohjeiston tarviketiedostossa (kansio 3). Tarkempia tuotekohtaisia tietoja on saatavissa tuoteluettelon yhteystietojen avulla tilattavista esitteistä ja käyttöselosteista.

6.1.2 Lakisääteinen tyyppihyväksyntä

Rakennuslakiin perustuvan tyyppihyväksynnän tarkoituksena on rakennusvalvonnan yksinkertaistaminen ja yhtenäistäminen. Tyyppihyväksyntä osoittaa, että rakennustarvike on viranomaisten antamien määräysten mukainen ja siten käytettävissä koko maassa. Näin ei jokaisen rakennuskohteen yhteydessä tarvitse erikseen tutkia, onko tuote katsottava säännösten ja määräysten mukaiseksi. Tyyppihyväksyntä annetaan määräjäksi, kuitenkin enintään viideksi vuodeksi.

Tyyppihyväksyntäpäätöksen saaja on velvollinen pitämään tuotteen sellaisena kuin se oli tyyppihyväksyntää myönnettäessä. Ennen tyyppihyväksyntäpäätöksen antamista onkin tehtävä laadunvalvontasopimus hakijan ja ympäristöministeriön hyväksymän testauslaitoksen kesken. Ympäristöministeriö julkaisee vuosittain voimassa olevista hyväksynnoista tyyppihyväksyntäluettelon, jota saa Valtion Painatuskeskuksesta.

6.2 Ennakkokokeet

Sillankorjauksessa käytetään ensisijaisesti tiehallituksen hyväksymiä tarvikkeita tai SILKO-ohjeissa ja sillanrakennustöiden yleisissä työselityksissä (SYT) vakioituja materiaaleja. Tällä pyritään välttämään ennakkokokeiden tekoa, koska massamäärät ovat useimmiten niin pieniä, että ennakkokokeista aiheutuvat kustannukset nousevat kohuttomiksi.

Ennakkokoe on kuitenkin tarpeen, jos on varmistettava, ettei paikkaus erotu häiritsevästi vanhasta rakenteesta tai jos jostain aineen erikoisominaisuudesta ei ole riittävästi luotettavia tietoja. Tällaiset tapaukset ovat harvinaisia.

6.3 Kelpoisuuskokeet

Sen jälkeen kun materiaali on valittu oikein, laadunvarmistuksen kannalta on tärkeintä, että työssä noudatetaan tarkasti tuotekohtaisia ohjeita. Hyväkin tuote voidaan helposti pilata, jos työ tehdään huolimattomasti ja taitamattomasti.

Lopputulokset tarkistetaan kelpoisuuskokeiden avulla. Tarvittavat kelpoisuuskokeet on määritellyt SIL-

KO-yleisohjeissa (kansio 1), joiden ohjeita ja määräyksiä täydennetään tarvittaessa korjausohjeissa (kansio 2) tai tarviketiedostossa (kansio 3) olevilla tiedoilla. Polymeerien tuhoutuminen tai niiden ominaisuuksien muuttuminen voidaan selvittää työvaiheessa tai valmiista rakenteesta otettujen näytteen avulla.

7. RINNAKKAISET OHJEET

7.1 Standardit

- | | |
|---|---|
| SFS 3900 Muoviputket. LM-viemäriputket. Mitat ja yleiset ominaisuudet. 1978-06-06, 1. p. 8 s. | SFS 5103 Muoviputket. Paineettomat PE-viemäriputket ja putkiyhteet. 1985-09-25, 1. p. 19 s. |
| SFS 5102 Muoviputket. Paineettomat PVC-viemäriputket ja putkiyhteet. 1985-09-25, 1. p. 25 s. | SFS 5211 Muoviputket. Salaojaputket ja putken osat. |

7.2 Muut ohjeet

- | | |
|---|---|
| /1/ Erä, V. Silikonien valmistus, ominaisuudet ja käyttö. Vantaa 1988. Muoviyhdistyksen kirjasarja 14. 62 s. | /10/ Vedeneristykset ja päällysteet. Vedeneristykset, yleisohje. Tie- ja vesirakennushallitus, sillanrakennustoimisto 1984. TVH 730095-SILKO 1.801. 21 s. |
| /2/ Jokela, J., Kukko, H., Metso, J., Pihlajavaara, S., Sarja, A., Vesikari, E., Virtanen, J. Kovettuneen betonin perusominaisuudet. Espoo 1980. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Betoni- ja silikaattiteknikan laboratorio, Tiedonanto 74. 102 s. | /11/ Vedeneristykset ja päällysteet. Päällysteet, yleisohje. Tie- ja vesirakennushallitus, rakennusosasto 1988. TVH 730095-SILKO 1.802. 29 s. |
| /3/ Raaka-ainekäsikirja 4. Muovit, kumit. Valmet Oy, Rautpohja 1984. 162 s. | /12/ Työturvallisuuslaki 299/58, 27/87. |
| /4/ Powell, P. C. Engineering with polymers. London 1988, Chapman and Hall. 318 s. | /13/ Valtioneuvoston päätös, joka sisältää rakennustyössä noudatettavat järjestysohjeet 274/69. |
| /5/ Rautiainen, L. Säärasitusten vaikutus rakennusmateriaaleihin ja vahingollisten vaikutusten estäminen. Espoo 1982. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Rakennetekniikan laboratorio, Esitelmä 16 s. | /14/ Kemikaalilaki 744/89. Työsuojeluhallituksen turvallisuustiedote 8. Isosyanaatit. Työsuojeluhallituksen turvallisuustiedote 11. Epoksituotteet. Työsuojeluhallituksen turvallisuustiedote 14. Työpaikkojen ilmastointi. Työsuojeluhallituksen turvallisuustiedote 25. HTP-arvot. Työterveyshuoltolaki 743/78. Valtioneuvoston päätös asbestityöstä 866/87. Valtioneuvoston päätös työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta 583/85. Asetus vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista 682/90. Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös palavista nesteistä 313/85. |
| /6/ Shaw, J. D. N. The Use of Polymers in Concrete Repair. Civil Engineering June/July 1983, August 1984. 9 s. | |
| /7/ Chandra, S. & Zu, Y. F. Polymer dispersions - a review of their use in concrete. Nordisk Betong 5 (1986), s. 31 - 33. | |
| /8/ Häkkinen, T. Lisäaineiden käyttö betonissa. Espoo 1985. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Tiedotteita 418. 51 s. | |
| /9/ Sillanrakennuksen yleinen työnselitys. SYT 3800: Teräsrakenteet. Tie- ja vesirakennuslaitos, Helsinki 1988. TVH 732211. 111 s. | |

- /15/ Työsuojeluhallituksen turvallisuusmääräykset no 39: TVATM - Terveydelle vaarallisten aineiden tunnistus- ja merkintäjärjestelmä (1989).
Sosiaali- ja terveysministeriön päätös maali- tuotteiden merkitsemisestä ja myrkkyluokituksesta 738/85.
Sosiaali- ja terveysministeriön päätös syöpäsairauden vaaraa aiheuttavista aineista sekä niiden merkinnöistä ja myrkkyluokituksesta 477/88.
Valtioneuvoston päätös vaarallisten kemikaalien luokituksesta, varoitusmerkinnöistä ja käyttöturvallisuustiedotteista 667/90.
Työsuojeluhallituksen turvallisuustiedote 24. Terveydelle vaaralliset aineet ja valmisteet, merkintöjen luokitus, R- ja S-lausekkeet.
Työsuojeluhallituksen esite II: Vaaralliset kemikaalit, luokitus, varoitusmerkinnät, käyttö- turvallisuustiedotteet.
- /16/ Työsuojeluhallituksen päätös vaarallisten kemikaalien käyttöturvallisuustiedotteesta 738/90.
- /17/ Työterveyslaitoksen ohjeita ja suosituksia 6. Käsien suojaus.
- /18/ Työsuojeluhallituksen turvallisuustiedote 10. Paineilman tuottaminen hengityskäyttöön.
- /19/ Jätehuoltolaki 673/78.
- /20/ Jätehuoltoasetus 307/7.
- /21/ Sisäasiainministeriön päätös ongelmajätteistä 576/79
- /22/ Sosiaali- ja terveysministeriön päätös terveydelle vaarallisen jätteen merkitsemisestä 830/85.
- /23/ Kemikaaliasetus 620/90.