

# UUSITUT BETONIRAKENTEIDEN KORJAUSOHJEET - by 41

Jussi Mattila, tekniikan tohtori  
Tampereen teknillinen yliopisto,  
Rakennetekniikan laitos



Insinööritoimisto Mikko Vahanen Oy

## LYHYT KATSAUS LÄHIHISTORIAAN

Korjausrakentamisen kehittyminen nykymuotoiseksi teollisuudenalaksi sai varsinaisesti alkunsa 1990-luvun vaihteessa suurelta osin juuri betonirakenteiden korjaamisesta. Betonirakennuskannan ikääntyminen toi mukanaan sekä suunnittelijoiden pöydille että urakoitsijoiden työkohteisiin uuden tyyppisiä rakenteita ja vaurioita, joiden korjaaminen ei onnistunut vanhoilla opeilla. Tämän johdosta muutamat pioneiryhtymät käynnistivät yhdessä rakennusalan tutkimusyksiköiden kanssa lukuisan joukon erilaisia hankkeita, joissa kehitettiin mm. vaurioiden tunnistamista ja tutkimista, toimivia suunnitteluratkaisuja ja korjausten työmaatoteutusta sekä laadunvarmistustoimia.

Betonirakenteiden korjaustoiminnan nopeasti vilkastuessa katsottiin jo ennen 1990-luvun puoliväliä tarpeelliseksi laatia asiaa koskevat ohjeet. Työ käynnistettiin Betoniyhdistyksen korjaustoimikunnan aloitteesta ja ohjeiden kirjoittajaksi valjastettiin Olympiastadionin korjaussuunnittelussa ja valvonnassa tulikasteensa saanut diplomi-insinööri *Jyrki Jalli Insinööritoimisto Mikko Vahaselta*. Työn tuloksena julkaistiin *Betonirakenteiden korjausohjeet by41 1996*, joita voidaan pitää ensimmäisinä nykyaikaisina korjausohjeina. Tämän jälkeen julkaistiin useita muitakin vastaavia ohjeita liittyen mm. kosteusvaurioihin, putkistoihin.

## MIKSI UUDET OHJEET?

Alkuperäiset Betonirakenteiden korjausohjeet julkaistiin tilanteessa, jolloin teollinen betonikorjaaminen otti vielä ensiaskeleitaan. Samoin oli tilanne luonnollisesti korjaussuunnittelun ja laadunvarmistuksen kannalta. Erityisesti tätä taustaa vastaan korjausohjeita voidaan pitää onnistuneina. Niiden pohjalta on toteutettu menestyksekkäästi lukemattomia betonikorjauksia. Toisaalta ohjeita laadittaessa moni betonirakenteiden korjaamiseen liittyvä seikka oli vielä ainakin osin hämärän peitossa. Oli muun muassa epäselvää, mitkä korjaustavat ja -tuotteet tulevat yleistymään ja mitkä taas jäävät käytöltään marginaalisiksi. Samoin oli vaikeaa ennakoida, mitkä seikat olivat kriittisimpiä korjauksen onnistumisen ja käyttöiän kannalta. Käytännön kokemukset eri ratkaisujen toimivuudesta kun olivat vasta muutaman vuoden ikäisiä.

Kun teollista betonikorjaamista on nyt harjoitettu laajasti toistakymmentä vuotta, alan toimijoille on kertynyt runsaasti vastauksia niihin kysymyksiin, jotka olivat alkuperäisiä korjausohjeita kirjoitettaessa vielä avoimia. Kun myös eurooppalainen kymmenosainen korjausnormisarja EN 1504 on kokonaisuudessaan valmistunut, Betoniyhdistyksen korjaustoimikunta katsoi, että on ajankohtaista päivittää Betonirakenteiden korjausohjeet.

Alan kasvun nähdään olevan tulevaisuudessakin voimakasta. Tämä yhdessä suurten ikäluokkien massaeläköitymisen kanssa tarkoittaa, että betonikorjausalan rakennuttamis-, suunnittelu-, urakointi- ja valvontatehtäviin tulee koko ajan runsaasti uusia toimijoita. Näiden henkilöiden tehokas alaan perehdyttäminen edellyttää, että käytössä on ajantasaista ohjemateriaalia.

## TYÖ KÄYNNISTYI

Ohjeiden päivitystyö annettiin tällä kertaa tehtäväksi Tampereen teknillisen yliopiston Rakennetekniikan laitokselle, jossa betonirakenteiden kunnossapito ja korjaaminen ovat olleet keskeinen tutkimusalue jo 1980-luvulta lähtien. Työryhmän muodostivat professori *Matti Pentin* johdolla tekniikan lisensiaatti *Jukka Lahdensivu* sekä tämän artikkelin kirjoittaja, jolla oli kunnia toimia ohjetekstin kirjoittajana. Työtä ohjasi tälläkin kertaa *Betoniyhdistyksen korjaustyöryhmä* vahvistettuna työn rahoittajan edustajalla, ympäristöministeriön *Seppo Mauramalla*.

Ohjeen päivitystyölle asetettiin selkeät tavoitteet ja reunaehtot. Yleistavoitteena oli, että ohjeiden tulee olla mahdollisimman käytännölläiset



Insinööritoimisto Mikko Vahanen Oy



ja antaa selkeitä ohjeita eri korjaustapojen suunnitteluvalintoihin. Lisäksi niissä tuli tuoda esille keskeiset laatuun vaikuttavat tekijät sekä luoda selkeät suuntaviivat laadunvarmistuksen viemiseksi läpi koko korjaushankkeen aina eri suunnittelu-<sup>3</sup> työn eri vaiheista toteutukseen ja korjaustyön tuloksen vastaanottoon saakka. Ohjeisiin tuli myös luonnollisesti sisällyttää alkuperäisen ohjeen julkaisemisen jälkeen voimaan tulleet vaatimukset liittyen mm. ympäristö- ja työturvallisuuteen, vaadittaviin suunnittelu- ja työjohtopäteyvyksiin jne.

#### UUSITUT OHJEET

Uusittujen ohjeiden pääsisältö on alkuperäisen ohjeen mukainen. Menetelmätasolla ohjeet kattavat tavanomaisten säärasitukselle altistuvien ulkobetoni- ja rakenteiden korjaamisen pääosin sementtipohjaisilla korjaustuotteilla ja tähän liittyvät pintakäsittelyt. Ohjetta ei ole tarkoitettu sellaisenaan käytettäväksi pakkasuolarasitettujen rakenteiden kuten siltojen tai merkittävälle vedenpaineelle altistuvien rakenteiden, ääriesimerkinä padot, korjaamisessa. Ohjeessa ei käsitellä julkisivujen lisälämmöneristys ja verhous -tyyppisiä korjauksia eikä rakenteiden kokonaan purkamista.

#### TÄRKEIMMÄT MUUTOKSET

Uutta korjausohjetta selaamalla törmää kolmeen merkittävään muutokseen. Ensinnäkin, käytetty korjaustapajaottelu uusittiin alalla vallitsevaksi muodostuneen käytännön mukaiseksi. Korjaustapajaottelussa ei tietoisesti noudatettu Euronormin jaottelua, koska sitä pidettiin teoreettisena sekä korjaustapanimikkeistöltään alan toimijoille monin osin vieraana. Uusina korjaustapoina ohjeeseen tuotiin betonilla tehtävät valukorjaukset, parvekkeiden ja muiden lattiapintojen kaatokorjaukset ja pintavalut, elastisten saumojen uusiminen sekä pintojen vedeneristäminen.

Toiseksi, vanhan ohjeen osin ylimitoitetuiksi koettuja alustan ja korjaustuotteiden veto/tartuntalujuusvaatimuksia kohtuullistettiin. Aiemman 1,5 MPa yleisvaatimuksen sijasta luotiin järjestelmä, jossa alustan vetolujuus riippuu päälle tulevasta korjausratkaisusta. Uusi vaatimustasoskaala on 0,7 – 1,0 – 1,5 MPa. Myös paikkauslaastien ja pinnoitteiden tartuntalujuusvaatimuksia kohtuullistettiin niin, että tartuntalujuusvaatimus on 7/28 d iässä 0,7/1,0 MPa. Ruiskubetonin vaatimus säilytettiin tasoilla 1,0/1,5 MPa.



3 - 6

Korjausohjeiden tulee olla mahdollisimman käytännölläheiset ja antaa selkeitä ohjeita eri korjaustapojen suunnitteluvalintoihin. Uusina korjaustapoina ohjeeseen tuotiin betonilla tehtävät valukorjaukset, parvekkeiden ja muiden lattiapintojen kaatokorjaukset ja pintavalut, elastisten saumojen uusiminen sekä pintojen vedeneristäminen.





Jussi Mattila  
7



Jussi Mattila  
8



Jussi Mattila  
9

7 - 10

Menetelmätasolla ohjeet kattavat tavanomaisten säärasitukselle altistuvien ulkabetonirakenteiden korjaamisen pääosin sementtipohjaisilla korjaustuotteilla ja tähän liittyvät pintakäsittelyt.

Kolmanneksi, ohjeistusta laadunvarmistuksen toimeenpanoon läpi koko korjausprosessin lisättiin. Tätä tukee myös se, että korjaustuloksen laatuun vaikuttavat keskeisimmät tekniset seikat nostettiin aiempaa selkeämmin esiin kirjaamalla ne luetteloksi kutakin korjaustapaa käsittelevän luvun loppuun, mistä ne ovat helposti löydettävissä. Lisäksi lihavoimalla eriteltiin ne kaikkein tärkeimmät seikat, joiden osalta laatumäärittelyt on välttämätöntä sisällyttää aina urakka-asiakirjoihin.

Ohjeen laadunvarmistusta käsittelevä luku 13. Korjaustyön laadunohjauksen ja -varmistuksen organisointi on sivumäärältään ohjeen pisin luku, jossa laadunvarmistuksen käytännön järjestämistä koskeva osuus on noin viisi sivua. Tässä käsitellään laadunvarmistuksen järjestämisen yleiset periaatteet, laadunvarmistustoimien määrittely ja laadunvarmistukseen liittyvät työmaatoiminnat sekä määrittellään hankkeen kullekin osapuolelle kuuluvat laadunvarmistustehtävät.

Näiden yleisluontoisten seikkojen lisäksi uusittu ohje sisältää lukuisia pienempiä muutoksia, lisäyksiä ja tarkennuksia, jotka liittyvät mm. hiekkapuhalluksen ja korkeapainepesun uusiin puhtausasteisiin, korjausolosuhteille asetettaviin vaatimuksiin ja olosuhteiden hallintaan, vaurioituneiden kohtien paikallistamiseen ja käytettäviin korjaustuotteisiin.

Alkuperäisten ohjeiden materiaalitekniestä otetta on tarkoituksella vähennetty mm. poistamalla tekstistä korjaustuotteiden tekniset testausvaatimukset. Tämän sijasta on todettu, että keskeisten korjaustuotteiden tulee olla joko CE-merkittyjä tai niillä tulee olla voimassaoleva varmennettu käyttöseloste. Lisäksi on korostettu, että pelkästään CE-merkitytjen tuotteiden osalta suunnittelijan tulee varmistaa, että tuote täyttää kyseisessä kohteessa sille asetettavat vaatimukset erityisesti säilyvyysominaisuuksien osalta.

Uusittujen ohjeiden toimivuudesta toivotaan annettavan palautetta joko Betoniyhdistyksen korjaustyöryhmän tekniselle sihteerille, diplomi-insinööri Kari Toloselle tai suoraan tämän artikkelin kirjoittajalle osoitteeseen: [jussi.mattila@tut.fi](mailto:jussi.mattila@tut.fi)

KORJAUSPERIAATE	KORJAUSTAPA
Säilyttävä korjaaminen	Impregnointi Pinnoittaminen Ylitasoitus Laastipaikkaaminen Valukorjaaminen Halkeamien imeyttäminen, sulkeminen tai injektointi
Muuttava korjaaminen	Rakenteen pinnan verhoilu (käsittää yleensä myös lisälämmöneristämisen) Ruiskubetonointi Rakenteen vahvistaminen (eri tapoja)
Rakenteen uusiminen	Rakenteen purkaminen ja uudelleen rakentaminen joko kokonaan tai osittain
Erikois menetelmät	Uudelleenalkointi (sähkökemiallinen ja passiivinen) Katodinen suojaus Sähkökemiallinen kloridien poisto Inhibointi

Korjausohjeessa käytetty korjaustapojen jaottelu

#### BY:N KORJAUSTYÖRYHMÄ:

Matti Pentti, TTY (pj.)  
Aki Schadewitz, Contesta Oy  
Heikki Käkönen, A-Insinöörit Oy  
Harri Mäkinen, Suomen Talokeskus Oy  
Markku Nousiainen, Tieshallinto  
Timo Rautanen, maxit Oy  
Timo Rytönen, Helsingin kaupungin rakennusvirasto  
Petri Silvennoinen, Tremco Illbruck Oy  
Jukka-Pekka Soila, NHK-Rakennus Oy  
Kari Tolonen, Suomen Betoniyhdistys ry  
Risto Vahanan, Ins.tsto Mikko Vahanan Oy

Yhteenveto ohjeellisista veto- ja tartuntalujuuden vaatimuksista eri pintakäsittelyjen tapauksessa (ohjeen taulukko 13.1).

BETONIPINTA, VETOLUJUUS	LUJUUSVAATIMUS [MPa]	
Laastipaikattava tai valukorjattava betonipinta	1,0	
Ruiskubetonoitava betonipinta	1,5	
Tavanomaisilla pinnoitteilla käsiteltävä pinta	1,0	
Paksukalvoisilla ja lujilla pinnoitteilla käsiteltävä pinta	1,5	
Tavanomainen vedeneristysalusta	0,7	
Vedeneristeen alusta ajoneuvo liikennöidyllä pinnalla	1,0	
Jäykkien paksujen vedeneristysmassojen alusta	1,5	
<b>KORJAUSMATERIAALI, TARTUNTALUJUUS</b>	<b>KOESTUSIKÄ</b>	
	<b>7 d</b>	<b>28 d</b>
Valubetonit ja paikkauslaastit	0,7	1,0
Ruiskubetonit	1,0	1,5
Tasoislaastit	0,7	1,0
Pinnoitteet	0,7	1,0

#### OHJEESEEN SISÄLLYTETYT UUDET KORJAUSTAVAT:

Valukorjaukset  
Kaatokorjaukset ja pintavalut  
Saumausten uusiminen  
Vedeneristys ( $t > 1 \dots 1,5 \text{ mm}$ )

#### REVISED GUIDELINES FOR REPAIR OF CONCRETE STRUCTURES – by 41

The original Guidelines for repair of concrete structures by41 were published in 1996, when industrial concrete repairs had only just begun. Planning of repairs and related quality assurance were also naturally something new at that time. Now that industrial concrete repairs have been carried out on a wide scale for more than a decade, many answers have been defined to the questions that were still open when the original guidelines were prepared. As the ten-part European series EN 1504 of standards for repairing concrete components has also now been completed, it was time to update the guidelines.

The overall objective of revising the guidelines was to make them as practical as possible and to provide clear instructions for the planning choices of different repair methods. They were also to discuss the essential factors that influence quality, and to provide unambiguous guidelines for implementation of quality assurance throughout the repair project, from the different stages of planning work to realisation and to the acceptance of the result of the repair work. Any new requirements related to e.g. environmental and occupational safety, the required qualifications of design and supervision personnel, etc. were also to be included in the guidelines.



Jussi Mattila  
10