

6 ERIKOISBETONIT

6.1 Erikoisbetonien käyttö

Siltojen betonirakenteet korjataan pääsääntöisesti sementtipohjaisilla materiaaleilla, jotka vastaavat mahdollisimman hyvin ominaisuuksiltaan alkupe-
räistä betonia. Työtapa, työskentelyolosuhteet tai betonimassalta vaadittavat ominaisuudet saattavat kuitenkin olla sellaiset, että polymeerien kalleudes-
ta huolimatta niiden käyttö on perusteltua.

Jos vaurioitunut alue on laaja tai jos betonia tarvi-
taan paljon, vaurioitunut betoni korvataan uudel-
leen valamalla. Valettavan betonikerroksen pak-

suuden tulee yleensä olla vähintään 75 mm. Jos
käytetään tehonotkistinta ja suhteitetaan be-
tonimassa oikein, valettavan kerroksen paksuus
voi olla 40 mm. Korjausbetoneissa käytetään ylei-
sesti useita lisäaineita, mikä edellyttää kokemusta
ja asiantuntemusta.

Ruiskubetonointi on tehokkain menetelmä, jos vah-
vennettava betonipeite on laaja. Pieni laastipaik-
kaus voidaan tehdä ejektorilla ruiskuttamalla.

6.2 Polymeerien käyttö korjaustöissä

Tartunta vanhaan betoniin voidaan varmistaa poly-
meeripohjaisella tartunta-aineella, joka sekoitetaan
korjausmassaan tai sivellään tartuntapintaan. Li-
säksi korjausmassan ominaisuuksia voidaan muut-
taa käyttämällä polymeeriä sideaineena joko se-
mentin kanssa tai yksin.

Pienissä paikkauksissa voidaan käyttää epoksi-,
polyesteri- ja akryylipohjaisia paikkausmassoja.
Nämä massat ovat kalliita, joten kustannusvertailu
on yleensä tarpeen.

Jos suuremmassa korjaustyössä on tarpeen val-
mistaa lujuusominaisuuksiltaan ja tiiviydeltään ta-
vallista betonimassaa parempaa massaa, voidaan
käyttää lateksia. Lateksilla tarkoitetaan veteen se-
koitettua orgaanista polymeeriä. Vain muutamat la-
teksit sopivat käytettäväksi sementtipastan kanssa.
Lateksia sisältävää betonia käytetään esimerkiksi
reunapalkkeihin, liikuntasaumalaitteiden tukikaistoi-
hin ja betonisiin ajotielaattoihin.

Muovien ja muiden polymeerien käyttöä sillankor-
jaustöissä on käsitelty erillisessä ohjeessa / 17 /.

6.3 Vakiobetoni

Korjattavat kohteet ovat usein pieniä ja työn tulee
edetä nopeasti vaiheesta toiseen. Tällaisissa ta-
pauksissa on pyrittävä siihen, että betonimassa ko-
vettuu nopeasti ja laadunvarmistus on vaivatonta.
Tähän on sillankorjaustöissä päästy kehittämällä
vakiobetoni, josta nykyisin on myös riittävästi hyviä
kokemuksia.

Kiinteän sementti- ja vesimäärän johdosta ei puris-
tuslujuudelle aseteta vaatimusta. Käytännössä lu-
juus on aina ollut yli K30 ja P-luku vähintään 20.
Jos käytetään seosaineena silikaa 5 % sementin
painosta ja vähennetään vastaavasti sementtiä,
saadaan lujuudeksi yleensä K40 ja P-luvuksi
yleensä 30.

Vakiobetonin resepti on perusmuodossaan seuraa-
va:

Aineosa	Tarkennus	Määrä
Sementti	Rapid	350 kg/m ³
Vesi	w/c = 0,45	157,5 kg/m ³
Kiviaines	Luonnonkiviaines noin	1850 kg/m ³

- suurin raekoko 16 mm
- läpäisy seuloilla
0,25 mm 8±1 %
4 mm 42±2 %

Lisäaineet	Naftaleenipohjainen tehonotkistin	Tuoteselosteen mukaan
------------	--------------------------------------	--------------------------

Vinsolhartsipohjainen huokostin tai mikro- huokostin	„
--	---

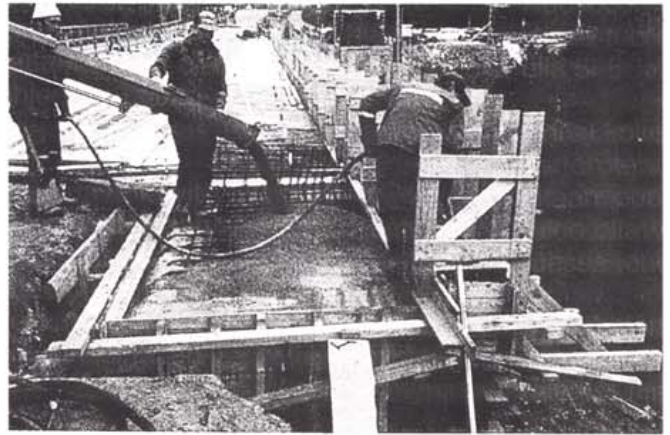
Vakiobetonin notkeuden on oltava 2–3 sVB. Massaan lisättävästä vesimäärästä on vähennettävä kiivainesten ja lisäaineiden mukana mahdollisesti tuleva vesimäärä. Huokostuksella betonimassan ilmamääräksi pyritään saamaan 40–60 l/m³.

Huokostimen vaikutus tarkistetaan työmaakokeilla, joissa tuoreen betonimassan ilmapitoisuuden tulee olla 5–6 %.

Ennakkokokeita ei tehdä, mutta kelpoisuuskokeita varten tehdään työmaalla koekappaleet, joista tutkitaan puristuslujuus ja suojahuokossuhde, jonka tulee olla vähintään 0,20. Mikrohuokostinta käytettäessä tehdään huokosanalyysi.

Vakiobetonireseptiä on sovellettu normaalia portlandsementtiä käyttäen ns. sulkubetoniin (pitkä hidastus) niin, ettei hoikkiinkaan ulokkeisiin ole tullut halkeamia (kuva 28).

Vakiobetonimassaa voidaan valmistaa työmaalla myös tehdasvalmisteisesta kuivatuootteesta, johon lisätään vesi ja valmiiksi annostellut lisäaineet. Tällöin massaa ei hukkaannu ja massan ominaisuuksia voidaan muunnella tarpeen mukaan.

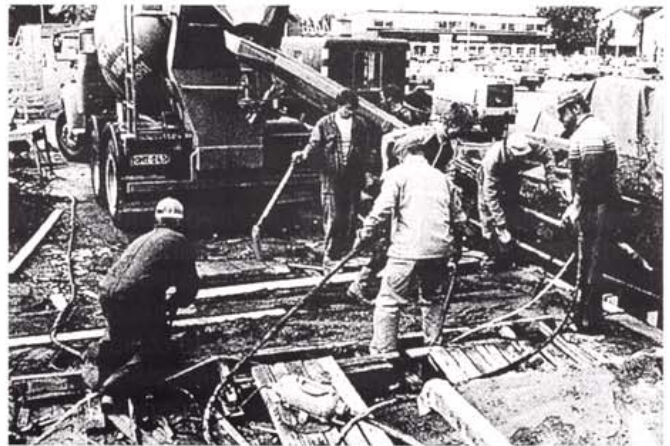


Kuva 28. Vakiobetonin työstettävyys on hyvä

6.4 Kevytsorabetoni

Kansilaattojen yläpintoja joudutaan usein muotoilemaan, jotta viettokaltevuudet saadaan nykyisiä vaatimuksia vastaaviksi. Usein joudutaan myös täyttämään syntyneitä onkaloita. Koska sillan omanpainon lisääminen ei tällöin yleensä ole suotavaa, voidaan käyttää kevytsorabetonia. Puristuslujuusluokkaan K30 voidaan päästä, jos kevytsorabetonin tiheys on 1600–1700 kg/m³.

Kevytsorabetonin koostumus on suunniteltava huolellisesti ja ennakkokokeita tehden, koska epäonnistumisia on sattunut melko paljon. Asiantuntijan käyttö on välttämätöntä.

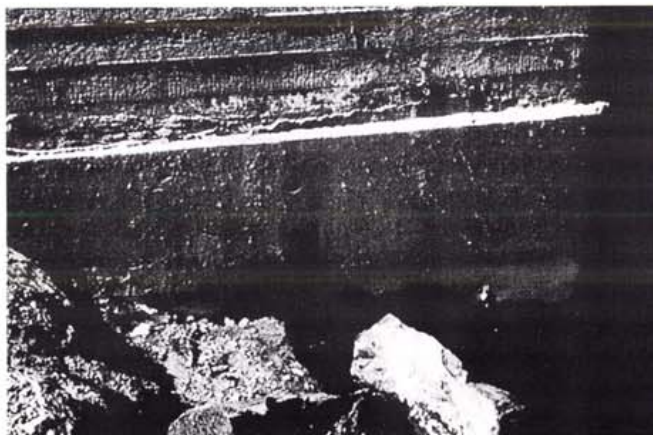


Kuva 29. Kansilaatan yläpinnan muotoiluvalu tehdään ns. 3L-betonilla, jotta omanpainon lisäys on mahdollisimman pieni

6.5 Uppobetoni

Uppobetonia käytetään korjattaessa sillan alusrakenteita veden alle tai vesirajaan tehtävillä valuilla. Uppobetonin ominaisuudet saadaan aikaan lisäaineilla, jotka estävät huuhtoutumisen ja notkistavat massan. Sementtiliima ei huuhtoudu merkittävästi, vaikka massa putoaa veden läpi vapaasti jopa useita metrejä.

Uppobetoni valmistetaan joko lisäaineiden avulla tai valmiista kuivatuohteesta. Lisäaineet parantavat betonin koossapysyvyyttä vähentämällä veden ja kiviaineksen erottumista. Jos korjaus tehdään vedenpinnan vaikutusalueelle, on massa lisäksi huokostettava.



Kuva 30. Vedenpinnan vaikutusalueen rapautumisvaurio on korjattu uppobetonilla

6.6 Kuitubetoni

Kuitubetonia käytetään, kun halutaan estää kutistumishalkeamien syntyminen ohuissa valuissa. Sil-lankorjaustöissä tällaisia kohteita ovat kannen muotoiluvalut ja erilaiset tukikaistat.

Muotoiluvaluissa voidaan käyttää halvempia polypropeenikuituja, jos kuiduilla pyritään estämään vain halkeilua. Jos betonilta vaaditaan lujuu-

ta ja kulutuksenkestävyyttä, on syytä yleensä käyttää teräskuituja, ellei niiden ruostumisesta ole ulkonäkösyistä haittaa.

Kuitutyyppi ja kuitujen annostus on harkittava huolellisesti noudattaen tuotekohtaisia ohjeita ja asiantuntijoiden neuvoja, koska useimmat kuidut nostavat betonin hintaa merkittävästi.

7 LAADUNVARMISTUS

7.1 Laadunvarmistuksen tavoitteet

Laadunvarmistuksella tarkoitetaan kaikkia niitä ennalta suunniteltuja ja järjestelmällisiä toimenpiteitä, joilla varmistetaan mahdollisimman tasalaatuinen ja riittävän hyvä lopputulos / 29 /.

Siltojen korjausrakentamisessa on betonin valmistuksen laadunvarmistuksen tavoitteena

- ominaisuuksiltaan mahdollisimman hyvin vanhaan rakenteeseen ja käyttötarkoitukseen sopivan betonin valmistaminen
- riittävän hyvän tartunnan aikaansaaminen alusbetonin ja paikkausbetonin välille.

Laadunvarmistuksen tavoitteisiin pyritään ensisijaisesti suunnittelun, työnopastuksen ja työnaikaisten kokeiden avulla. Testaustulokset taltioidaan kelpoisuuskirjan yhteyteen.

Korjaustyön betonityön johtajalla tulee olla vähintään rakennusmestarin koulutus ja mieluummin I-luokan betonityönjohtajan pätevyys. Lisäksi betonityönjohtajan tulee olla perehtynyt korjausbetonointiin. Jos työ urakoidaan, ovat rakennuttajan valvojan pätevyysvaatimukset samat.

7.2 Korjaustyön valmistelu

Sillan korjaustyön valmisteluun kuuluvat rakenteiden kunnon selvittäminen erikoistarkastuksessa, suunnittelu, ennakkokokeet ja työnopastus.

Suunnittelua varten on vanhoista rakenteista hankittava riittävästi tietoja ja vaurioiden syyt on selvitettävä. Tätä varten tehdään yleensä sillan erikoistarkastus sillantarkastusohjeen / 9 / mukaan. Betonitöiden kannalta ovat tärkeitä tietoja betonin karbonatisoituminen ja kloridipitoisuus sekä raudoituksen korroosioaste. Näiden tietojen merkitys on korjaustyön onnistumiselle ratkaiseva, koska niiden avulla määritetään vanhojen rakenteiden purkamistarve.

Korjaussuunnitelmaa laadittaessa on selvitettävä sekä betonimassalta että betonilta vaadittavat ominaisuudet. Korjaustyön kannalta tärkeimpiä betonimassan ominaisuuksia ovat yleensä oikea notkeus ja nopea kovettuminen. Valmiilta siltarakenteelta vaaditaan ainakin hyvää pakkasenkestävyyttä ja riittävää lujuutta.

Suunnittelun tulee perustua koko rakenteen käyttöikätaavoitteeseen, koska ei ole taloudellista tehdä vanhojen rakenteiden kuntoon nähden epäsuhteessa olevaa korjausta.

Koska siltojen korjausbetonoinnit ovat usein pienhköjä (alle 5 m³), on korjaustöitä varten kehitetty vakiobetoneita, joita käytettäessä ei tarvita ennakkokokeita. Muussa tapauksessa ennakkokokeet tehdään normaaliin tapaan.

Siltojen korjaustöissä käytetään paljon erikoismateriaaleja, joiden käyttöohjeita on noudatettava tarkoin. Työnjohdon on huolehdittava siitä, että ohjeita noudatetaan. Tarvittaessa on tehtävä ennakkokoe työtä vastaavissa olosuhteissa. Näin työntekijöille muodostuu havainnollinen käsitys työssä huomiioon otettavista seikoista. Samalla työntekijät motivoituvat tekemään työn oikein ja vastuuntuntoisesti.

7.3 Työnaikaiset kokeet ja valvonta

Betonirakenteita purettaessa on tarkistettava silmämaisesti ja vasaralla koputtelemalla, ettei tartuntapintaan jää rapautunutta tai muuten vaurioitunutta betonia.

Jos raudoituksen ympäriltä tai muualta on poistettava karbonatisoitunut tai kloridipitoinen betoni, tehdään testit sillantarkastusohjeen / 9 / mukaan siltapaikalla seuraavasti:

- betonin karbonatisoituminen määritetään fenolftaleiinilla
- betonin kloridipitoisuus määritetään RCT-menetelmällä tai hopeanitraatilla siltapaikalla taikka porajauheesta laboratoriossa
- raudoituksen korroosio määritetään tarvittaessa potentiaalimittauksella.



Kuva 31. Karbonatisoitumaton betoni värjäytyy punaiseksi (kuvassa tumma alue), kun pintaan suihkutetaan fenolftaleiinia

Ennen betonointia tarkastetaan ainakin seuraavat asiat:

- muottien tiiviys ja tuenta
- raudoituksen asema ja tuenta
- raudoitustankojen taivutukset, jatkokset ja sidonta
- varaukset ja kiinnikkeet.

Jos käytetään huokostettua betonia, on betonimassan ilmapitoisuus aina mitattava työmaalla standardin SFS 5287 mukaan. Kokonaisilmapitoisuus mitataan betonista kaikkien siirtovaiheiden jälkeen. Mittaus tehdään painamenetelmään perustuvalla mittarilla, jonka tilavuus on vähintään 8 dm³ ja epä-

tarkkuus enintään 0,2 %. Mittari on tarkistettava kerran vuodessa. Mittaajalla tulee olla betonilaborantin pätevyys tai vastaavat tiedot ja kokemus. Mittaus tehdään seuraavasti:

- Betoninäyte tiivistetään täryttimen avulla mitta-astiaan. Tärytystä jatketaan niin kauan, että betonin pinta on tasainen ja kiiltävä eikä siinä enää ole suuria ilmakuplia.
- Mittaus tehdään mittarin ohjeiden mukaan. Mittarin asteikko ilmoittaa kokonaisilmapitoisuuden prosentteina betonimassan tilavuudesta.
- Kokonaisilmapitoisuus (l/m³) saadaan kertomalla prosenttiluku kymmenellä.



Kuva 32. Ilmapitoisuuden mittaus

Ilmapitoisuus on mitattava jokaisesta betonikuormasta. Mittauksia on tehtävä aina vähintään kolme.

Betonimassan lämpötila ja notkeus mitataan tarvittaessa.

Betonoinnin aikana tarkastetaan, että

- muotit ja tartuntapinnat on käsitelty työselityksen mukaan
- betonimassa ei erotu muotteihin siirrettäessä
- rauditus pysyy paikallaan
- betonimassaa tiivistetään riittävästi
- mittaukset ja jälkihoito tehdään asianmukaisesti.

Pakkasenkestävän betonin valmistusta valvotaan sitä varten laaditun valvontaohjeen mukaan. Työstä laaditaan betonointipöytäkirja, joka liitetään kelppauskirjaan.

7.4 Kelpoisuuskokeet

Kelpoisuuskokeella tarkoitetaan korjaustyön aikana valmistettujen tai valmiista rakenteesta irrotettujen kelpoisuuskoekappaleitten avulla tehtäviä tutkimuksia tai valmiista rakenteesta tehtäviä mittauksia.

Kelpoisuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat betonin pakkasenkestävyys, puristuslujuus ja tiiviys sekä tartunta vanhaan betoniin ja raudoituksen betonipeite.

7.41 Pakkasenkestävyys

Jos betonoinnissa käytetään tämän ohjeen mukaista vakiobetonია, tarkistetaan vain ilmapitoisuus työmaalla kohdan 7.3 mukaisesti.

Jos käytetään muuta pakkasenkestävää betonia, on todettava, että betoni täyttää suunnitelmassa esitetyn pakkasenkestävyyslukuvaatimuksen. Pakkasenkestävyyslukujen keskiarvon tulee olla vähintään asetettua laatuvaatimusta vastaava. Yksi kolmesta peräkkäisestä tuloksesta saa alittaa vaatimuksen enintään 20 %:lla. Myös betonin osa-aineiden, suhteituksen ja ilmamäärän tai suojahuokossuhteen tulee täyttää niille asetetut vaatimukset. Betonin suojahuokossuhde määritetään standardin SFS 4475 mukaan.

Pakkasenkestävyysluokkaan P20 kuuluvien rakenteiden pakkasenkestävyysluku lasketaan työnaikeisten ilmapitoisuusmittausten tuloksista. Pakkasenkestävyysluokkiin P30 ja P40 kuuluvien rakenteiden pakkasenkestävyysluku lasketaan suojahuokossuhdekokeiden perusteella. Jos käytetään pakkasenkestävän betonin valmistusohjeiden mukaisia betonireseptejä, voidaan pakkasenkestävyysluku laskea ilmapitoisuuden perusteella myös pakkasenkestävyysluokissa P30 ja P40. Tähän tulisi sillankorjaustoissa pyrkiä.

Pakkasenkestävyysluku voidaan haluttaessa aina määrittää standardin SFS 5449 mukaisen pakkasuolakokeen tulosten avulla. Näin tulee aina menetellä silloin, kun betonin sideaine, lisäaineet tai valmistustapa poikkeavat pakkasenkestävän betonin valmistusohjeiden vaatimuksista.

Selvitys betonin osa-aineista ja suhteituksesta tulee liittää kelpoisuuskirjaan.

Sillankorjaustyössä tehdään pakkassuola- ja suojahuokossuhdekoea varten kolme koekappaletta.

Pakkasenkestävyyden testauksissa (pakkassuolakoe, suojahuokossuhdekoe ja kapillaarinen vedelläkyllästyskoe) käytetään kelpoisuuskoekappaleina kuutioita, joiden särmän pituus on 100 mm. Suojahuokossuhdekokeessa ja kapillaarisessa vedelläkyllästyskokeessa voidaan käyttää myös lieriötä, jonka halkaisija on 150 mm ja korkeus 300 mm.

Pakkasenkestävyysluku P lasketaan betonin ilmamäärämittauksen, betonin lujuuden ja suojahuokossuhteen tai pakkassuolakokeen perusteella sillanrakennustöiden yleisen työselityksen / 3 / ja siihen liittyvien ohjeiden mukaan.

7.42 Puristuslujuus

Puristuslujuuden määrittämistä varten valmistetaan betonityön yhteydessä kolme koekappaletta standardien SFS 5440 ja SFS 5341 mukaan.

Betonin puristuslujuus määritetään standardin SFS 4474 mukaan.

Vakiobetonin puristuslujuustavoite ei ole sitova, koska sementin ja veden määrät ovat kiinteitä. Kokemusten mukaan puristuslujuus on aina ollut riittävä.

Jos kelpoisuuskoekappaleilla määritetty puristuslujuus alittaa vaatimuksen, on tarvittaessa tehtävä lisäkokeita rakenteesta porattavilla näytteillä standardin SFS 5441 mukaan.

7.43 Betonin tiiviys

Betonin tiiviys voidaan tarvittaessa arvioida testamalla betonin vedenpitävyys standardin SFS 4476 mukaan laboratorioissa tai betonin kaasunläpäisevyys siltapaikalla.

7.44 Tartunta

Korjausbetonin tartunta vanhaan betoniin todetaan aluksi vasaralla koputtelemalla. Tartunnaltaan heikot kohdat voidaan erottaa äänen perusteella.

Jos tartuntalujuudelle on asetettu vaatimus, on tehtävä vetokoe joko rakenteessa standardin SFS 5446 mukaan tai rakenteesta irrotetuilla näytteillä laboratoriossa standardin SFS 5445 mukaan. Molemmissa tapauksissa tehdään lieriöporaus kohtisuoraan betonipintaa vastaan siten, että poraus ulottuu tutkittavan sauman ohitse matkan, joka on likimain puolet lieriön halkaisijasta. Ennen porausta määritetään raudoitustankojen paikat, jotta poraus ei osu niihin.



Kuva 33. Ruiskubetonin tartuntalujuuden testaus vetokokeella

7.45 Betonipeitteen paksuus

Korjaustyön aikana tarkistetaan raudoituksen sijainti ja valvotaan, että rauditus pysyy paikallaan.

Valun jälkeen mitataan betonipeitteen paksuus sähkömagneettisella betonipeitemittarilla tai muulla vastaavalla menetelmällä, ja tuloksia verrataan asetettuihin vaatimuksiin.



Kuva 34. Betonipeitteen mittaus

7.5 Kelpoisuuskirja

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

Kelpoisuuskirjaan merkitään tiedot käytetyistä materiaaleista ja tarvikkeista sekä tärkeimmistä työvaiheista, tarkastuksista ja työn lopputuloksesta. Kelpoisuuskirjaan liitetään koestustodistukset ja muu kelpoisuutta osoittava aineisto sekä korjaustyön aikaiset työsuunnitelmat ja eri työvaiheista tehdyt laadunvalvontapöytäkirjat.

Kelpoisuuskirja tehdään tarkoitusta varten laaditulle TVH:n lomakkeelle (TVH 732231) noudattaen sillanrakennustöiden yleisessä työselityksessä / 30 / ja sillanrakennustöiden valvontaohjeessa / 31 / annettuja ohjeita.

Alkuperäinen kelpoisuuskirja liitteineen taltioidaan piirin siltatiedostoon ja kopio kelpoisuuskirjasta lähetetään tiemestaripiiriin.

8 RINNAKKAISET OHJEET

8.1 Standardit

SFS 3165. Rakennussementit	SFS 5341. Betoni. Koekappaleet. Valmistus ja säilytys
SFS 3166. Sementin koostumuksen määrittäminen	SFS 5440. Betoni. Koekappaleet. Muoto ja mitat
SFS 3167. Sementin sitoutumisajan määrittäminen	SFS 5441. Betoni. Koekappaleet. Rakennuskoekappaleet. Irrotus, säilytys ja valmistus
SFS 3168. Sementin tilavuudenpysyvyyden määrittäminen	SFS 5445. Betoni. Vetolujuus
SFS 3169. Sementin lujuuden määrittäminen	SFS 5446. Betoni. Tartuntalujuus
SFS 3170. Sementin hydrataatiolämmön määrittäminen	SFS 5449. Betoni. Säilyvyys. Pakkas-suolakestävyys
SFS 4474. Betoni. Puristuslujuus	VTT-TEST 358-86. Kapillaarinen vedelläkyllästyskoe
SFS 4475. Betoni. Pakkaskestävyys. Suoja-huokossuhde	
SFS 4476. Betoni. Vedenpitävyys	
SFS 5287. Betonimassa. Ilmapitoisuus	

8.2 Muut ohjeet

- | | |
|--|--|
| <p>/ 1 / Betonirakenteet. Betonointi valamalla, yleisohje. Tie- ja vesirakennushallitus, sillanrakennustoimisto. TVH 730095 – SILKO 1.211.</p> <p>/ 2 / Betonirakenteet. Betonointi ruiskuttamalla, yleisohje. Tie- ja vesirakennushallitus, sillanrakennustoimisto. TVH 730095 – SILKO 1.232.</p> <p>/ 3 / Sillanrakennustöiden yleinen työselitys. SYT 3500: Paikalla valetut betonirakenteet. Tie- ja vesirakennushallitus, sillanrakennustoimisto. TVH 732215.</p> <p>/ 4 / Sillanrakennustöiden yleinen työselitys. SYT 3600: Betonielementtirakenteet. Tie- ja vesirakennushallitus, sillanrakennustoimisto. TVH 732207.</p> <p>/ 5 / Nykänen, J., Betonitekniikka RIL 119. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto. K.J. Gummerus Oy. Jyväskylä 1979. s. 14–19.</p> <p>/ 6 / Lampinen, L. ja Honkavuori, R., Betonitekniikan oppikirja, materiaalit, työnsuoritus, laatu-tekniikka. Suomen Betoniyhdistys r.y. BY 201. Gummerus Oy Jyväskylä 1985. 506 s.</p> <p>/ 7 / Suomalainen sementti. Rakennusaineteollisuusyhdistys r.y. 33 s.</p> <p>/ 8 / Aschan, Nils, Betonitekniikka RIL 119. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto. K.J. Gummerus Oy. Jyväskylä 1979. s. 113–115.</p> | <p>/ 9 / Sillantarkastusohje. Tie- ja vesirakennushallitus, sillanrakennustoimisto. TVH 732219. Kirjapaino Hermes Oy Tampere 1986. s. 55–86.</p> <p>/ 10 / Betonghandbok. Reparation. AB Svensk Byggtjänst. Stockholm 1987. 249 s.</p> <p>/ 11 / Betoninormit 1987. RakMK B4. Suomen Betoniyhdistys r.y. BY 15. Painokaari Oy Helsinki 1986. s. 147–160.</p> <p>/ 12 / Vesikari, E., Betonirakenteiden käyttöikä. Espoo 1986. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tutkimuksia 417. 88 s.</p> <p>/ 13 / TVATM Terveydelle vaarallisten aineiden tunnistus- ja merkintäjärjestelmä. Työsuojeluhallitus. Turvallisuusmääräykset 39. Valtion painatuskeskus. Helsinki 1983. 109 s.</p> <p>/ 14 / Betonin kiviainesten luokitusohjeet. Betoniyhdistys r.y. BY 20. Painoasia Oy Helsinki 1982. 23 s.</p> <p>/ 15 / Korhonen, K.-H. ja Gardemeister, R., Maalajien kaivuluokitus. Otaniemi 1975, Geotekniikan laboratorio. 80 s.</p> <p>/ 16 / Vesikari, Erkki, Kuitubetoni. Espoo 1977. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Betonitekniikan laboratorio, tiedonanto 44. s. 8.</p> <p>/ 17 / Betonirakenteet. Polymeerit sillankorjausmateriaalina, yleisohje. Tie- ja vesirakennushal-</p> |
|--|--|

- litus, tuotanto-osasto. TVH 730095 – SILKO 1.202.
- / 18 / Betoninormien edellyttämiä käyttöselosteita koskevat ohjeet. Suomen Betoniyhdistys r.y. BY 22. Yleisjäljennös Oy Helsinki 1985. s. 1–42.
- / 19 / Sarja, A. ja Vesikari, E., Betonin koostumuksen ja huokoisuuden vaikutus pakkas-suola-kestävyyteen. Espoo 1984. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Betoni- ja silikaattiteknikan laboratorio. Tutkimusselostus nro BET 410246. 17 s.
- / 20 / Vesikari E. ja Kuosa, H., Selvitys optisen kuva-analyysin soveltuvuudesta mikrohuokoistetun betonin laadunvalvonnassa. Espoo 1982. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Betoni- ja silikaattiteknikan laboratorio. Tutkimusselostus nro 72/0/82/BET. 9 s.
- / 21 / Betoninormit 1987. RakMK B4. Suomen Betoniyhdistys r.y. BY 15. Painokaari Oy, Helsinki 1986. s. 117–126.
- / 22 / Seosaineiden käyttö betonirakenteissa. Suomen Betoniyhdistys r.y. BY 23. Vaasa Oy, Vaasa 1987.
- / 23 / Bache, H., Densified Cement/Ultra-Fine Particle-Based Materials. Proceedings 2. Int. Conference on superplasticizers in concrete, Ottawa, June 1981.
- / 24 / Teiden talvihoito, osa I. Tavoitteet. Toimenpiteet. Tie- ja vesirakennushallitus, kunnossapitotoimisto. TVH 743944. Helsinki 1986.
- / 25 / Betonipinnat, luokitusohjeet 1981. Suomen Betoniyhdistys r.y. BY 13. s. 45.
- / 26 / Nykänen, J., Betonin lujuudenkehityksestä talvibetonointia vastaavissa olosuhteissa. Betoniteknikan laboratorio. Tiedonanto 25. Otaniemi 1973.
- / 27 / Kivekäs, L., Leivo, H. ja Kareinen, T. Betonin säilyvyys arktisissa merirakenteissa. VTT Tiedotteita 539. Espoo 1986. 67 s.
- / 28 / Tuutti K., Corrosion of steel in concrete, Stockholm 1982, Swedish Cement and Concrete Institute, CBI-research 4:82. 304 s.
- / 29 / Nykänen, J., Betonirakenteiden kelpoisuus. Betoniteknikka. Suomen Rakennusinsinöörin Liitto r.y. K.J. Gummerus Oy, Jyväskylä 1979. RIL 119. s. 266–274.
- / 30 / Sillanrakennustöiden yleinen työselitys. SYT 3000: Yleisiä ohjeita. Tie- ja vesirakennushallitus, tienrakennustoimisto. Helsinki 1987.
- / 31 / Sillanrakennustöiden valvontaohje. SVO 3000: Yleisiä ohjeita. Tie- ja vesirakennushallitus, tienrakennustoimisto. Helsinki 1988.

9 HAKUSANAT

- ankkuri 7
 betonimassa 7, 10, 11, 15, 16, 21, 22, 28, 30, 33, 34
 betonipeite 4, 7, 20, 26, 27, 36
 elementti 7
 ennakkokoe 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 31, 33
 eroosio 25
 erottuminen 24, 28, 32
 fenolftaleiini 26, 34
 geelihuokonen 29
 halkeilu, halkeama 4, 12, 16, 17, 19, 20, 22–24, 26, 27, 31, 32
 hidastin 15, 16, 21, 29
 hopeanitraatti 34
 huokostus, huokostin 15–18, 21, 22, 24, 26, 28–32, 34
 hydrataatio 3, 4, 7, 13, 14, 17, 22, 29
 ilmapitoisuus 20, 25, 29, 31, 34, 35
 ilma-vesisuhde 7
 injektointilaasti 7, 16
 jälkihoito 7, 14, 17, 21–24, 26, 34
 jänneteräs 3, 7, 16
 jännitetty betonirakenne 5, 7
 jäätymislaajenema (dilaatio) 7
 jäätymislujuus 7
 kapillaarihuokonen 4, 17, 22, 24, 29
 karbonatisoituminen 4, 23, 24, 26, 33, 34
 kelpoisuuskoe 15, 31, 35
 kelpoisuuskirja 33–36
 kevytsora ja -betoni 7, 11, 22 31
 kiihdytin 15
 kimmokerroin 22, 23
 kiviaines 7, 11
 kloridit 5, 11, 14, 24–27, 33, 34
 koekappale 7
 koossapysyvyys 28
 kovettuminen 3, 10, 13, 15, 21, 33
 kuitubetoni, kuidut 12, 32
 kulutuksenkestävyys 4, 12, 14, 24, 25, 32
 kutistuma 7, 10, 14, 17, 22, 23
 käyttöikä 5, 7, 24, 26, 27, 33
 käyttöseloste 7, 15
 laadunvarmistus 9, 10, 30, 33
 lajite 7
 lateksi 14, 30
 lentotuhka 11, 12, 17
 lisäaine 3, 7, 10, 15, 21, 24, 25, 30, 32
 lämpöastevuorokausi 21
 lämpötila 21–24, 29, 34
 masuunikuona 11, 12, 17
 muodonmuutosominaisuus 22, 23
 muokkautuvuus 7, 10, 11, 15, 24, 28
 nimellislujuus (lujuusluokka) 7, 11, 19, 20, 30, 31
 notkeus, notkistin 7, 15, 16, 17, 21, 22, 24, 28–34
 näyte 7
 olosuhdekoekappale 21
 osa-aine 3, 6, 8, 11, 35
 paikkausmassa 30
 pakkasenkestävyys 4, 8, 10, 11, 15–17, 19, 20, 24, 29, 30, 33–35
 pakkaslaasti 21
 pakkassuolakestävyys 24, 35
 pakkassuolakoe 35
 pituuden lämpötilakerroin 22
 plastinen muodonmuutos 23
 polymeeri 14, 22, 30
 pozzolaani 8, 17
 pumppaus 16
 puristuslujuus 4, 20–27, 35
 pätevyysvaatimus 17, 33, 34
 rakeisuus 8, 11, 23, 28
 rakennekoekappale 8
 rakenneluokka 8, 19
 rapautuminen 6, 24, 25
 raudoite, raudoitus 5, 8, 11, 23, 24, 26
 raudoitustanko (betoniteräs) 8, 11
 RCT-menetelmä 34
 reseptibetoni 35
 ruiskubetoni 6, 12, 22, 24, 30
 runkoaine 3, 8, 11, 21, 22, 25, 28, 30
 sementti 3, 8, 10, 12–14, 17–19, 21, 22, 25, 28, 30
 sementtikivi 3, 4, 8, 11–13, 21, 22, 24, 29
 sementtiliima 3, 10, 11, 13, 17, 28, 29, 32
 sementtipasta 3, 8, 30
 turvetuhka 17
 seosaine 3, 7, 8, 17, 21, 24, 25
 sideaine 8, 14, 17, 20, 30
 silika 17, 19, 24, 28, 30
 sitoutuminen 8, 12–14, 16, 29
 suhteitus 8, 22, 35
 suojahuokonen 16, 24, 29
 suojahuokossuhde 8, 10, 20, 24, 25, 31, 35
 suolaus 4, 19
 suunnittelu 19, 23
 suurhuokonen 29
 säilytys 21, 22
 säilyvyys 4, 5, 8, 10, 19, 21, 22, 24, 25, 28
 talvihoitoluokka 4, 19, 27
 tartunta 14, 21, 22, 30, 34–36
 tehonotkistin 15, 17, 24
 teräskorroosio 6, 10, 26, 27, 32, 33, 34
 tiivistävyys, tiiviys 4, 10, 14, 15, 17, 20–24, 26–30, 35
 turvetuhka 17
 työsauma 8, 20
 työsuojelu 10
 ulkonäkö 12, 14, 17, 20
 uppobetoni 32
 vakiobetoni 10, 19, 20, 30, 31, 33, 35
 valmisbetoni 8, 10
 vaurion syy 9
 vedenpitävyys 8, 12, 20, 35
 vertailulujuus 8
 vetolujuus 22
 vesi 3, 14, 19, 23, 28, 30
 vesi-sementtisuhde 3, 4, 8, 14, 15, 19, 20–24, 26, 28
 viruma (hiipuma) 8, 23
 värisävy 17, 18
 ympäristöluokitus 19, 23
 ympäristönsuojelu 10