

5 BETONIRAKENTEEN SUOJAUSTYÖ

5.1 Työtasot ja sääsuojat

On tärkeää, että suojattavan pinnan lähelle on helppo päästä, ja siksi joudutaan yleensä käyttämään työtasoja. Siltojen suojaustoihin sopivia työtasoja ovat seuraavat:

- Hoitokori: kaiteen varassa liikuteltava työtaso (kuva 23).
- Putkiteline: teräs- tai alumiiniputkista koottava rakenne, jonka työtasot ovat siirrettäviä.
- Henkilönostin: pystysuuntaan tai myös sivuttaisiin liikuteltava, auto- tai konealustaan kiinnitetty työtaso (kuva 24).
- Siltakurki: autoalustalle rakennettu henkilönostin, jonka työtasoa (henkilökoria) voidaan liikutella eri suuntiin ajoradan tason alapuolella siten, että kurjella pääsee myös sillankannen alapuolelle (kuva 25).
- Hoitosilta: siltaan kiinteästi asennettu työtaso.
- Hoitosillake: sillan kantavien rakenteiden varassa liikuteltava työtaso.

Lauttaa tai ponttonia voidaan tarvittaessa käyttää työtason telineen tai henkilönostimen alustana. Nostimet ja telineet on tarkastettava kohdassa 6.1 selostetulla tavalla. Ympäristölle haitallisen suihku- puhdistusjätteen ja suoja-ainesumun leviäminen ympäristöön ja ajoneuvojen päälle on estettävä esimerkiksi telineisiin kiinnitettävillä suojuilla.

Ilmasto-olot ovat maassamme epävakait ja hyvä pinnoituskausi on lyhyt. Siksi vähänkin suuremmis- sa hankkeissa on syytä harkita siirrettävän suojaka- toksen tai peitteiden käyttöä (kuva 26). Suojakato- sen ja lämmönsäilylaitteiden avulla saadaan työ- kentelyolot huonollakin säällä vaatimusten mukai- siksi.

5.2 Pinnan esikäsittely

Suojattavan pinnan esikäsittelyyn on kiinnitettävä erityistä huomiota, sillä esikäsittelytoimien on to- dettu vaikuttavan ratkaisevasti pinnoitteen säily- vyyteen ja taloudellisuuteen. Betonisiltojen korjaus- töissä esikäsittelyihin kuuluvat

- bitumi- ym. tahrojen poisto
- betonin piikkaukset ja paikkaukset
- ruostuneiden terästen ja raudoitustankojen käsittely
- sementtiliiman ja vanhan pinnoitteen poisto.

Esikäsittelyissä käytetään normaaleja työvälineitä, ottaen erityisesti huomioon työsuojeluvaatimukset ja ympäristöhaitat. Ympäristöön ei saa päästää haitallisessa määrin epäpuhtauksia. Jätteet ote- taan tarvittaessa talteen puhdistettavan rakenteen alapuolelle kiinnitettävillä peitteillä tai imuroimalla. Esikäsittelymenetelmät on esitetty niitä koskevas- sa SILKO-ohjeessa /6/, jossa betonipinnan suihku- puhdistusasteet on esitetty ohjeen kohdassa 11. Tartuntapinnalle asetettavat laatuvaatimukset esi- tetään työselityksessä.



Kuva 23. Hoitokori.



Kuva 24. Henkilönostin.



Kuva 25. Siltakurki.



Kuva 26. Suojakatos.

5.2.1 Pintojen puhdistus

Suojattavassa betonipinnassa ei saa olla haitallissa määrin suolaa, bitumia, likaa, öljyä tai irtonsia aineksia. Puhdistusmenetelmät ovat seuraavat:

- Pelkästään suolaiset pinnat puhdistetaan vesipesun ja harjauksen avulla, koska kloridit ovat vesiliukoisia. Tarvittaessa käytetään alkalista pesuainetta.
- Bitumi, öljy tai rasva poistetaan kemiallisesti ja tarvittaessa piikkaamalla tai jyrsimällä.

Lopuksi tartuntapinnat suihkupuhdistetaan hiekkatai vesihiekkapuhallusta käyttäen. Pelkkä pesu riittää harvoin pinnan esikäsitteilyksi, mutta jos valu on tehty muottikangasta vasten, muita toimenpiteitä ei välttämättä tarvita. Pölyiset pinnat imuroidaan tai pestään painepesurilla.

Betonipintoja pestäessä on käytettävä alkalista pesuainetta. Suuria pintoja pestäessä on suositeltavaa käyttää suurpainepesulaitetta, jonka vedenkulutus on 15 - 20 l/min ja tarvittava paine 15 - 25 MPa (150 - 250 bar) sekä lämmintä vettä (50 - 70 °C). Pesuaineliuos valmistetaan tuote-kohtaisten ohjeiden mukaan. Pesuaineen annetaan vaikuttaa $\frac{1}{2}$ - 2 minuuttia, minkä jälkeen alkali-jätteet huuhteellaan huolellisesti pinnoilta suurpainepesulaitteella. Pesu voidaan tehdä myös käsin harjaamalla, jolloin pesuaineliuos on huomattavasti laimeampi (1 - 6-prosenttinen).

5.2.2 Töhrerrysten poisto

Töhrerryksiä poistettaessa on viisasta käyttää mahdollisimman hellävaraisia menetelmiä. Pintaa rikkovat mekaaniset menetelmät tekevät pinnan samalla herkemäksi vaurioille.

Jos suojaamattomassa betonipinnassa on töhrerryksiä tai muita sillan ulkonäköä rumentavia maali-tahroja alle 10 m²:n alalla, ne poistetaan kemiallisella pinnanpuhdistusaineella. Puhdistustulos riippuu betonipinnan huokoisuudesta. Yleensä on syytä tehdä ennakkokoe, josta saatavaa vertailupintaa käytetään laadunvarmistuksen perustana. Laajemat pinnat puhdistetaan yleensä suihkupuhdistamalla. Suihkupuhdistus poistaa 0,5 - 2 mm:n kerroksen, jonka jälkeen pinta on avoimempi mm. hiilidioksidin tunkeutumiselle. Suihkupuhdistusta ei saa tehdä tästä syystä useita kertoja.

Uhrautuva töhrerrystenestoaine pestään 90 - 100 °C:lla vedellä ja noin 100 baarin paineella. Puhdistettu kohta suojataan uudestaan töhrerrystenestoaineen valmistajan ohjeiden mukaan.

Töhrerrystenpoistoaainetta käytettäessä on noudatettava tarkoin aineen valmistajan ohjeita ja aineen soveltuvuus pinnoitteen puhdistamiseen on varmistettava pinnoitteen valmistajalta. Pesuainelioksen vaikutusta voidaan yleensä tehostaa harjaamalla. Huuhtelu on tehtävä huolellisesti puhtaalla vedellä.

5.2.3 Raudoitustankojen käsittely

Paljastuneet raudoitustangot käsitellään valitun paikkausmenetelmän vaatimalla tavalla.

Jos pinnassa on työteräksien, muottisiteiden tai sidelankojen päitä, ne piikataan esiin ja katkaistaan vaaditun betonipeitteen syvyydeltä. Jos sidelankoja on pinnassa paljon, on harkittava, onko niiden aiheuttamien ruostepisteiden vaikutus ulkonäköön niin merkittävä, että poistokustannukset ovat perusteltavissa.

5.2.4 Betonipintojen paikkaus

Piikatut ja muut paikkausta vaativat kohdat paikataan annettujen ohjeiden /18/ mukaan. Ensisijaisesti käytetään sementtipohjaisia paikkausaineita.

Paikkausta vaativa alue rajataan suoraviivaisesti.

5.2.5 Sementtiliiman poisto

Betonipinnat puhdistetaan suoja-aineen tartunnan vaatimaan puhdistusasteeseen. Yleisin ja tehokkain mekaaninen puhdistus- ja karhennusmenetelmä on suihkupuhdistus, jossa epäpuhtaudet irrotaan raesuihkulla (kuva 27). Sillankorjauksissa käytetään yleensä hiekkapuhallusta ja painekammio-tyyppisiä avopuhalluslaitteita. Näillä laitteilla rakeet puhalletaan päin puhdistettavaa pintaa paineilman avulla.

Suihkupuhdistussuuttimen oikealla valinnalla on suuri merkitys työtehoon ja taloudellisuuteen. Jos tavoitteena on mahdollisimman suuri puhdistusnopeus, valitaan venturisuutin, joka on tehokkaampi kuin suora suutin. Suihkupuhdistus on tehokkainta, jos puhalluskulma on 50 - 70 ° ja suuttimen etäisyys puhdistettavasta pinnasta on 30 - 50 cm.



Kuva 27. Suihkupuhdistusta hiekkapuhallusmenetelmällä.

Hyvän puhdistustuloksen aikaansaamiseksi tarvitaan lisäksi riittävästi kuivaa ja puhdasta paineilmaa tuottava kompressori. Ilmanpaineen pitää olla 0,6 - 0,8 MPa (6 - 8 bar). Ilman laadun varmistamiseksi tarvitaan tehokas jälkijäähdytin sekä veden- ja öljynerotin.

Puhtaus- ja karheusvaatimus määrittää raemateriaalin koon ja kovuuden. Puhallusmateriaalina käytetään yleensä kertakäyttöisiä raemateriaaleja (raekoko 0,5 - 1,7 mm).

Puhdistustulokseen vaikuttavat tekijät on selvitettävä työn alussa tehtävässä koepuhdistuksessa, jossa saatua pintaa käytetään puhdistustyön vertailupintana.

Vesihiekkapuhallus on hiekkapuhallusta hitaampi, mutta siitä ei aiheudu pölyämisestä johtuvia ympäristöhaittoja. Vesihiekkapuhalluslaite toimii ejektoriperiaatteella. Siinä paineinen vesi aiheuttaa suuttimen ejektorissa imun puhallusletkuun, joka on johdettu raesäiliöön. Tarvittava paine on 10 - 20 MPa (100 - 200 bar). Liete on poistettava puhdistetuilta pinnoilta heti painevesipesulla.

Painevesipesu tehdään 25 - 70 MPa:n (250 - 700 bar) paineella ja painevesipuhallus 70 - 170 MPa:n (700 - 1700 bar) paineella ilman rakeita. Menetelmä vaatii sillankorjaustöissä ennakkokokeen, jossa määritetään tarvittava paine, vesimäärä ja suutin. Ongelmaksi on havaittu, että liian varovainen puhdistus aiheuttaa pinnoitteen tartuntaongelmia ja liian voimakas puhdistus poistaa pintakerrosta liikaa aiheuttaen tarpeettomia tasoitustöitä.

Liekkipuhdistus on terminen esikäsittelymenetelmä, jolla voidaan happi-asetyleeniliekkiiä käyttäen puhdistaa betonipintoja. Ennen liekkipuhdistusta pinnalta poistetaan mekaanisesti irtonaiset epäpuhtaudet. Liekkipuhdistuksen jälkeen on aina tehtävä jälkikäsittely, joka on betonipinnoilla yleensä kevyt suihkupuhdistus. Liekkipuhdistusta on käytetty sillankorjaustöissä vain vähän ja kokemukset ovat olleet vaihtelevia.

5.2.6 Tartuntapinnan kosteustila

Suoja-aineet eroavat toisistaan siinä, että sementtipohjaiset aineet vaativat kostean tartuntapinnan, mutta polymeerisideaineiset aineet voidaan levittää vain kuivalle pinnalle.

Sementtipinnoitteen tartuntapinta kastellaan pinnoitusta edeltävänä päivänä. Pinnoituksen alkaessa pinnan pitää olla kostea, mutta se ei saa olla märkä (kiiltävä).

Tartuntapinnan lämpötilan pitää olla 3 °C kastepisteeseen yläpuolella. Tuotekohtaisia ohjeita on noudatettava aina.

5.3 Suoja-aineiden levitys

Suojaustyö tehdään siltakohtaisesti laaditun työselityksen mukaan. Perusedellytys suojaustyön onnistumiselle on, että esikäsitteily tehdään huolellisesti. Huolellisuus ja vastuuntunto varmistavat myös varsinaisen suojaustyön onnistumisen. Työssä on noudatettava tarkoin aineiden käyttöselosteissa ja käyttöturvallisuustiedotteissa annettuja ohjeita.

Suojaustyö vaatii hyvää ammattitaitoa. Siksi on syytä käyttää luotettaviksi tunnettuja urakoitsijoita. Toisaalta on huomattava, että hyvänkään urakoitsijan käyttö ei poista valvonnan tarpeellisuutta.

Suojaustyössä on tärkeätä, että noudatetaan aineen valmistajan antamia työohjeita ja työselityksessä määrättyjä kalvonpaksuuksia. Tämän lisäksi sillankorjaustoissa on syytä korostaa ainakin seuraavia seikkoja:

- Suoja-aine levitetään betonipinnalle mahdollisimman pian esikäsitteilyn jälkeen.
- Suoja-aine sekoitetaan huolellisesti valmistajan ohjeiden mukaan ennen käyttöä ja käytön aikana.
- Kulmat ja särmät vahvennetaan siveltimellä alemman kerroksen päälle.
- Paikattavat alueet ja työsaumat rajataan suoraanvisaisesti siten, että ne eivät erotu häiritsevästi muusta pinnasta.
- Värisävyt valitaan niin, että ne poikkeavat eri kerroksissa, jotta pintakerroksen peittävyys on helposti havaittavissa.
- Pintakerroksen värisävy valitaan ympäristöön sopivaksi.
- Kosteuden pääsy estetään suojatulle pinnalle, kunnes pinnat ovat kosketuskuivia.
- Jos käytetään aikaisemmin hankittuja aineita, aineen käyttökelpoisuus on varmistettava sen valmistajalta. Sen lisäksi aineen sitoutuminen ja tarttuvuus yms. on tarkistettava työmaalla. Aineet ovat yleensä käyttökelpoisia noin vuoden ajan.

5.3.1 Huokosten täyttö ja tasoitustyöt

Betonipinnassa on yleensä huokosia. Korjausvaluissa ja uudisrakentamisessa niiden syntyminen voidaan estää käyttämällä muottikangasta betonityössä. Vanhojen betonipintojen huokokset avautuvat suihkupuhdistettaessa, jonka jälkeen pinta on entistä herkempi vaurioitumaan.

Sementtipohjaiset pinnoitteet ovat niin paksuja, että huokokset yleensä täyttyvät ja suojakerroksesta tulee yhtenäinen. Asia on kuitenkin tarkistettava työn alussa tehtävässä mallikorjauksessa.

Polymeeripinnoitetta käytettäessä huokokset on täytettävä silotteella tai koko pinnalle on levitettävä tasoite, koska kosteus, ilman hiilidioksidi ja kloridit pääsevät tunkeutumaan suojakerroksen läpi auki jäävistä huukosista, jolloin suojaus epäonnistuu

ainakin osittain. Huokokset täytetään silotteella yleensä esikäsitteilyn jälkeen, mutta silote voidaan levittää myös alemman kerroksen päälle, jos aineen valmistajan ohje sen sallii. Tasoite levitetään aina suihkupuhdistetulle pinnalle. Silotekäsittelyn tai ylitasoituksen työtapana ja käytettävät aineet on määritettävä työselityksessä.

Käytännössä on todettu, että silote- tai tasoitekerros on usein koko suojakerroksen heikoin osa, joten työselityksessä esitettävillä laadunvarmistustoimilla on varmistettava, että kerrosten väliset tartunnat ovat riittävät.

Huokokset täytetään silotteella pinnoitteen valmistajan ohjeiden mukaan. Yleensä silote levitetään lastalla tai kintaalla mieluummin siten, että vain huokokset täyttyvät. Muita työtapoja ovat siveltimen päällä töppäys ja siveltimellä ristiin hierominen.

Pinnan tasoitus tuotekohtaisella tasoitteella on tarpeen, jos

- pinnassa on suihkupuhdistuksen jälkeen paljon huokosia
- pinnasta irtoaa huonolaatuista betonia millimetrin kerros tai enemmän tai pinta tulee liian karheaksi, mikä lisää tarpeettomasti pinnoitteen menekkiä
- raudoituksen betonipeite on 10 mm tai ohuempi taikka raudoitustanko on jouduttu piikkaamaan esiin; betonipeitteen karbonatisoituminen on otettava erikseen huomioon.

Tasotuskerros levitetään tuotekohtaisten ohjeiden mukaan.

5.3.2 Levitys siveltimellä tai harjalla

Siveltimellä levitettäessä suoja-aine tunkeutuu hyvin betonipinnan huukosiin. Pinnoiteyhdistelmän pintakerros voidaan levittää myös telalla, mutta tartunta on varmistettava siveltimellä ristiin hieromalla.

Sivellinlevitys soveltuu lähinnä suoja-aineen tai uhrautuvan töherryksenestoaineen paikkaukseen. Sivellin- tai harjalevitystä käytetään varsinkin silloin, jos pohja on epätasainen tai ohiruiskutus olisi suuri. Sivellinvalikoima on laaja ja on syytä varmistaa, että kuhunkin käyttötarkoitukseen käytetään sopivia siveltimiä. Siveltimien pitää olla riittävän suuria ja ainetta pidättäviä.

Yhdellä sivelykerralla saatava kuivan kalvon paksuus on yleensä 25 - 30 µm. Sivellinlevitys on hidasta ja kustannukset nousevat korkeiksi suurilla pintoja suojattaessa.

Harjaa, kinnasta tai lastaa voidaan käyttää työselityksessä esitettävällä tavalla, jos suoja-aineen valmistaja sen sallii.

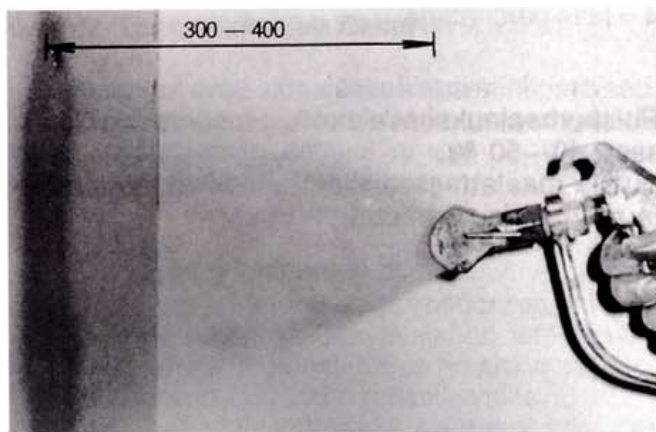
5.3.3 Ruiskulevitys

Ruiskulevitys on eniten käytössä oleva suurten pintojen suojausmenetelmä (kuva 28). Ruiskutus-tekniikat ovat samat maaleja ja pinnoitteita levitettäessä, mutta käytettävät suuttimet erilaisia. Tärkein tekijä on aina ruiskuttajan ammattitaito. Levityksessä käytetään yleensä suurpaineruiskua. Suurpaineruiskussa aineen hajautuminen pisaroiksi perustuu suureen paine-eroon, joka syntyy siten, että aine pakotetaan suurella paineella pienen suuttimen läpi. Näin syntyvä sumu on melko hienojakoista ja sen nopeus on suuri vielä sumun tullessa suojattavaan alustaan.



Kuva 28. Koko sillan pinnoitus tehdään yleensä ruiskulla.

Sopiva ruiskutusetäisyys on 30 - 40 cm. Ruiskutus-pistooli kohdistetaan kohtisuorasti pintaan (kuva 29). Liikeratojen tulee olla suoraviivaisia.



Kuva 29. Sopiva ruiskutusetäisyys.

Ruiskutussuuttimen sopivuus ja toiminta sekä työ-tapa tarkistetaan koeruiskutuksen avulla. Suurpaineruiskun suuttimen halkaisija määrää läpikulkevan maalin määrän ja suuttimen hajotuskulma maalisuihkun leveyden. Suoja-aineiden tuoteselosteissa ilmoitetaan kullekin aineelle parhaiten sopivat suurpaineruiskutussuuttimien koot. Ruiskutus tehdään mahdollisimman alhaisella paineella, jolla aine vielä hyvin hajautuu pisaroiksi. Suurpaineruiskujen paineet vaihtelevat 20 - 70 MPa:n välillä (200 - 700 bar).

5.3.4 Pinnoitekalvon paksuus

Pinnoitetyypit, kerrosten lukumäärä ja nimelliskalvonpaksuudet esitetään työkohtaisessa työselityksessä.

Standardin SFS 4962 (3.1.2) mukaan korkeintaan 5% mittausarvoista saa alittaa nimelliskalvon paksuuden enintään 20 prosentilla. Pinnoitteen suurinta sallittua paksuutta ei saa ylittää.

5.3.5 Pinnoitteen menekin laskeminen

Pinnoitteen teoreettinen menekki M_t litroina yhtä neliometriä kohden lasketaan kaavasta

$$M_t = \frac{K_k}{10 \times V}$$

M_t = teoreettinen menekki (l/m^2)

K_k = kuivakalvonpaksuus (μm)

V = kuiva-ainepitoisuus (tilavuusprosenttina)

Käytännön menekki (M_k), joka ottaa huomioon myös ainehukan, on aina suurempi kuin teoreettinen menekki (M_t). Ainehukka johtuu ohiruiskutuksesta sekä purkkeihin ja työvälineisiin jäävästä aineesta. Menekki kasvaa myös pinnan epätasaisen profiilin vuoksi. Käytännön menekki (M_k), voidaan laskea kaavasta:

$$M_k = \frac{10 \times K_k}{V (100 - H)}$$

M_k = käytännön menekki (l/m^2)

H = hukkaprosentti

Ruiskulevityksessä hukkaprosentti on tavallisesti 40 - 50.

5.4 Jälkihoito

Suoja-aineen jälkihoito tehdään huolellisesti aineen valmistajan ohjeiden mukaan. Erityisesti on kiinnitettävä huomiota pintojen suojaamiseen auringon säteilyltä, tuulelta ja kosteudelta sekä liian matalilta lämpötiloilta. Lisäksi sementtipohjaiset pinnoitteet vaativat kosteuden liiallista haihtumista estävän jälkihoidon. Erityistä huomiota on kiinnitettävä sementtipohjaisten silotteiden ja tasoitteiden jälkihoitoon. Puutteellinen jälkihoito johtaa yleensä kerroksen irtoamiseen. Jälkihoitomenetelmä esitetään työselityksessä.

6 TYÖ- JA YMPÄRISTÖNSUOJELU

6.1 Työturvallisuus

Betonipinnan esikäsittelyssä sekä suoja-aineiden käsittelyssä ja niiden levityksessä on työvaiheita, jotka voivat olla haitaksi työntekijän terveydelle ja turvallisuudelle.

Rakennuttajan (tilaajan) on laadittava betonirakenteen suojausta valmistellessaan turvallisuusasiakirja työn suunnittelua ja valmistelua varten. Asiakirja sisältää rakennushankkeen ominaisuuksista ja luonteesta aiheutuvat ja sen toteuttamiseen liittyvät tarpeelliset turvallisuustiedot. Asiakirjalla ilmoitetaan urakkalaskennassa /19/ huomioon otettavat hankkeen osat, jotka vaativat työsuojelullisia erityistoimia. Siltatyön turvallisuusasiakirjan laadinnassa voidaan soveltaa Tielaitoksen sisäistä julkaisua /20/ ja sen liitteinä olevia muistilistoja.

Työturvallisuutta on käsitelty tarkemmin SILKO-yleisohjeessa /21/. Betonipintojen suojaustoissa on kiinnitettävä erityistä huomiota seuraaviin asioihin:

- Jokaisella työpaikalla pitää olla aakkosellinen luettelo siellä käytettävistä kemikaaleista.
- Kaikista työpaikalla käytössä olevista kemikaaleista on oltava suomenkielinen ja tarvittaessa ruotsinkielinen käyttöturvallisuustiedote.
- Betonipinnan puhdistus- ja suoja-aineiden ja esikäsittelytoissa irtoavien aineiden pääsy iholle, silmiin ja hengitysteihin on aina estettävä (taulukko 12 ja kuva 30).
- Polymeerejä sisältäviin aineisiin liittyvät perustiedot on esitetty polymeerejä käsittelevässä yleisohjeessa /2/.
- Työssä on käytettävä kuulonsuojaimia, jos melutaso ylittää 85dB(A).

Hengityksensuojaimet joko suodattavat epäpuhtauksia (suodattavat suojaimet, a ja p kuvassa 30) tai niiden avulla voidaan johtaa puhdasta ilmaa käyttäjälle (eristävät suojaimet, r ja h kuvassa 30).

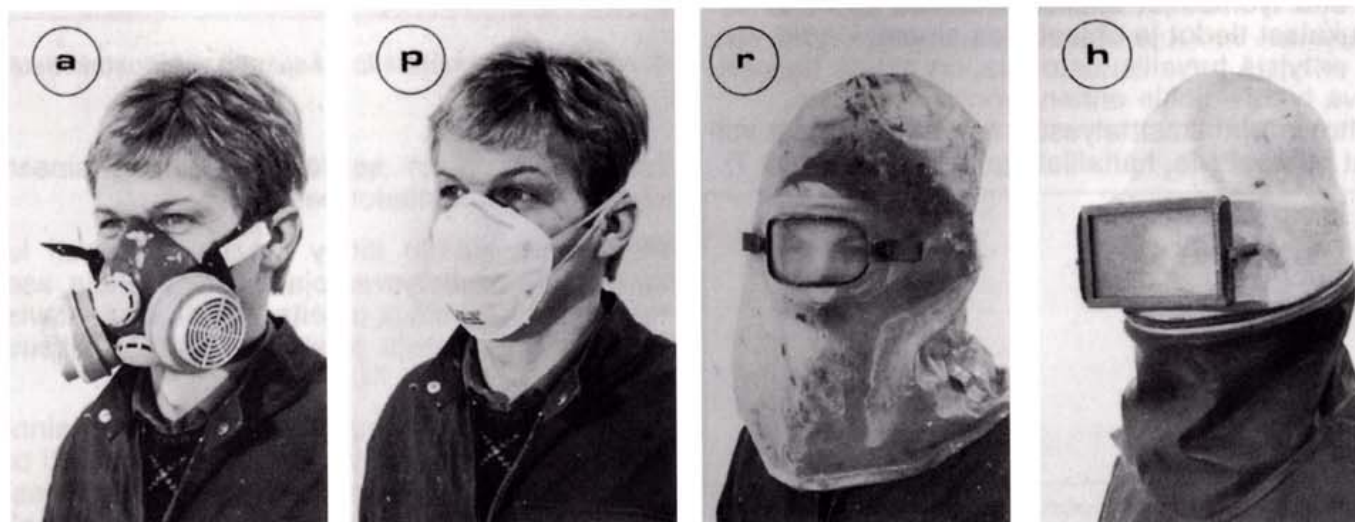
Hionta- ja teräsharjauspölyn pääsy hengitysteihin estetään käyttämällä pölysuojaimia (p). Suihkupuhdistuksessa käytetään yleensä hiekkapuhaltajan kypärää (h).

Siltatyömaan päätoteuttajan on suunniteltava puutoamisvaaran torjunta.

Elementtitelineen käytössä on noudatettava sen käyttöohjetta. Ellei sitä ole, elementtelineestä on tehtävä rakennesuunnitelma. Paikalla tehtävästä työtelineestä on aina laadittava rakennesuunnitelma /22/.

Mitään työ- ja suojatelineitä ei saa ottaa käyttöön ennen kuin niille on tehty käyttöönottotarkastus /23/. Telineet sisältyvät myös työmaan viikoittaiseen kunnossapitotarkastukseen /22/.

Henkilönosto on sallittu torni-, ajoneuvo- ja kuormausturilla henkilönostopäätöksen /24/ määräysten mukaisesti. Henkilönostotyö on aina suunniteltava. Tarkempia tietoja henkilönostosta on esitetty työturvallisuutta käsittelevässä SILKO-yleisohjeessa /21/. Henkilönostimen valintaa ja käyttöä on selostettu SILKO-ohjeessa 4.291.



Kuva 30. Puolinaamari, jossa on aktiivihiihi- ja pölysuodatin (a), pölysuojain (p), raitisilmahuppu (r) ja hiekkapuhaltajan kypärä (h).

Taulukko 12. Betonipintojen suojaustöiden työntekijöille aiheuttamat vaarat ja niiltä suojautuminen.

VAARAN AIHEUTTA- JA	VAARA	HENKILÖNSUOJAIN					
		Kuulon- suojain	Hengi- tyksen- suojain	Silmien suojain	Kasvojen suojain	Ihon suo- jaus	Suoja- puku
Esikäsittelymenetelmät							
Suihkupuh- distus	Työstä ai- heutuva melu.	x					x
Suur- paine pesu	Roiskeet silmiin ja iholle.			x	x	kumikä- sineet	
Betonin hionta	Työstä aiheutuva melu. Hiontarois- keet silmiin.	x		x			
Kemialliset aineet							
Liuotteet, maalit, tervat	Höyryjen ja huurujen hengittämi- nen.		x				
Vesiohen- teiset poly- meerit	Ihokoske- tuksen aiheuttama herkistyt- minen. Roiskeet silmiin.			x	x	x	
Muut poly- meerit	Ihokoske- tuksen aiheuttama herkistyt- minen. Roiskeet silmiin.			x	x	x	
Alkaliset pesuaineet	Rasvan poistuminen iholta.				x	x	

6.2 Ympäristönsuojelu

Betonipinnan esikäsittelyssä sekä suoja-aineiden käsittelyssä ja niiden levityksessä on työvaiheita, joista voi aiheutua haittaa ympäristölle (taulukko 13).

Ympäristönsuojelua on käsitelty tarkemmin SILKO-yleisohjeessa /25/. Betonipintojen suojaustöissä on kiinnitettävä erityistä huomiota seuraaviin asioihin:

- Tilaaja selvittää ongelmajätteiden esiintymisen korjattavissa rakenteissa jo työn suunnitteluvaiheessa rakenteista otettavien näytteen avulla. Suunnittelussa on otettava huomioon, että vanhat pinnoitteet saattavat sisältää asbestia. Selvityksen tulokset liitetään tarjouspyyntöihin.
- Tilaaja esittää tarjouspyyntövaiheessa alustavan ehdotuksen ympäristönsuojelutoimenpiteiksi.
- Työn aikana urakoitsija vastaa kaikista ympäristönsuojaukseen tarvittavista toimista. Toimet määritellään tarkemmin työkohtaisissa laatuvaatimuksissa, urakkaohjelmassa tai urakkasopimuksessa.
- Jos tilapäisestä työstä aiheutuu erityisen häiritsevää melua, on tehtävä meluntorjuntalain mukainen melu-ilmoitus kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle.
- Suojaustyössä syntyvät jätteet on aina kerättävä ja kuljetettava kaatopaikalle ja ongelmajätteet ongelmajätelaitokseen. Jätteitä ei saa jättää maastoon.

Lisää tietoa aineiden ympäristövaikutuksista ja ongelmajätteistä on polymeerejä käsittelevässä yleisohjeessa /2/. Paikallinen jätehuoltoviranomainen antaa tarkemmat ohjeet kullakin paikkakunnalla noudatettavista määräyksistä.

Taulukko 13. Betonipintojen suojaustöiden aiheuttamat haitat ympäristölle ja haittojen välttäminen.

YMPÄRISTÖHAITAN AIHEUTTAJA	HAITTA	HAITAN VÄLTÄMINEN
Esikäsittelytyöt		
Puhdistus liuotteella	Orgaaniset liuotteet ovat ongelmajätteitä.	Otetaan pesuaine talteen ja toimitetaan ongelmajätelaitokseen.
Metallipintojen hionta ja suihkupuhdistus	Melu Pölyn leviäminen ympäristöön. Vanhoissa pinnoitteissa saat- taa olla asbestia.	Tehdään meluilmoitus kunnan ympäristönsuojelu- viranomaiselle. Huputetaan työkohde. Viedään jätteet ongelmajätelaitokseen.
Pinnoitus- ym. suojaustyöt		
Sivellin- ja telalevitys	Pinnoitteen roiskeet ovat esteettinen haitta ja haitta eloperäiselle ympäristölle.	Estetään pinnoitusaineiden leviäminen maahan, veteen ja ajoneuvojen päälle työtasojen avulla.
Ruiskulevitys	Pinnoitteen roiskeet ovat esteettinen haitta ja haitta eloperäiselle ympäristölle.	Käytetään suurpaineruiskua. Estetään pinnoitusaineiden leviäminen ympäristöön, ajoneuvojen päälle jne. huputtamalla työkohde.
Ohenteiden liuotteet	Liuotteet haihtuvat ilmaan.	Lämmitetään pinnoitusainetta, jotta ohenteen tarve olisi mahdollisimman pieni.

7 LAADUNVARMISTUS

7.1 Laadunvarmistuksen tavoitteet

Laadunvarmistuksella tarkoitetaan kaikkia niitä ennalta suunniteltuja ja työn aikana tehtäviä järjestelmällisiä toimia, joilla varmistetaan mahdollisimman tasalaatuinen ja riittävän hyvä lopputulos.

Siltojen betonirakenteiden suojaamisen laadunvarmistuksen tavoitteena on

- ominaisuuksiltaan mahdollisimman hyvin rakenteeseen ja käyttötarkoitukseen sopiva suojaus
- riittävän hyvä tartunta alusbetonin ja suoja-aineen välillä.

Laadunvarmistuksen tavoitteisiin pyritään ensisijaisesti suunnittelun, ennakkokokeiden, työnopastuksen sekä työnaikaisten mittauksen ja kokeiden avulla. Mittaus- ja testaustulokset taltioidaan kelpoisuusraporttiin.

7.2 Korjaajan pätevyys

Korjaustyön suunnittelijalla on oltava vähintään rakennusmestarin koulutus ja betonirakenteiden korjaussuunnittelijan pätevyys.

Korjaustyön johtajalla on oltava vähintään rakennusmestarin koulutus ja mieluiten betonirakenteiden korjaustyönjohtajan pätevyys. Jos työ annetaan tehtäväksi urakalla, rakennuttajan valvojan pätevyysvaatimukset ovat samat.

Pinnoitustyön tekijältä suositellaan vaadittavaksi työnäyte, ellei pätevyys ole todettavissa esim. koulutuksen perusteella saadusta lisenssistä.

7.3 Korjaustyön valmistelu

Ennakkokoe on tarpeen, jos esim. pinnoitteen ulkonäkö tai erottuminen ympäristöstään on selvittävä (kuva 31). Tällöin tehdään vähintään yhden neliömetrin suuruinen vertailupinta, jonka rakennuttaja hyväksyy.

Ennakkokokeen yhteydessä tehdään myös laadunvarmistustoimia. Erityisesti on kiinnitettävä huomiota näytteenottokohtien paikkaamiseen, jotta paikat eivät erotu rumasti lopullisesta pinnasta (kuva 32).



Kuva 31. Pinnoitteiden sävyt ja peittävyys poikkeavat yleensä paljon toisistaan.



Kuva 32. Rumasti erottuva tartuntavetokokeen paikkaus.

7.4 Työnaikaiset kokeet ja valvonta

Työnaikaisen laadunvarmistuksen tarkoitus on varmistaa, että

- vaurioitunut betoni poistetaan
- tartuntapinnat puhdistetaan ja esikäsitellään oikein
- suoja-aineita käytetään käyttöohjeiden mukaan sallituissa oloissa
- jälkihoito tehdään oikein.

Työn aikana valvotaan, että osa-aineet annostellaan ja sekoitetaan tuotekohtaisen ohjeen mukaan. Erityisesti seurataan sementtipohjaisen pinnoitteen vesimäärän annostelua, jonka on oltava tarkoin tuoteselosteen mukainen.

Sementtipinnoitteissa käytettävä vesi ei saa sisältää humusta. Jos vesijohtovettä ei ole saatavissa, on selvítettävä, että vesi täyttää kloridien ja puhtauden osalta betoninormien /26/ vaatimukset. Merivettä ei saa käyttää.

Työn aikana tehdään ainakin seuraavat testit ja mittaukset:

- Työselityksessä esitetyt ennakkokokeet ja mallikorjaukset laadunvarmistustoimintaan.
- Suojattavan betonipinnan tartuntalujuuden mittaus vetokokeilla esikäsitteilytoimien jälkeen.
- Tarvittaessa suojattavan betonipinnan kosteustilan mittaus esikäsitteilytoimien jälkeen.
- Ainemenekkien seuraaminen ja vertaaminen valmistajan ohjeisiin.
- Pinnoitteen määrän kalvon paksuuden seuraaminen mittauksin ja vertaaminen asetettuihin vaatimuksiin.

Tuloksia verrataan työselityksen laatuvaatimuksiin.

Suojaustöistä täytetään työvuoroittain Tielaitoksen lomake TIEL 7000033.

7.5 Kelpoisuuskokeet

Laatuvaatimukset ja testaus- ja mittausmenetelmät esitetään työselityksessä.

Impregnointiaineen suojauskyky tarkistetaan sumuttamalla vettä suojatulle pinnalle, oikein suojatulle pinnalle vesi jää helmeilemään.

Pinnoitteen ja kalvon muodostavan tiivistysaineen tartuntavetolujuus alustaansa tutkitaan standardin SFS 5445 tai 5446 taikka vastaavien EN-standardien mukaan. Tartuntalujuus mitataan ensimmäisen neliömetrin alalta ja sen jälkeen jokaiselta alkavalta 100 m²:ltä. Tartuntamittauksia on tehtävä kuitenkin vähintään kolme. Tartuntalujuuden pitää olla 1,5 N/mm², ellei työselityksessä määrätä toisin. Poikkeuksena ovat joustopinnoitteet, joiden tartuntalujuus on yleensä 0,8 N/mm² ja pinnoitteen retevessä kalvosta (koheesiomurtuma) 0,4 N/mm².

Pinnoitteen ja kalvon muodostavan tiivistysaineen paksuus mitataan leikkaavalla mittarilla ottaen huomioon, että betonipinnan profiili on paljon epätasaisempi kuin teräspinnan. Tästä johtuvien tulkintavaikeuksien vuoksi sillankorjaustöissä on käytetty pinnoitettavaan alustaan liimattuja teräslevyjä, jotka irrotetaan välittömästi pinnoituksen jälkeen. Pinnoitteen paksuus voidaan mitata niistä teräspintojen tapaan.

Työn lopputarkastuksessa tarkistetaan, ettei suojaustissa pinnoissa ole halkeamia, värimuutoksia tai työvirheitä.

7.6 Kelpoisuusraportti

Siltöjen korjaustöistä tehdään uudisrakentamisen tapaan kelpoisuusraportti. Kaikista korjaustyön vaiheista on hankittava sellaiset tiedot, joilla voidaan osoittaa, että rakenteilla on ne ominaisuudet, joita suunnitelma ja työselitys edellyttävät.

Kelpoisuusraporttiin merkitään tiedot käytetyistä materiaaleista ja muista tarvikkeista sekä tärkeimmistä työvaiheista, tarkastuksista ja työn lopputuloksesta. Lisäksi raporttiin liitetään koestustodis-

tukset ja muu kelpoisuutta osoittava aineisto sekä korjaustyön aikaiset työsuunnitelmat ja eri työvaiheista tehty laadunvalvontapöytäkirjat. Kelpoisuusraportti voidaan koota työvuoroittain laadittavista pöytäkirjoista, joihin liitetään muu em. aineisto.

Alkuperäinen kelpoisuusraportti liitteineen taltioidaan piirin siltatiedostoon.

8 RINNAKKAISET OHJEET

8.1 Standardit

prEN 1062-7. Paints and varnishes. Coating materials and coating systems for exterior masonry and concrete. Part 7: Determination of crack-bridging properties - Test methods and classification. 9 pages.

prEN 1062-11. Paints and varnishes. Coating materials and coating systems for exterior masonry and concrete. Part 11: Methods of conditioning before testing. 1997. 5 pages.

SFS 4962. Korroosionestomaalaus. Maalit ja maa-
lausjärjestelmät. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS r.y. 1984. 11 s.

SFS 5445. Betoni. Vetolujuus. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS r.y. 1988. 2 s.

SFS 5446. Betoni. Tartuntalujuus. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS r.y. 1988. 2 s.

SFS 5447. Betoni. Säilyvyys. Jäädytys-sulatuskestävyys. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS r.y. 1988. 2 s.

SFS 5449. Betoni. Säilyvyys. Pakkas-suolakestävyys. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS r.y. 1988. 3 s. SFS 5451. Betoni. Kloridipitoisuus. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS r.y. 1988. 2 s.

NT BUILD 357. Concrete, repairing materials and protective coating: Carbonation resistance. Espoo: Nordtest, 1989. 3 s.

SS 13 72 44. Betongprovning. Hårdnad betong. Frostresistens. Standardiseringskommissionen i Sverige, 1988. 6 s.

SS 81 20 03. Gråskala för klassifiering av betongytors ljushet. Standardiseringskommissionen i Sverige, 1986. 3 s.

ISO 8502-4: 1993. Preparation of steel substrates before application of paint and related products. Tests of assessment of surface cleanliness. Part 4: Guidance on the estimation of the probability of condensation prior to paint application. 15 pages.

VTT 2650 - 1993. Betonisen siltakannen absoluuttisen kosteuden mittaaminen. Kuivatus-punnitusmenetelmä.

BS 1881 Part 206: 1986. Recommendations for determination of strain in concrete. 12 pages.

BS 1881 Part 207: 1992. Testing concrete. Recommendations for the assessment of concrete strength by near-to-surface tests. 20 pages.

8.2 Muut ohjeet

- /1/ Betonirakenteet. Betoni sillankorjausmateriaalina. Helsinki: Tie- ja vesirakennushallitus 1987. 39 s. (SILKO 1.201) TVH 730095 - 1.201.
- /2/ Betonirakenteet. Polymeerit sillankorjausmateriaalina. Helsinki: Tie- ja vesirakennushallitus 1987. 39 s. (SILKO 1.201) TVH 730095 - 1.201.
- /3/ Betonirakenteet. Betonipinnan pinnoitus. Helsinki: Tielaitos, siltakeskus, 1993. (SILKO 2.253) TIEL 2230096 - 2.253.
- /4/ Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Betonirakenteet - SYL 3. Helsinki: Tielaitos 1996. ISBN 951-726-218-3. TIEL 2210005-96.
- /5/ Betonirakenteiden korjausohjeet. by 41. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys r.y. 1995. 90 s. ISBN 951-9365-71-0.
- Johansson L., Ytbehandling av betongkonstruktioner utomhus. CBI rapport 4:93. Stockholm 1993. 197 s.
- Shaw J. D. N., The use of Polymers in Concrete Repair. Rickmansworth: June/July 1983, August 1984. 8 pages.
- Stanfield R. F., Environmental Protection for Concrete. PRA Symposium, May 27 - 28, 1987. 3 pages.
- Karlsson F., Skyddsbehandling av betong mot salt och vatten. Betong 3/97. Sidor 10 - 11.
- /6/ Betonirakenteet. Purkamis- ja esikäsitteilymenetelmät. Helsinki: Tiehallitus 1991. 30 s. (SILKO 1.203) TVH 730095 - 1.203.
- /7/ Kannen pintarakenteet. Vedeneristykset. Helsinki: Tiehallitus 1992. 35 s. (SILKO 1.801) TVH 730095 - 1.801.
- /8/ Garrett R. M., How to Choose the Right Protective Coating. Western Region Conference. National Association of Corrosion Engineers. September 25-27, 1963. Anaheim, California.
- /9/ Vesikari E., Protection and Maintenance of Concrete Bridges. Copy.
- /10/ Guidelines for the Protection and Repair of Concrete Components. The German Committee on Reinforced Concrete - DAfStb. Berlin 1990.
- /11/ Sasse H. R., Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen unter Verwendung von Kunststoffen. Beuth Verlag GmbH. Berlin 1994.
- /12/ Stanfield R. F., Environmental Protection for Concrete. PRA Symposium, May 27-28. 1987.
- /13/ Herold C., Überbrücken von Betonrissen mit Flüssigkunststoff - Beschichtungen. Kunststoffe 78 (1988) 7 s 631 - 634.
- /14/ General Principles for the Use of Products and Systems. European Standard: CEN TC 104 / SC 8 / WG 7, Draft 13, March 1995.
- /15/ Guide to Repair Strategies for Concrete Structures Damaged by Reinforced Corrosion. RILEM Technical Recommendation 124 SRC, Final Draft, December 1992. 51 pages.
- /16/ Johansson L., Ytbehandling av betongkonstruktioner utomhus. CBI rapport 4:93. Stockholm 1993. 197 s.
- /17/ Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Yleiset ohjeet - SYL 1. Helsinki: Tielaitos 1996. ISBN 951-726-216-7. TIEL 2210003-96.
- /18/ Betonirakenteet. Paikkaus ilman muotteja. Helsinki: Tielaitos, siltakeskus, 1993. (SILKO 2.253) TIEL 2230096 - 2.253.
- /19/ Valtioneuvoston päätös rakennustyön turvallisuudesta. Vnp 629/94.
- /20/ Rakennustyön turvallisuussuunnittelu tienrakentamisessa; TIEL:n sisäisiä julkaisuja 56/1995/
- /21/ Yleiset ohjeet. Työturvallisuus. Helsinki: Tiehallinto, siltayksikkö, 1999. (SILKO 1.111) TIEL 2230095 - 1.111.
- /22/ Sosiaali- ja terveystieteiden päätös (156/98) työtelineiden ja putoamisen estävien suojarakenteiden käytöstä rakennustyössä.
- /23/ Työ- ja suojatelineohjeet (standardit) Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. RIL 142 - 1984. ISBN
- /24/ Henkilönostoja koskeva valtioneuvoston päätös 325/86.
- /25/ Yleiset ohjeet. Ympäristönsuojelu. Helsinki: Tiehallinto, siltayksikkö, 1998. (SILKO 1.112) TIEL 2230095 - 1.112.
- /26/ Betonirakenteet 1987, muutettu 1989, 1990 ja 1993. Ympäristöministeriö 1993. Suomen rakentamismääräyskokoelma (RakMK) ohjeet B4.