



Betonirakenteiden korjaaminen 2024

Stina Hyyrynen, A-Insinöörit Suunnittelu Oy

Heikki Väisänen, Sitowise Oy

Suunnitteluvaihe

Suunnitteluvaihe, ohjelma

- Korjausmenetelmän valinta
 - Kuntotutkimusraportti korjaussuunnittelun lähtötietona
 - Korjausmenetelmän valinta
 - Korjausmenetelmien soveltuvuus
- Korjaussuunnitelman laatiminen
- Rakennuttaminen
- Laadunvarmistuksen periaatteet
- Laadunvarmistustoimenpiteet ja dokumentointi
- Korjaustyön valmistelu
- Pätevyyden haku

Betonirakenteiden korjaaminen 2024 - Korjausmenetelmän valinta

3. kurssipäivä: Torstai 21.03.2024, Technopolis Espoo	
08.00 - 08.30	Aamukahvi
SUUNNITTELUVAIHE	
08.30 - 10.00	KORJAUSMENETELMÄN VALINTA Stina Hyrynen, A-Insinöörit Oy / Heikki Väisänen, Sitowise Oy <ul style="list-style-type: none">• kuntotutkimuksen toimenpidesuosituksen arviointi• korjausmenetelmän valintaprosessi ja valintaan vaikuttavat tekijät (myös kustannus)• korjausperiaatteet ja -menetelmät (mkl. kantavat rakenteet) sekä niiden soveltuvuus• korjauksen kannattavuuden arviointi, käyttöikä• esimerkkiratkaisuja
10.00 - 10.10	Tauko
10.10 - 11.00	KORJAUSSUUNNITELMAN LAATIMINEN Stina Hyrynen / Heikki Väisänen <ul style="list-style-type: none">• asiakirjajärjestelmä (mitä huomioitava suunnittelussa)• työselostus• laatuvaatimukset (alusta, aineet, työt)• määrälluettelot• työ- ja ympäristöturvallisuus, klerätyt• piirustukset, urakka-asiakirjat
11.00 - 11.30	RAKENNUTTAMINEN Stina Hyrynen / Heikki Väisänen <ul style="list-style-type: none">• korjausrakentamisen haasteet• urakkamuodot, sopimukset
11.30 - 12.15	Lounas
12.15 - 12.45	LAADUNVARMISTUKSEN PERIAATTEET Stina Hyrynen / Heikki Väisänen <ul style="list-style-type: none">• laadunvarmistusmenettely ja laadunvarmistuksen järjestäminen• rakennuttajan laadunvarmistustehtävät• suunnittelijan laadunvarmistustehtävät• urakoitsijan laadunvarmistustehtävät• itselle luovutus
12.45 - 13.45	TYÖMAAN LAADUNVARMISTUSTOIMENPITEET JA DOKUMENTOINTI Stina Hyrynen / Heikki Väisänen <ul style="list-style-type: none">• vetolujuus, tartuntavetolujuus• sekoitusvesimäärän mittaaminen• kaivo- ja kerrosrakaisuusmittaus• pakkasenkestävyys• betonin kosteuden mittaaminen• betonikorjauksen pöytäkirja
13.45 - 14.00	Päiväkahvi
14.00 - 15.30	KORJAUSTYÖN VALMISTELU Stina Hyrynen / Heikki Väisänen <ul style="list-style-type: none">• mälityt ja määrän mittaaminen• työvaiheen toteutus- ja laadunvarmistussuunnitelmat• työturvallisuuseikat korjaustyössä• valmisteltavat työt<ul style="list-style-type: none">• vaurioituneiden kohtien paikallistaminen, korjattavien pintojen esikäsittely

Korjausmenetelmän valinta

- Kuntotutkimus korjaussuunnittelijan lähtötietona
- Korjausmenetelmän valintaprosessi ja valintaan vaikuttavat tekijät
 - Teknisesti soveltuvien vaihtoehtojen määrittely
 - Tilaajan tavoitteet
 - Korjauksen kannattavuuden arviointi, käyttöikä
- Korjausperiaatteet ja -menetelmät sekä niiden soveltuvuus



Betonirakenteiden korjaaminen
2024

Kuntotutkimusraportti
korjaussuunnittelun
lähtötietona

Kuntotutkimusraportti lähtötietona

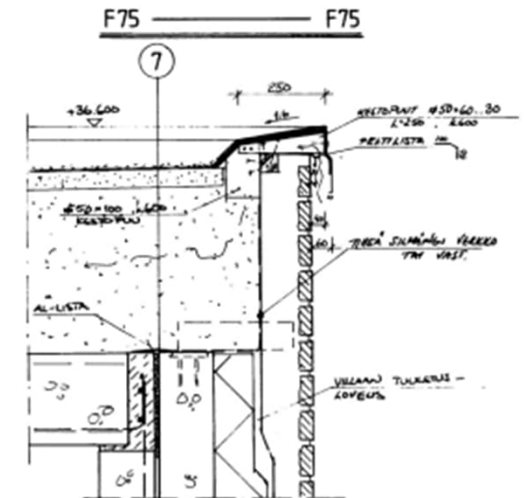
- Raportin tarkoitus välittää tutkimuksen tulokset ja tallentaa kaikki tarpeelliset tiedot korjaussuunnittelua varten
- Raportissa tuotava esille selkeästi erilaiset **aistinvaraiset havainnot**
 - Erityisesti ne jotka eivät välity lukijalle kuvien avulla esim. infra puolella tärinät, värähtelyt yms.
 - Havainnot on myös eroteltava tutkimustuloksista ja johtopäätöksistä
- Värien käyttö selkeyttää lukemista
 - Esim. kloriditulokset
- Vaurioiden laajuus ja mahdolliset rajaukset tuotava esille
 - Tarvittaessa ehdotetaan lisätutkimuksia

Kuntotutkimusraportti lähtötietona

- Havainnot ja tulokset esitetään rakenneosittain selkeästi ja järjestelmällisesti
 - piirustuksista löytyneisiin tietoihin
 - rakennetta silmämääräisesti tarkastelemalla tehtyihin havaintoihin
 - kenttätutkimuksissa saatuihin tuloksiin ja
 - laboratoriotutkimustuloksiin
- Havaintoihin ei liitetä johtopäätöksiä, ne käsitellään erikseen

Arvioitavat päärakenneosat ovat:

Päärakenneosan nimi	Lyhenne	Tunnus
Päätyrakenteet	PT	(A1)
Välituet	VT	(A2)
Reunapalkit	RP	(B)
Päällysrakenne	PÄÄR	(C)
Päällysteet	PÄÄLL	(D)
Pintarakenne	PINR	(E)
Radan päällysrakenne	RPÄÄR	(F)
Käitteet	KAIT	(G)
Liikuntasamat	LIKS	(H)
Laakerit	LAAK	(I)
Kuivatus	KUIV	(J)
Muut varusteet	MVAR	(K)
Siltapaikka	SIPA	(L)
Yleiskunto	YK	



Kuva 35
Räystään rakenne alkuperäisten rakennesuunnitelmien mukaan.

Kuntotutkimusraportti lähtötietona

- Raportin johtopäätösten oltava toistettavia
- Korjaussuunnittelijalla pitää olla mahdollisuus arvioida päätyykö tutkimustulosten ja havaintojen perusteella samaan lopputulokseen
- On etua, jos kuntotutkija ja korjaussuunnittelija on sama henkilö tai samasta organisaatiosta
- Suunnittelussa auttaa se, että on käynyt kohteella
- Korjaussuunnittelija arvioi tutkimuksen
 - Kattavuutta
 - Ajantasaisuutta
 - Luotettavuutta
 - Loppupäätelmään johtavaa analyysia
- Korjaussuunnittelija arvioi ehdotetun korjaustavan soveltuvuutta

Kuntotutkimusraportin rajaus ja luotettavuus

Tutkimuksen tarkoitus / tavoite ja rajaukset

- Mahdolliset tilaajan rajaukset
- Mahdolliset käytännön rajaukset

Tutkimuksen luotettavuuden arviointi

- [Erittäin tärkeä osa – vaikuttaa lisätutkimusten määrittelyyn](#)
- Jäikö jokin rakenne / osa tutkimatta?
- Jäikö jokin vauriotapa tutkimatta?
- [Jatkotutkimustarve?](#)

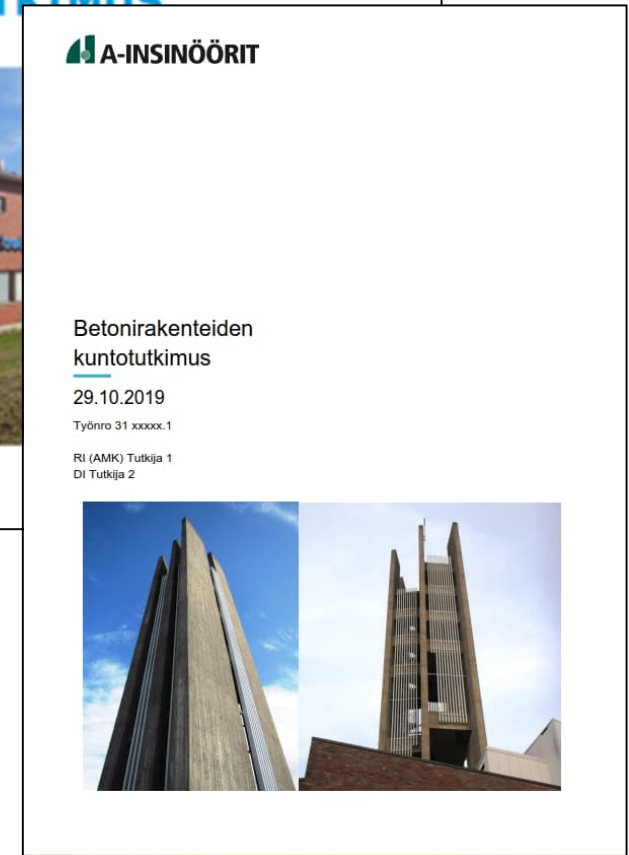
Muu arviointi

- Tutkimus on "riittävän viimeaikainen" ja tulosten voidaan edelleen katsoa edustavan nykytilannetta
- Tutkimusraportin mukana tulee kaikki tutkijan käytössä ollut materiaali (piirustukset, laboratorion analyysivastaukset, valokuvat)



Kuntotutkimusraportti

- By 42 mukaan



Betonirakenteiden korjaaminen 2024 - Korjausmenetelmän valinta





Kuntotutkimus = Erikoistarkastusraportti silloilla

- Vastaa kuntotutkimusraporttia



Taitorakenteiden erikoistarkastusten laatuvaatimukset - Sillat
Suunnittelu- ja toteuttamisvaiheen ohjaus



RR 53308 / Espoo U-1847 ja U-1848

ESPOON KAUPUNKI
Mikkelin silta, erikoistarkastus 2019



U-1848 Mikkelin silta
Erikoistarkastusraportti 24.1.2020



Lasse Minkinen, DI



SITOWISE

Betonirakenteiden korjaaminen 2024 - Korjausmenetelmän valinta

Turvallisuus ja terveellisyys

Turvallisuutta ja terveellisyyttä heikentävät tekijät

- pyrittävä huomioimaan kaikki riskit, esim.
 - betonikappaleiden tai pintatarvikkeiden putoaminen
 - ajoneuvojen törmäykset esimerkiksi kantaviin parvekepieliin tai pilareihin
 - kosteus- ja homevaurioriskit
 - haitta-aineet
 - kaiteiden heikko kiinnitys
 - isot purkautumat päällysteissä
 - jne...

Kuntotutkimuksen raportointi - liitteet

- Liitteisiin kannattaa sisällyttää yleensä mm:
 - kaikki yksittäiset havainnot ja mittausarvot yms.
 - näytteenottokartat
 - alihankintana teetettyjen laboratoriotutkimusten tutkimusselostukset
 - kopioita tärkeimmistä rakennepiirustuksista
 - valokuvia esimerkiksi rakennedetaljeista ja vaurioista.
- Liitteisiin voi siirtää myös
 - Tutkittujen vaurioiden lyhyt esittely
 - Käytetyt tutkimusmenetelmät lyhyt esittely

LIITELUETTELO

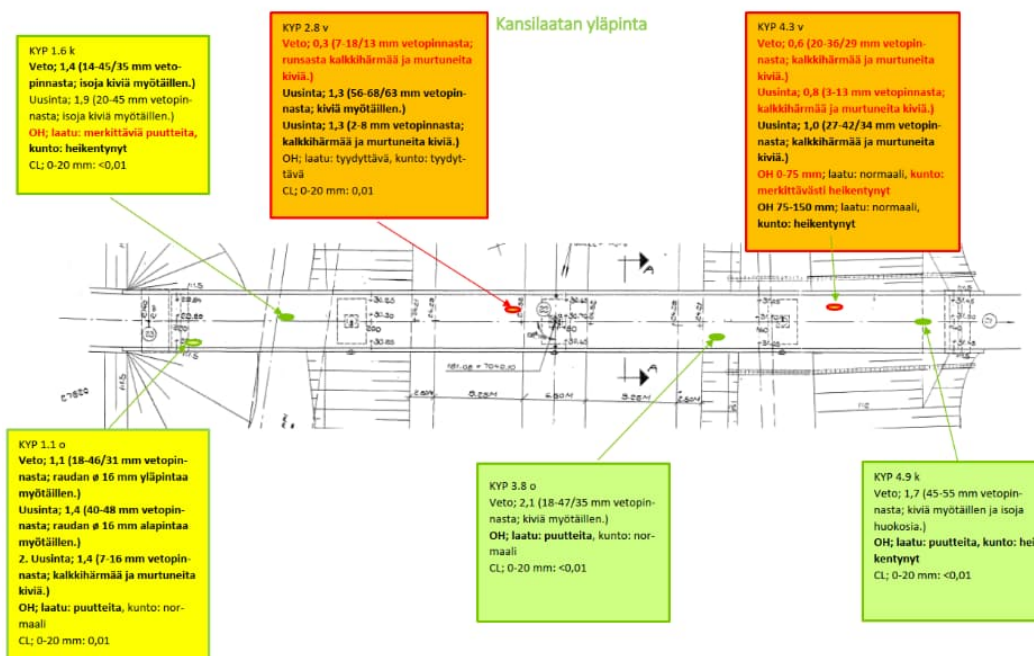
Liite 1: Rakenteiden vaurioituminen	3 s.
Liite 2: Näytetaulukko	1 s.
Liite 3: Paikannuskuvat	4 s.
Liite 4: Betonipeitemittaukset ja raudituksen korroosion laajuuden arviointi	3 s.
Liite 5: Kloriditulokset	1 s.
Liite 6: Vetolujuustulokset	2 s.
Liite 7: Ohuthieanalyysien tulokset	6 s.



Kuntotutkimuksen raportointi - liitteet

Raportin liitteissä on hyvä käyttää värejä.

- Nopealla vilkaisulla kokonaiskuva tutkimustuloksista
- Helpottaa korjaussuunnittelijaa tunnistamaan huonot rakenteet

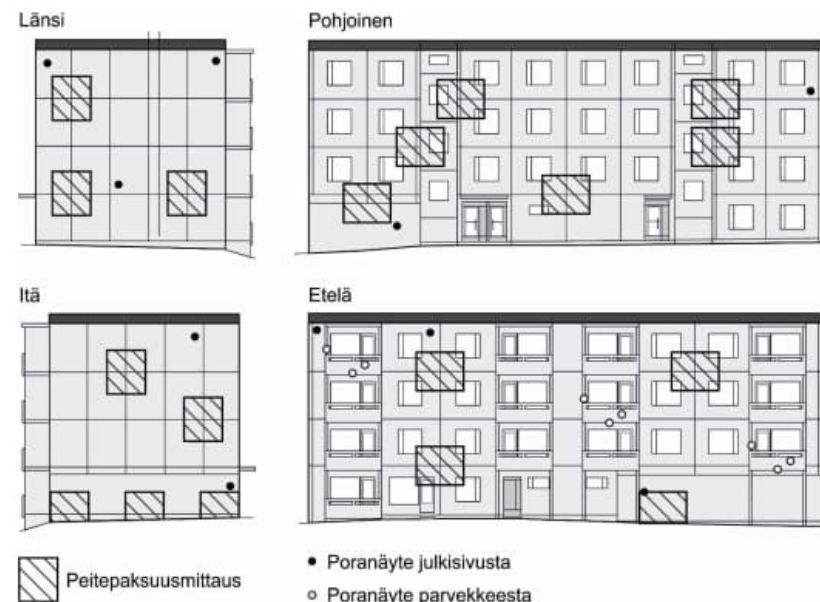


Taulukko 2. Betonirakenteiden mittaustulokset

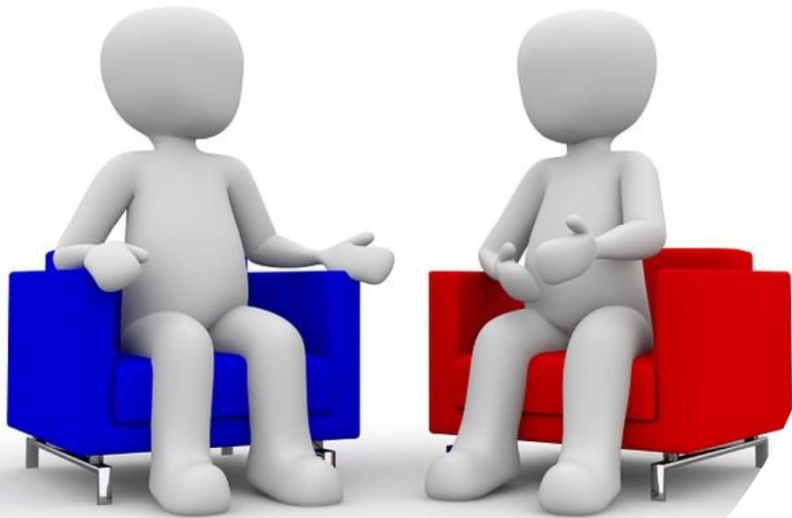
RAKENNEOSA	BETONIPEITEVAATIMUS (nykyinen)	BETONIPEITE [mm]	KARBONATISOITUMINEN [mm]	KLORIDIPITOISUUS [p- ₀₂]/	VETO-LUJUUS [MN/m ²]	PURISTUSLUJUUS [MN/m ²]	MIKRORAKENNETUTKIMUS rapautumaa
Päälysrakenne	40 mm	-	0	0-20 mm/20-40 mm	-	-	20 mm
• kansiyliäpinta		29-40, (ka. 35)	0-16 (ka. 3)	≤0,02/ ≤0,02	3,0, 3,8	-	-
• kansialapinta		21-27, (ka. 23)	0-12 (ka.7)	0,02/0,02	0,3, 4,0	57	-
• pk-palkki					2,7, 3,4	64	-
Välituet 2-3	50 mm	36- 50, (ka. 44)	0-5 (ka. 1)	0,02 (0-20 mm)	3,4, 3,7	63	-
Maatuet 1, 2	50 mm	25- 50, (ka. 39)	0-17 (ka. 4)	0,03-0,02 /0,02	3,4, 4,0	60	-

Kuntotutkimuksen kattavuus

- Tutkimusaineisto:
 - Näytteenoton kattavuus:
 - Mitkä rakenteet on tutkittu, onko tunnistettu eri rakenteet
 - Näytteiden määrä/rakenne/julkisivu
 - Laboratoriotulokset:
 - eri menetelmien kattavuus ja näiden tulosten linja -> onko linjassa?
 - Onko näytteille tehty laboratoriotutkimuksia riittävästi?
 - Tukeeko laboratoriotulokset ja tutkimusmenetelmät toisiaan ja päätelmä vaurioilanteesta on yksiselitteinen/selviää niiden perusteella




Dialogi **kuntotutkijan** kanssa



- Hyvin kirjoitettu ja kattava raportti toimii hyvänä perehdytyksenä kohteeseen. Jos tiedonjakotilaisuus ei onnistu tutkijan kanssa, raportilla tulee voida pärjätä.
- Kuntotutkija on perehtynyt kohteeseen hyvin ja tietää asioita, joita ei välttämättä ole kirjattu raporttiin/ jotka eivät ole koskeneet tilattua tutkimusta.
- Keskustele tutkijan kanssa, kun olet tutustunut kohteeseen jo itse: tällöin voit esittää tarkentavia kysymyksiä myös tutkimukseen kuulumattomien osien osalta.
- **Osaava tilaaja mahdollistaa tilauksessaan dialogin!**

Kuntotutkimuksen toimenpidesuosituksen arviointi

- KT-raporttiin ja lähdeaineistoon tutustuminen
 - Dialogi kuntotutkijan kanssa
 - Kohteeseen tutustuminen paikan päällä
- 
- Tuletko tutkimusten perusteella samaan päätelmään vaurioilanteesta?
 - Esittääkö kuntotutkimusraportti kaikki olennaiset tiedot suunniteltavista rakenteista?
 - Onko kuntotutkimus riittävän kattava kokonaisuuden kannalta?
 - Oletko samaa mieltä kuntotutkijan kanssa ehdotetusta korjaustavasta?

Loppupäätelmä

Todetaan, että tutkimusraportti on käyttökelpoinen ja olisit suunnitellut tutkimukset samaan tapaan!

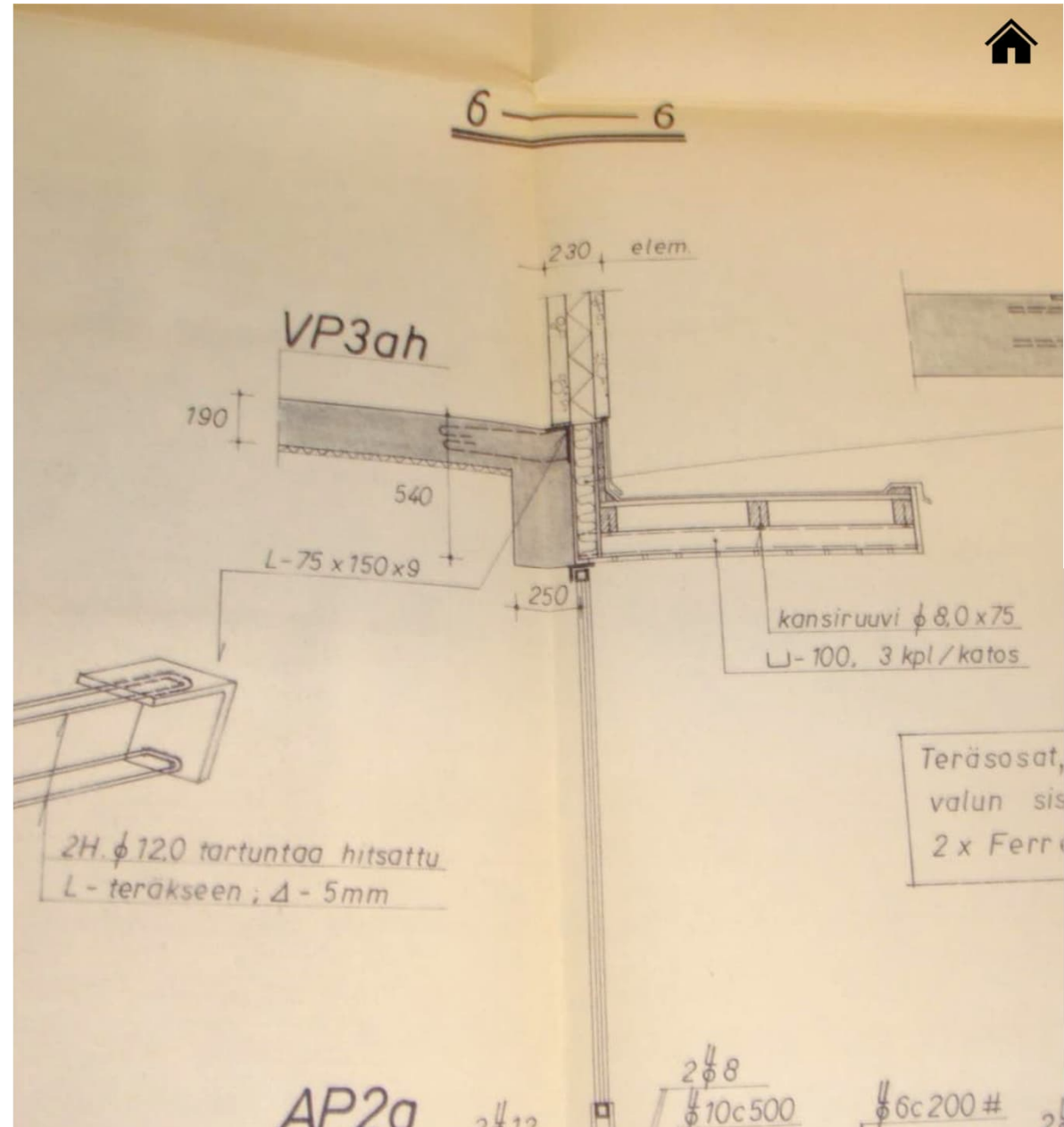


- Ehdotettu korjaustapa/-tavat:
 - Ottaako korjaustapa huomioon koko vaurioilanteen?
 - Onko se oikein mitoitettu eri rakenteiden osalta suhteessa muihin tehtäviin korjauksiin?
 - Onko tutkimuksen lähtöoletama (tekninen tarve) ollut rajattu?
 - Sopiiko korjaustapa tulevaan käyttötarkoitukseen?

VAURION AIHEUTTAJA ON POISTETTAVA!

Lähdeaineisto

- Vanhat piirustukset
- Aikaisempien korjausten dokumentit
- Tyypipiirustukset
- Rakennusaikainen ohjeistus: vanhat rakentajakalenterit ja rakentamisen aikainen määräyskokoelma,
- Rakennushistoria: esim. Kerrostalot-kirjasarja, vanhat artikkelit
- Kuntotutkimukset



Lähdeaineisto - INFRA

- Taitorakennerekisteri
 - Kaikki kunnat ei ole mukana ja kaikkien kuntien suunnitelmat ei ole siellä.





Betonirakenteiden korjaaminen
2024

Korjausmenetelmän valinta



Korjausperiaatteet ja -tavat

- Standardin SFS EN 1504-9 mukainen jaottelu

Korjausperiaate	Korjaustapa
1. Pinnan tiivistäminen	1.1 Vettähyllivä impregnointi 1.2 Impregnointi 1.3 Pinnoittaminen 1.4 Pintahalkeamien sulkeminen 1.5 Halkeamien täyttö 1.6 Halkeamien ohjaaminen saumoihin 1.7 Ulkopuolisten levyjen asentaminen 1.8 Vedeneristys
2. Kosteuden säätely	2.1 Vettähyllivä impregnointi 2.2 Impregnointi 2.3 Pinnoittaminen 2.4 Ulkopuolisten levyjen asentaminen 2.5 Sähkökemiallinen käsittely
3. Betonin korjaus	3.1 Käsin tehtävä laastipaikkaus 3.2 Valaminen uudelleen betonilla tai laastilla 3.3 Ruiskubetonointi 3.4 Elementtien uusiminen
4. Rakenteen vahventaminen	4.1 Betoniraudoituksen tai ulkopuolisten raudotteiden lisääminen tai uusiminen 4.2 Raudoitustankojen asentaminen betoniin tehtyihin varauksiin tai porattuihin reikiin 4.3 Vahventaminen levyillä 4.4 Laastin tai betonin lisääminen 4.5 Halkeamien, kolojen tai rakojen injektointi 4.6 Halkeamien, kolojen tai rakojen täyttö 4.7 Esijännitys (jälkijännittäminen)
5. Vastustuskyvyn lisääminen fysikaalisia rasituksia vastaan	5.1 Pinnoittaminen 5.2 Impregnointi 5.3 Laastin tai betonin lisääminen
6. Kemikaalienkestävyys	6.1 Pintakäsittelyt 6.2 Impregnointi 6.3 Laastin tai betonin lisääminen

7. Passiivisuuden säilyttäminen tai palauttaminen	7.1 Betonipeitteen paksuntaminen laastilla tai betonilla 7.2 Saastuneen tai karbonatisoituneen betonin korvaaminen uudella 7.3 Karbonatisoituneen betonin sähkökemiallinen uudelleenalkointi 7.4 Karbonatisoituneen betonin uudelleenalkointi difuusion avulla 7.5 Sähkökemiallinen kloridien poisto
8. Betonin ominaisvastuksen parantaminen	8.1 Vettä hylkivä impregnointi 8.2 Impregnointi 8.3 Pinnoittaminen
9. Katodinen säätely	9.1 Happipitoisuuden rajoittaminen (katodilla) kyllästä-mällä tai pintakäsittelyllä
10. Katodinen suojaus	10.1 Sähköisen potentiaalilin hyväksikäyttö
11. Anodisten alueiden säätely	11.1 Raudoituksen suojaus aktiivisilla pinnoitteilla 11.2 Raudoituksen käsittely suojapinnoitteilla 11.3 Betonin inhibointi



Korjausperiaatteet ja -tavat

- Yleisemmin käytössä oleva korjausasteen mukainen korjausperiaate jaottelu

Korjausperiaate	Korjaustapa
Säilyttävä korjaaminen	Impregnointi (ks. kohta 9.1) Pinnoittaminen (ks. kohta 9.5) Ylitasoitus (ks. kohta 4.9) Laastipaikkaaminen (ks. kohta 4) Valukorjaaminen (ks. kohta 5.1) Halkeamien imeyttäminen, sulkeminen tai injektointi (ks. kohta 11)
Muuttava korjaaminen	Rakenteen pinnan verhoilu (ks. BY 57 ja BY 64) (käsittää yleensä myös lisälämmöneristämisen) Ruiskubetonointi (ks. kohta 5.2 ja BY 63) Rakenteen vahvistaminen (ks. kohta 12) (eri tapoja)
Rakenteen uusiminen	Rakenteen purkaminen ja uudelleen rakentaminen joko kokonaan tai osittain
Erikoismenetelmät	Uudelleenalkalointi (ks. kohta 13.2) (sähkökemiallinen ja passiivinen) Katodinen suojaus (ks. kohta 13.1) Sähkökemiallinen kloridien poisto (ks. kohta 13.3) Inhibointi (ks. kohta 13.4)

Viittaukset By 41 kohtiin, joissa korjaustapoja käsitellään tai muihin By-ohjekirjoihin.



Korjausperiaatteet/-tasot:

1. EI KORJAUSTA TAI
MAHDOLLINEN
RASITUSTASON ALENTAMINEN

Yksittäisen vuotavien yksityiskohtien korjaus,
elementtisaumauksen uusiminen.

2. SÄILYTTÄVÄ KORJAUS

Laastipaikkaus ja pinnoitus, harvinaisemmat
sähkökemiallinen realkalointi tai katodinen
suojaus

3. PEITTÄVÄ KORJAUS

Vanhan päälle uusi rakenne; tuulettuva
levyverhous, eristerappaus, kuorimuuraus
jne

4. RAKENTEEN UUSIMINEN

Esim. parveketornin uusiminen kokonaan
uusin elementein



Korjausmenetelmän valinta

- Tutkija on esittänyt jonkin tai joitain vaihtoehtoja korjaustavaksi, mutta korjaussuunnittelijan tulee arvioida "toisin silmin" lähtöaineistoaan.
- Korjaussuunnittelijalla tulee olla osaamista arvioida lähtötietona olevan kuntotutkimuksen riittävyttä.
- Lopulliseen korjaustapaan vaikuttaa moni muu tekijä, joita kuntotutkija ei työssään arvioi: kuntotutkija tekee työnsä useimmiten "vain" teknisestä näkökulmasta.
- Korjaussuunnittelijan tulee ottaa huomioon tilaajan tavoitteet, käyttöikään liittyvät näkökulmat sekä taloudellinen kannattavuus.
- Myös viranomaisnäkökulma voi vaikuttaa (kaava, suojele jne.)



Korjausperiaatteen ja -tavan valinta

Tekniset seikat:

- rakenteellinen varmuus ja turvallisuus
- vauriotilanne ja siitä seuraava tekninen korjaustarve
- suojaustarve (vaurioitumiselta suojaaminen)
- korjaustavan kyky poistaa ongelmat ja vauriot
- korjauksen työtekniinen toteutettavuus
- korjauksen onnistumiseen liittyvät riskit
- liittyvien rakenteiden korjaustarve (esim. ulkoseinien korjauksessa ikkunoiden ja parvekkeiden tuleva korjaustarve).

Taloudelliset ja muut arvostuksiin liittyvät seikat:

- korjatun rakenteen käyttöikä
- korjauskustannukset
- ylläpito- ja käyttökustannukset
- vaikutukset energiatehokkuuteen
- vaikutukset ulkonäköön ja arkkitehtuuriin
- korjaustyön aikaiset haitat korjauskohteen käytölle
- ympäristöystävällisyys
- toiminnalliset vaikutukset (esim. vedontunteen väheneminen asunnossa tai parvekkeen käytettävyyden parantuminen).

Yhteiskunnalliset seikat:

- vaikutus ympäristöön (esim. kaupunkikuvaan)
- kaavamääräysten asettamat rajoitukset
- suojelutarve tai -päätökset.

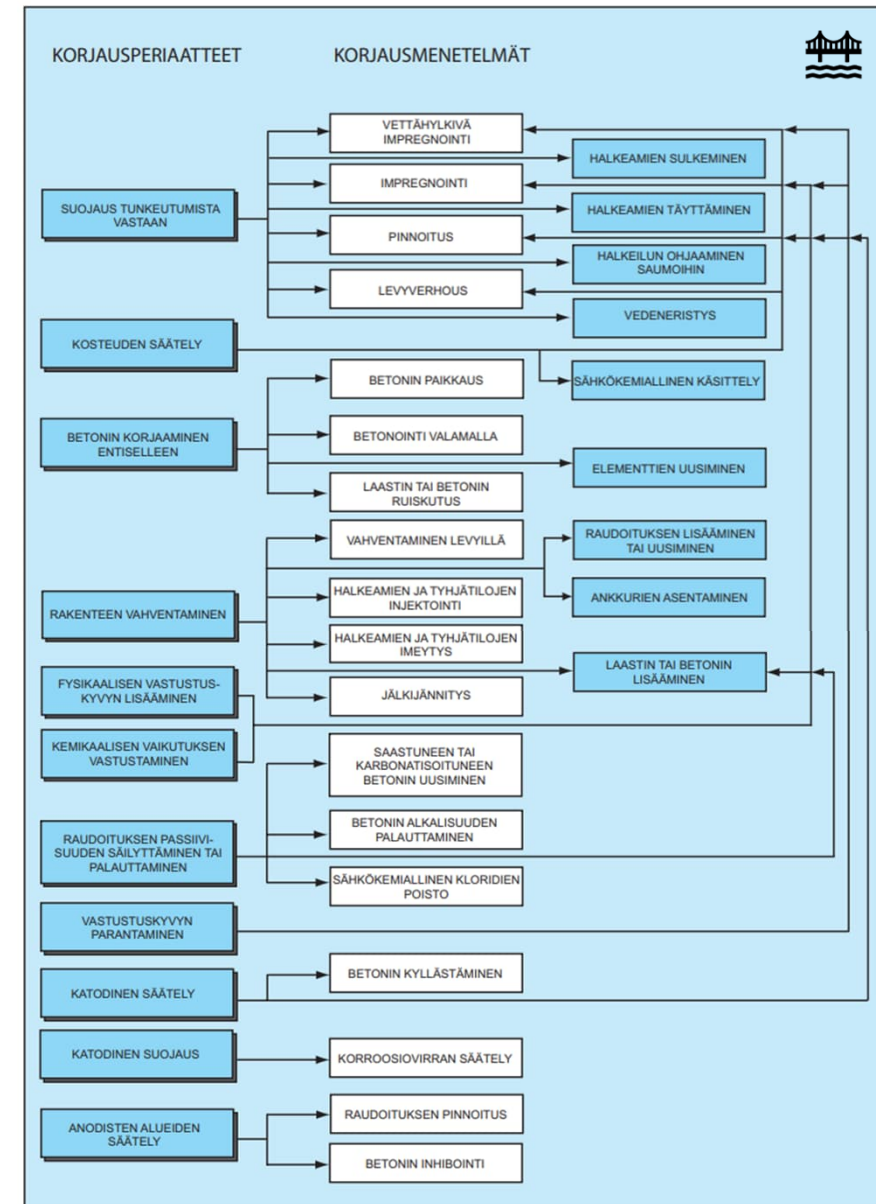


Korjausperiaatteen ja -tavan valinta (hankesuunnittelu)

1. Etsitään kaikki teknisesti kelvolliset vaihtoehdot eli ne korjausperiaatteet, jotka tuovat ratkaisun kohteessa esiintyviin teknisiin ongelmiin.
 - Korjaussuunnittelija (ja arkkitehti) tekevät esityksen soveltuvista korjausperiaatteista ja niiden vaikutuksista:
 - kustannuksista,
 - saavutettavasta käyttöiästä,
 - vaikutuksesta arkkitehtuuriin,
 - energiatalouteen ja
 - asumismukavuuteen jne. sekä
 - korjaukseen liittyvistä riskeistä ja epävarmuustekijöistä siltä osin, kuin niitä on tässä vaiheessa mahdollista arvioida.
2. Näistä vaihtoehdoista valitaan taloudellisten ja arvostuskysymysten sekä muiden reunaehtojen kannalta paras mahdollinen kompromissi.
3. Päätöksen käytettävästä korjausperiaatteesta tekee lähtökohtaisesti kiinteistön omistaja.
4. Korjaussuunnittelija laatii esityksen vaihtoehtoisista korjaustavoista, jotka täyttävät korjausperiaatteen mukaiset vaatimukset.
 - Tarkennettu selvitys eri vaihtoehtojen vaikutuksista.
5. Päätöksen käytettävästä korjaustavasta tekee jälleen kiinteistön omistaja.

Korjausmenetelmän valinta, infrarakenteet 1/2

- Infrarakenteissa käytetään lähinnä SILKO-ohjeita ja InfraRYL:iä.
- Erikoistarkastuksessa (kuntotutkimus) esitetyt korjaustoimenpiteet hyvä lähtökohta. Arvioitava kuitenkin kriittisesti tarkastusta, ja niiden tuloksista tehtyjä johtopäätöksiä.
- Vaurion aiheuttamat syyt poistettava, jos mahdollista.





Korjausmenetelmän valinta, infrarakenteet 2/2

- Korjausperiaatteet valitaan yhdessä tilaajan kanssa ennen varsinaisen suunnittelun aloittamista.
- Suunnittelijan tuotava esille mahdollisten korjausvaihtoehtojen hyvät ja huonot puolet.
- Tilaaja päättää ja päätökset kirjataan ylös.
- Yleensä peruskorjauksessa sillasta korjataan kaikki vauriot.
 - Joskus teemakorjauksia: useasta sillasta korjataan samanlaiset vauriot, kuten saumaukset.

Taloudelliset ja muut arvostuksiin liittyvät seikat

Tilaajan tavoitteet

Käyttöikä

Taloudellisuus

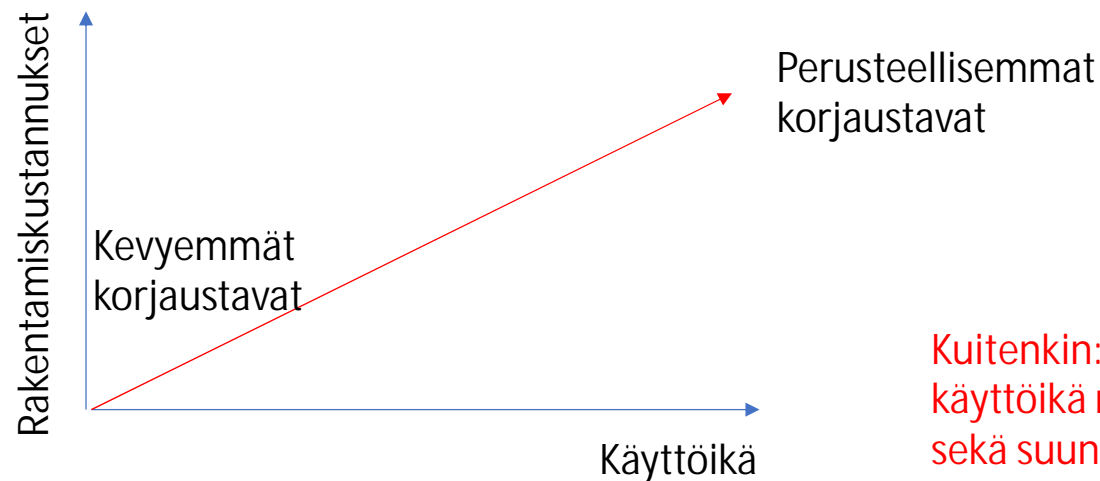


Dialogi **tilaajan** kanssa

- Kuntotutkimuksen perusteella tekniset vaihtoehdot ovat selvillä, tämän jälkeen arvioidaan muut valintaan vaikuttavat tekijät
- Mitä tavoitteita tilaajalla on?:
 - Taloudelliset rajoitteet, lainoitus
 - Esteettiset ja toiminnalliset tavoitteet, rakennuksen käyttötarkoitus
 - "Saatava kuntoon nyt, iso peruskorjaus tulossa 5 vuoden päästä"
 - "Nyt tehtävällä korjauksella halutaan kohde kuntoon seuraavaksi 15 vuodeksi."
 - "Kiinteistösalkun toiset kohteet vievät peruskorjausrahat seuraaviksi vuosiksi, nyt tarvitaan vain välttämättömimmät korjaukset"

Käyttöikä

- Arvioitava jokaisen korjattavan rakenneosan kohdalla erikseen
- Arvioitava koko korjauksen käyttöikä
- Arvioitava huoltotoimenpiteiden tarve, huoltovälit ja kustannukset
- Tyypillisesti:



Kuitenkin: todellinen käyttöikä riippuu laadusta sekä suunnittelussa että korjaustyössä!



TYYPILLISIÄ KÄYTTÖIKIÄ ERI KORJAUSTAVOILLE

- Elastisten saumausten uusiminen: 10-15 vuotta
- Huoltomaalaus: 5-10 vuotta
- Laastipaikkaus ja pinnoitus: 10-20 vuotta
- Peittävä korjaus: 30-50 vuotta
- Rakenteen uusiminen kokonaan yli 50 vuotta



Huomattava, että rakenteet ja pinnat vaativat huoltoa käyttöiän aikana, huoltoväli tyypillisesti 5-15 vuotta!



TYYPILLISIÄ KÄYTTÖIKIÄ SILLOILLA

- Uusi betonisilta 100 vuotta, korjattava yleensä vähintään 50 vuotta
 - Jos arvioitu sillan jäljellä oleva käyttöikä on alle 50 vuotta, niin mitoitukseen helpotuksia betonipeitteeseen ja halkeamarajoihin.
- Reunapalkit ja siirtymälaatat 50 vuotta
- Vedeneristeet 40 vuotta
- Laastipaikkaukset, pinnoitteet ja saumat 15–25 vuotta
- Korjaus kuitenkin samaan aikaan!

Betonisiltojen korjaussuunnitteluohje

BETONISILTOJEN LEVENNYSTEN JA SUUREMPIEN VALUKORJAUSTEN
MITOITUS- JA SUUNNITTELUOHJE

22.12.2011





Korjauksen kannattavuuden arviointi

- Korjatun rakenteen käyttöikä
- Korjauskustannukset vs. uusi rakenne/rakennus
- Ylläpito- ja käyttökustannukset
- Vaikutukset energiatehokkuuteen
- Vaikutukset ulkonäköön ja arkkitehtuuriin
- Korjaustyön aikaisten haittojen minimointi kohteen käytölle
- Toiminnalliset vaikutukset
- Ympäristöystävällisyys



Korjauksen kannattavuuden arviointi - SILLAT

- Huomioitava sillan kunnon ja korjausten vaikutukset liikenteelle.
 - Mahdollisimman pitkäkestoisia ratkaisuja ainakin radoilla ja vilkasliikenteisillä teillä.
- Jos korjauskustannukset on $> 50...80\%$ uuden sillan kustannuksista, niin kannattaa uusia.
 - Ympäristöasioiden huomioiminen nostaa prosenttia, korjauksen hiilijalanjälki $<$ uusimisen.



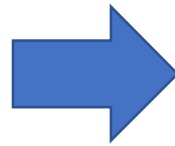
Korjausmenetelmän valinta

Hankesuunnittelun kautta



TILAAJAN TAVOITTEET JA TOIVEET

- Tekninen tarve vs. odotukset:
 - ei-ammattilaistilaajan kanssa teknisten tarpeiden tuominen esiin ymmärrettävästi
 - Keskitytään itselle näkyvään osaan, esim. parvekkeiden sisätilat tai sisäänkäyntialueet
 - Kokonaiskustannus ja sen muodostuminen vierasta



- Tavoitteet määriteltävä yhdessä
 - Vaurioiden korjaaminen tai vaurioitumisen pysäyttäminen
 - Rakennuksen/rakenteiden korjaaminen toisiinsa nähden riittävällä tasolla (esim. parvekelaatta vs. parvekekaide)
 - Korjauksen käyttöikä – huoltoväli suhteessa muuhun kiinteistön ylläpitoon
 - Esteettinen lopputulos on tyydyttävä

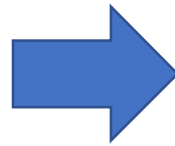


HANKESUUNNITELMA

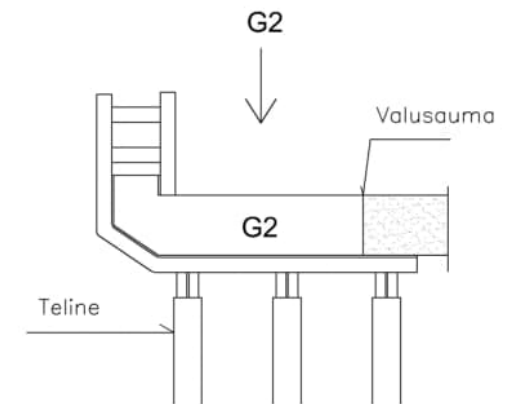


TILAAJAN TAVOITTEET SILTAKOHOEISSA

- Tekninen tarve vs. odotukset:
 - Tilaajat (yleensä) ammattilaisia
 - Haetaan pitkäikäisiä ratkaisuja
 - Yleensä korjataan kaikki vauriot samalla kertaa
 - Halutut tekniset ratkaisut voivat erota ("näin on tehty ennenkin")



- Tavoitteet määriteltävä yhdessä
 - Vaurioiden korjaaminen tai vaurioitumisen pysäyttäminen
 - Esteettinen lopputulos on tyydyttävä
 - Vaihtoehtojen vertailua (kust./käyttöikä/käytettävyys/kantav.)
→ korjaussuunnitteluun





YHTEENVETO: Korjausmenetelmän valintaprosessi ja valintaan vaikuttavat tekijät

- **Tekniset perusteet** -> korjaustapa on riittävä ja toteutettavissa havaittuihin vaurioihin nähden ja saadut tutkimustulokset pätevät edelleen (tutkimusajankohta).
- **Tilaajan odotukset** -> korjaustavalla saavutetaan haluttu taso niin teknisesti kuin esteettisesti. (**Viranomaisnäkökulma huomioiden**)
- **Taloudelliset perusteet** -> korjaustavalla saadaan tehokkaasti vaurioituminen joko korjattua tai pysähtymään
- **Taloudelliset näkökulmat ja käyttöikä** -> Korjaustapa ja sen odotettava käyttöikä ovat linjassa rakennuksen ylläpitotavoitteiden ja muiden rakenteiden käyttöiän ja korjaustarpeiden kanssa



Betonirakenteiden korjaaminen
2024

Betonin korjausmenetelmien
soveltuvuudesta



Pintakäsittelyn ja elementtisaumausten uusiminen

Soveltuu, kun

- Rakenteen kiinnitys ja kantavuus ovat kunnossa
- Betonissa ei ole pitkälle edennyttä pakkasrapautumaa
 - Mikäli aivan alkuvaiheessa olevaa rapautumaa, voidaan joissakin tapauksissa soveltaa rasiustason alentamista ja ns. suojaavien pinnoitteiden yhteisvaikutusta.
- Rakenteessa ei ole laajoja näkyviä tai syntymässä olevia raudotteiden korroosiovaurioita
- Betonissa ei ole klorideja
- Huom! Soveltuvuus aina tapauskohtaista
- Pinnoitteiden soveltuvuus vaihtelee pinnoitetyypin mukaan

8	SAUMAUSTEN UUSIMINEN.....	
8.1	MATERIAALIT.....	
8.2	VANHOJEN SAUMAUSMASSOJEN POISTAMINEN.....	
8.3	SAUMOJEN LEVENTÄMINEN.....	
8.4	POHJATÄYTENAUHA.....	
8.5	POHJUSTUS.....	
8.6	SAUMATUULETUS.....	
8.7	SAUMAAMINEN MASSALLA.....	
8.8	SAUMAAMINEN PAISUVALLA SAUMANAUHALLA JA SAUMAPROFIILILLA.....	
8.9	YHTEENVETO LAATUVAATIMUKSISTA.....	
9	PINTAKÄSITTELY.....	
9.1	PINTAKÄSITTELYTYYPIT.....	
9.2	PINTAKÄSITTELYN VALINTA.....	
9.2.1	Yleistä.....	
9.2.2	Rakenteen rasiustaso ja suojaustarve.....	
9.3	ALUSTAN ESIKÄSITTELY JA PUHDISTUS.....	
9.4	POHJUSTUS JA TASOITUS.....	
9.4.1	Pohjustus.....	
9.4.2	Tasoitus.....	
9.5	PINNOITUS.....	
9.6	JÄLKIKOITO.....	
9.7	YHTEENVETO LAATUVAATIMUKSISTA.....	



Saumalaakso Oy

Betonirakenteiden korjaaminen 2024 - Korjausmenetelmän valinta

Laastipaikkaus ja halkeamien korjaaminen

Soveltuu parhaiten kohteisiin, joissa on

- paikallisia raudotteiden korroosiosta tai betonin rapautumisesta johtuvia vaurioita
- ja joissa rakenteen pintatyyppi on sellainen, että paikan pinta saadaan kohtuullisella vaivalla työstettyä riittävän tarkoin paikkaa ympäröivän pinnan kaltaiseksi
 - Esimerkiksi voimakkaasti harjatut pinnat ja pesubetonipinnat ovat ongelmallisia
- Mikäli vauriot ovat laajoja, laastipaikkauskorjausta voidaan käyttää vain erikoistapauksissa
- Kantavissa rakenteissa esiintyvän rakenteellisen halkeilun korjaustarpeen arviointi edellyttää selvitystä halkeamien vaikutuksesta rakenteen kantavuuteen

4	LAASTIPAIKKAUKSET.....
4.1	KÄSITTELY-YHDISTELMÄN VALINTA
4.2	BETONIN POISTAMINEN VAURIKOHDISTA
4.2.1	Korroosiovauriot
4.2.2	Rapautumavauriot
4.3	RAUDOITTEIDEN POISTAMINEN
4.4	ALUSTAN PUHDISTUS JA ESIKÄSITTELY.....
4.5	RAUDOITTEIDEN PUHDISTAMINEN
4.6	RAUDOITTEIDEN SUOJAAMINEN
4.7	TARTUNTALAASTIN LEVITTÄMINEN
4.8	PAIKKAUSLAASTIN LEVITTÄMINEN
4.9	TASOITUSLAASTIN LEVITTÄMINEN
4.10	JÄLKIHOITO
4.11	YHTEENVETO LAATUVAATIMUKSISTA.....
11	HALKEAMIEN KORJAAMINEN.....
11.1	INJEKTOINTI
11.2	IMEYTTÄMINEN
11.3	PINNOITUS
11.4	HALKEAMAN AVAAMINEN JA LAASTIPAIKKAAMINEN ...
11.5	HALKEAMAN MUUTTAMINEN LIIKUNTASAUMAKSI.....



Kaatokorjaukset, pintavalut, vedeneristys:

Tyypillisiä vedeneristettäviä rakenteita:

- Säälle altistuvien betonirakenteiden yläpinnat
 - Erityisesti parvekelaattojen yläpinnat
 - katokset ja lipat
 - Muut ulkona olevat vaakatasot tai lattiapinnat
- Vedenpaineelle altistuvat tai taustapinnaltaan märkään maahan kosketuksessa olevat betonipinnat (esim. tukimuurit)
 - maanpaineseinät ja tukimuurit
 - ajoluiskat ja pysäköintikannet
- Periaatteessa rakenteita voidaan toteuttaa myös vesitiiviistä betonista valmistettuina, mutta usein rakenteiden liitosten toimiva toteuttaminen tai rakenteissa esiintyvä halkeilu edellyttävät erillisen joustavan vedeneristyksen käyttöä.

6	KAATOKORJAUKSET JA PINTALATTIAT
6.1	MATERIAALIT.....
6.1.1	<i>Kaatokorjaukset ja pintavalut</i>
6.1.2	<i>Pintalattiat.....</i>
6.2	TARTUNNAN VARMISTAMINEN
6.3	KALLISTUKSET, TASAISUUS JA HALKEILU
6.4	LAASTIEN JA -BETONIEN LEVITYS
6.5	JÄLKIHOITO
6.6	YHTEENVETO LAATUVAATIMUKSISTA.....

10	VEDENERISTYS.....
10.1	MATERIAALIVALINNAT
10.2	ALUSTAN ESIKÄSITTELY
10.3	VEDENERISTYSTYÖ
10.4	YHTEENVETO LAATUVAATIMUKSISTA.....





Rakenteiden valukorjaukset

Rakenteiden vahvistaminen

- Rakenteiden valukorjaukset / vahvistaminen
 - kun vauriot ovat paikallista laajempia eikä paikkaaminen laastilla enää ole sen johdosta taloudellista tai muuten perusteltua
 - Kun korjauskohde on kantava osa
 - Väliaikaiset tuennat!

5	BETONILLA TEHTÄVÄT KORJAUKSET
5.1	VALUKORJAUKSET
5.1.1	Betonin poistaminen
5.1.2	Raudituksen puhdistaminen ja suojaus
5.1.3	Muotit
5.1.4	Materiaalit
5.1.5	Tartunnan varmistaminen
5.1.6	Rauditus
5.1.7	Betonointi
5.1.8	Jälkihoito
5.1.9	Yhteenveto laatuvaatimuksista
12	RAKENTEIDEN VAHVISTAMINEN
12.1	YLEISTÄ
12.2	VAHVISTUSMAHDOLLISUUDET
12.2.1	Betonin ja raudituksen lisääminen
12.2.2	Teräs- tai hiilikuituosien liimaaminen
12.2.3	Rakenteen jännittäminen





Peittävä korjaus

- Kun vauriot ovat jo laajoja ja paikallisesti myös pitkälle edenneitä
- Lisäkiinnitystarve
- Verhoustyyppisten korjausten (esim. levyverhous, eristerappaus) toteuttaminen on esitelty julkaisussa by 57 Eriste- ja levyrappaus
- Tuulettuvia julkisivuja käsitellään julkaisussa by 64 Tuulettuvat julkisivut



Rakenteiden uusiminen

Purkavaan ja uusivaan korjaamiseen voivat johtaa:

- Rakenteen kiinnitykset tai kantavuus heikentyneet merkittävästi, ja lisäkiinnittäminen tai tuenta ei ole mahdollista tai muuten mielekäästä
- Betonissa niin laajaa ja pitkälle edennyttä rapautumaa, että vanha betonirakenne ei kelpaa korjatun rakenteen osaksi, esim. ei sovellu peittävän korjauksen alustaksi
- Rakenteessa niin laajoja korroosiovaurioita, että paikkauskorjaus ei ole enää taloudellisesti mielekäs eikä verhoukorkorjausta tai muuta vauriota pysäyttävää keinoa voida käyttää
- Ulkoseinän eristetilän mikrobiongelma etenkin, jos homeiden kulkua sisätiloihin ei pystytä estämään





Korjausperiaatteet ja –menetelmät ja niiden soveltuvuus:

- SILTA- JA INFRARAKENTEET



Betonirakenteiden korjaaminen 2024 - Korjausmenetelmän valinta



Korjausperiaatteet ja –menetelmät ja niiden soveltuvuus: silta- ja infrarakenteet

<https://vayla.fi/palveluntuottajat/sillat/silko>

Siltojen korjausohjeet (SILKO)

1 Yleiset laatuvaatimukset

2 Työkohtaiset laatuvaatimukset

3 Voimassa olevien SILKO-tuotteiden luettelo (Tarviketiedosto)

1 Yleiset laatuvaatimukset

1.1 Yleistä

1.101 SILKO-ohjeet, ohjeiston käyttö, ohjeprosessi, rakenne ja laatiminen (01/2019)

1.111 Työturvallisuus (04/12)

1.112 Ympäristönsuojelu (05/11)

1.2 Betonirakenteet

1.201 Betoni sillankorjausmateriaalina (11/07)

1.202 Polymeerit sillankorjausmateriaalina (9/90)

1.203 Purkamis- ja esikäsittelemenetelmät (10/02)

1.231 Betonin paikkaus (12/10)

1.232 Betonointi ruiskuttamalla (09/09)

1.233 Halkeamien korjaaminen (09/2016)

1.251 Betonin suojaaminen (11/12)

2 Työkohtaiset laatuvaatimukset

2.1 Yleistä

2.2 Betonirakenteet

2.211 Reunapalkin uusiminen (06/08)

2.231 Paikkaus ilman muotteja (06/05)

2.232 Paikkaus muottien avulla (12/05)

2.233 Paikkaus ejektorilla (12/11)

2.234 Korjaus ruiskubetonoimalla (03/09)

2.236 Halkeaman injektointi polymeerillä voimia siirtäväksi (4/2019)

2.237 Sementti-injektointi (12/04)

2.239 Halkeaman imeytys (12/04)

2.240 Vedeneristyksen alustan kunnostus (10/07)

2.251 Betonipinnan puhdistus (12/09)

2.252 Betonipinnan impregnointi (4/2019)

2.253 Betonipinnan pinnoitus (3/12)

2.261 Tartuntatankojen ankkurointi (7/2016)

2.262 Raudoituksen uusiminen (12/09)

2.271 Vedenalaisten rakenteiden korjaus (12/2014)

Betonirakenteiden korjaaminen 2024 - Korjausmenetelmä.....





Korjausperiaatteet ja –menetelmät ja niiden soveltuvuus: silta- ja infrarakenteet

Reunapalkkien uusiminen

- Yleinen korjaus sillalla
 - Rankka rasitus, kaiteiden uusimistarve
- Monesti samalla siltaa vähän levennetään



siltojen SILKO korjaus	BETONIRAKENTEET	2
	REUNAPALKIN UUSIMINEN	
TYÖKOHTAISET LAATUVAATIMUKSET		
TIEHALLINTO, SILTATEKNIikka	06/08 (korvaa ohjeen 1/92)	2.211

1 VAURIO



Kuva 1. Talvisuolauksen aiheuttamaa rapautumista reunapalkissa.

Betonin rapautuminen on yleisin reunapalkin uusimiseen johtava vaurio. Rapautuminen johtuu siitä, että vesi pääsee betonin huukosiin ja irrottaa jäätyessään kerros kerrokselta betonin pintaa. Teiden talvisuolaus kiihdyttää vauriota jäätymissulamiskertojen lisääntyessä. Kun rapautuminen edistyy niin pitkälle, ettei betonipeite suojaa raudoitusta, vaurio pahenee nopeasti teräskorroosion vaikutuksesta. Raudituksen korrosio voi käynnistyä nopeamminkin, jos kloridit pääsevät tunkeutumaan reunapalkin halkeamien kautta rakenteeseen. Talvoin betonipeite lohkeaa pois ja korrosio kiihtyy.

Joskus reunapalkki lohkeaa, kun esimerkiksi kaidetylvään juureen jääneeseen onkaloon pääsee vettä, joka murtaa jäätyessään rakenteen. Betonin sisään jääneet puuvälkkeet aiheuttavat samanlaisen vaurion.



Korjausperiaatteet ja –menetelmät ja niiden soveltuvuus: silta- ja infrarakenteet

Saumojen ja kuivatuslaitteiden uusiminen

- Tehdään (lähes) aina sillan peruskorjauksessa.
- Betonin pitkäaikaissäilyvyyden vuoksi on tärkeää, että se pysyy kuivana (pakkanen, AKR)!
- Varsinkin suolavesi on pahasta.
- Kuivatuslaitteet ei aina toimi suunnitellusti.

1.6 Kuivatuslaitteet

1.601 Sillan ja siltapaikan kuivatus (3/2018)

1.7 Saumarakenteet

1.701 Liikuntasaumojen korjaaminen (1/2020)

1.8 Vedeneristyksiset ja päällysteet

1.801 Vedeneristyksiset (3/2018)

1.802 Päällysteet (2/14)

Betonirakenteiden korjaaminen 2024 - Korjausmenetelmän valinta

2.6 Kuivatuslaitteet

2.611 Tippuputken teko päällysrakenteeseen (08/10)

2.612 Tippureiän teko kaidepylvään juureen (03/90)

2.613 Reunasalaojan teko (12/06)

2.614 Poikittaisen salaojan teko (12/06)

2.615 Liikuntasauaman ja laakeritason vedenjohtolaitteiden teko (10/88)

2.631 Tippuputken jatkaminen (09/90)

2.632 Syöksytorven jatkaminen (05/91)

2.651 Siltapaikan kuivatuslaitteiden teko (3/2019)

2.7 Saumat

2.731 Pienten liikunta- ja kutistumissaumojen korjaus (2/2020)

2.732 Päällysteen ja betonirakenteen välisen sauman tiivistäminen (3/2018)

2.8 Vedeneristyksiset ja päällysteet

2.811 Vedeneristyksen uusiminen kermieristyksenä (3/2018)

2.812 Vedeneristyksen uusiminen mastiksieristyksenä (3/2018)

2.813 Vedeneristyksen uusiminen nestemäisenä levitettävänä eristyksenä (3/2018)

2.814 Asfalttipäällysteen uusiminen (6/2019)

2.815 Puukannen päällystäminen (12/09)

2.831 Vedeneristyksen paikkaaminen (3/2018)

2.832 Päällysteen halkeaman sulkeminen (6/2019)

2.833 Asfalttipäällysteen paikkaaminen (6/2019)

2.240 Vedeneristyksen alustan kunnostus (10/07)

2.251 Betonipinnan puhdistus (12/09)

2.252 Betonipinnan impregnointi (4/2019)



Korjausperiaatteet ja –menetelmät ja niiden soveltuvuus: silta- ja infrarakenteet

Pintarakenteiden uusinta ja alustan kunnostus (muotoiluvalu)

- Pintarakenteiden uusiminen lähes aina peruskorjattavan sillan toimenpide.
- Vedeneristeiden paikkauksista huonoja kokemuksia.
- Tutkimukset hyvin pistemäisiä
→ Kannen kunto voi yllättää työn aikana.
- Yli 40 vuotta vanhat eristeet kannattaa uusia.
- Lasikuitueristeet on uusittava.
- Alustaan kiinnittyvä eriste on paras.
- Tarvittaessa yläpinnan vesipiikkaus.
 - Ei saa piikata koko kantta kerralla yläpinnan terästen alle.

Betonirakenteiden korjaaminen 2024 - Korjausmenetelmä valinta

	BETONIRAKENTEET VEDENERISTYKSEN ALUSTAN KUNNOSTUS TYÖKOHTAISET LAATUVAATIMUKSET	
	TIEHALLINTO, SILTATEKNIikka 10 / 07 (korvaa ohjeen 8 / 93)	

1 VAURIO



Kuva 1. Höyrystyneen kosteuden aihe kuppia päällivesteessä.

Jos eristysalusta ei täytä vaatimuksia, syntyy seuraavia vaurioita:
 – Jos alusta on liian kostea, kosteus höyrystyy aurinkoisella säällä tai kuumaa eristysainetta tai päällivestettä levittäessä. Jolloin eristykseen

	KANNEN PINTARAKENTEET VEDENERISTYKSEN UUSIMINEN KERMIERISTYKSENÄ TYÖKOHTAISET LAATUVAATIMUKSET	
	LIIKENNEVIRASTO Taitorakenneyksikkö 3/2018 (korvaa ohjeen 11/06)	

1 VAURIO



Kuva 1. Kivimievauriokehittämisen avare uudella sillalla

Vedeneristykseen uusimiseen johtavat laajat vauriot voivat johtua esimerkiksi seuraavista syistä:
 – Eristysalusta ei ole ollut ohjeiden mukainen
 kuva 1. Alustan liian suuri kosteus ja puutteellinen asennusolosuhteissa aiheuttavat eristyksen kuplimista.
 – Eristyskermin lasikangastukikerros on vaurioitunut alkaisen (emäksisen) veden vaikutuksesta.
 – Kaidepylväät lävistävät vedeneristykseen.
 – Kansilaatan rakenteelliset halkeamat ja lämpöliikkeet ovat rikkoneet vedeneristykseen.
 – Sillassa ei ole kuivatusjärjestelmää tai se ei toimi.
 – Suostusmaahan sijoitettujen eristeiden





Korjausperiaatteet ja –menetelmät ja niiden soveltuvuus: silta- ja infrarakenteet

Laastipaikkaus ja pinnoitus

- Paikalliset rapautuma-alueet laastipaikataan
- Näkyvät paikat pinnoitetaan
 - Yleensä koko rakenneosa pinnoitetaan
 - Reunapalkeissa ei pinnoitteet pysy.
- Uudet reunapalkit impregnoidaan
- Impregnointi korjauskohteessa hyväkuntoiseen pintaan.



siltojen SILKO korjaus	BETONIRAKENTEET PAIKKAUS ILMAN MUOTTEJA TYÖKOHTAISET LAATUVAATIMUKSET	2
	TIEHALLINTO, SILTATEKNIikka	

1 VAURIO

siltojen SILKO korjaus	BETONIRAKENTEET BETONIPINNAN PINNOITUS TYÖKOHTAISET LAATUVAATIMUKSET	2
	LIIKENNEVIRASTO Täitorakenneyksikkö	

1 VAURIO

Työvirheistä, veden jääytymisestä ja muista syistä aiheutuvat siltojen betonirakenteiden pienehköt vauriot voidaan paikata ilman muotteja. Tällaisia vaurioita ovat

- betonoitaessa syntyneet onkalot (rotankolot)
- huonosti tiivistetyt kohdat ja raketeisiin jääneiden puumuottien kolot
- liian lähelle pintaa jääneet yksittäiset raudoitustangot
- muottisiteiden irronneet paikkaukset
- paikalliset suolakorroosiovauriot ja pakkasra-pautumat
- lohkeamat, jotka aiheutuvat ajoneuvojen törmäyksestä tai veden jääytymisestä.



valinta

siltojen SILKO korjaus	BETONIRAKENTEET BETONIPINNAN IMPREGNOINTI TYÖKOHTAISET LAATUVAATIMUKSET	2
	VÄYLÄVIRASTO Täitorakenneyksikkö	

1 VAURIO

Betonirakenteiden korjaaminen 2024 - Korjausmenetelmien valinta

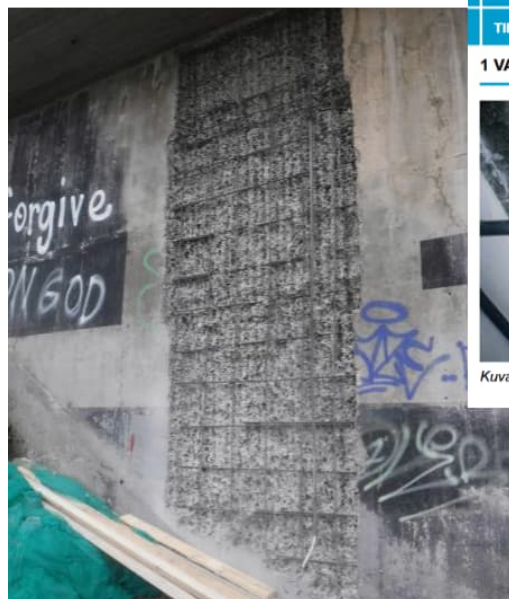
Kuva: Valtokalle



Korjausperiaatteet ja –menetelmät ja niiden soveltuvuus: silta- ja infrarakenteet

Ruiskubetonointi

- Laajemmat korjattavat pinnat ruiskubetonoidaan.
- Vaativa työ, tekijällä suuri vastuu laadusta.



siltojen SILKO korjaus	BETONIRAKENTEET	2
	KORJAUS RUISKUBETONOIMALLA	
TIEHALLINTO, SILTATEKNIikka	TYÖKOHTAISET LAATUVAATIMUKSET	
	03 / 09 (korvaa ohjeen 11/92)	2.234

1 VAURIO



Kuva 1. Betonipeite halkeilee raudituksen korroosion käynnistyttyä.

Raudituksen korrosio käynnistyy, kun betoni karbonisoituu ilman hiilidioksidin vaikutuksesta eli menettää rauditusta suojaavan emäksisyytensä tai kloridit tunkeutuvat rauditukseen asti. Joskus syy on betonin rapautuminen, joka johtuu siitä, että vesi pääsee betonin huokosiin ja irrottaa jäätyessään kerros kerrokselta betonin pintaa. Vaurio näkyy betonipinnassa aluksi verkkomaisena halkeiluna ja jatkuu pinnan rapautumisena.

Useimmiten vaurion syy on valu- tai materiaalivirhe, kun betonipeite on jäänyt liian ohueksi tai rakenteessa on onkaloita tai muita huonosti tiivistettyjä kohtia (rotanpesiä) tai betonin pakkasenkestävyys on ollut riittämätön.



Korjausperiaatteet ja –menetelmät ja niiden soveltuvuus: silta- ja infrarakenteet

Paikkaus muottien avulla

- Syvemmmät/laajemmat korjaukset.
- Pilareiden manttelointi.
- Alusrakenteiden vesirajan rapautumien korjaus.
- Korjaukset veden pinnan alapuolella.

	BETONIRAKENTEET PAIKKAUS MUOTTIEN AVULLA TYÖKOHTAISET LAATUVAATIMUKSET	
	TIEHALLINTO, SILTATEKNIikka 12/05 (korvaa ohjeen 10/92)	

1 VAURIO



Kuva 1. Laajoja rapautumia on yleensä alusrakenteissa.

Tämän ohjeen mukaan korjattavia vaurioita ja niiden syitä ovat

	BETONIRAKENTEET TARTUNTATANKOJEN ANKKUROINTI TYÖKOHTAISET LAATUVAATIMUKSET	
	LIIKENNEVIRASTO Taitorakenneyksikkö 7/2016 (korvaa ohjeen 12/99)	

1 VAURIO



Kuva 1. Vaurioituneen reunakaistan uusiminen reunapalkkina edellyttää aina tartuntoja.

Teräsbetonirakenteeseen voi syntyä vaurioita, jotka edellyttävät rakenteen uusimista tai korjaamista valamalla. Tällaisia vaurioita ovat esimerkiksi reunapalkkien, reunakaistojen ja välitukien korroosio- ja rapautumavauriot. Silian toiminnallista puutteita kuten kantavuutta ja välityskykyä voidaan parantaa valamalla vanhaan betonirakenteeseen ankkureiden avulla kiinnitettävää uutta betonirakennetta. Välettaessa uutta rakennetta kiinni vanhaan teräsbetonirakenteeseen käytetään tartuntatankoja, joilla uusi rakenne ankkuroidaan ja kuormia siirretään olemassa olevaan rakenteeseen.

Betonirakenteiden korjaaminen 2024 - Korjausmenetelmän valinta



Korjausperiaatteet ja –menetelmät ja niiden soveltuvuus: silta- ja infrarakenteet

Halkeamien imeytys

- Rakenteen yläpinnan pienten halkeamien täyttäminen.



Kuva 4. Imeytysaine on kaadettu halkeaman päälle (vaihe 1).



Kuva 7. Imeytys kaukalon avulla.



Kuva 5. Imeytysaine pidetään liikkeessä siveltimellä (vaihe 2).



Kuva 8. Imeytys suuttimen avulla.

siltojen SILKO korjaus	BETONIRAKENTEET	1
	HALKEAMIEN KORJAAMINEN YLEISET LAATUVAATIMUKSET	
LIIKENNEVIRASTO Taitorakenneyksikkö	09/2016 (korvaa ohjeen 05/03)	1.233

YLEISOHJEEN SISÄLTÖ



Kuva 1. Halkeaman injektointia muovilla.

1 YLEISTÄ..... 3

siltojen SILKO korjaus	BETONIRAKENTEET	2
	HALKEAMAN IMEYTYS	
	TYÖKOHTAISET LAATUVAATIMUKSET	
	TIEHALLINTO, SILTATEKNIikka	
	12/04 (korvaa ohjeen 10/94)	
	2.239	

1 VAURIO



Kuva 1. Korjaamattomat halkeamat edistävät betonin rapautumista ja raudituksen korroosiota ja aiheuttavat jäätymisvaurioita.

Betonirakenteisiin syntyy halkeamia, kun betonin vetojännitykset ylittävät betonin vetolujuuden.

Imeyttämällä voidaan täyttää seuraavista syistä syntyneitä halkeamia, kun ne eivät ole rakenteellisia:

- Plastisia kutustumshalkeamia, joiden syynä on betonin myöhästynyt ja tehoton jälkihoito ja suojaus.
- Plastisia painumishalkeamia, jotka aiheutuvat lähinnä betonin huonosta tiivistyksestä ja jälki-tärytyksestä, ja jos jälkihierto on tehty liian aikaisin.
- Pinnan verkkohalkeilua ja säröilyä, joiden syynä voi olla huono pinnan hierto tai pakkasrasitus.
- Massiivisten rakenneosien pintahalkeamia, joiden syynä voi olla suuret betonin kovettumisen aikaiset lämpötilaerot pintaosan ja sisäosan välillä.

irakenteiden korjaaminen 2024 - Korjausm valinta



Korjausperiaatteet ja –menetelmät ja niiden soveltuvuus: silta- ja infrarakenteet

Halkeamien injektointi

- Rakenteelliset halkeamat > 0,2 mm injektoidaan polymeerillä (epoksilla).
- Märät ja isot halkeamat sementti- tai PU-injektointi.

Sillankorjaustoissa korjaustarve määräytyy yleensä seuraavasti:

- Rakenteelliset halkeamat injektoidaan sillan peruskorjauksen yhteydessä, jos halkeaman leveys rakenteen pinnassa on 0,20 mm tai suurempi.
- Kloridirasituksen alaiset, taivutettujen rakenteiden 0,2–0,3 mm:n levyiset halkeamat on korjattava viipymättä.
- Massiivisissa maatukirakenteissa, joissa ei ole kloridirasitusta, voidaan sallia leveämpiä, korkeintaan 0,5 mm:n levyisiä halkeamia.
- Jännitetyissä rakenteissa ja reunapalkkien yläpinoissa raja on 0,15 mm.

siltujen SILKO korjaus	BETONIRAKENTEET	2
	SEMENTTI-INJEKTOINTI	
	TYÖKOHTAISET LAATUVAATIMUKSET	
TIEHALLINTO, SILTATEKNIikka	12/04 (korvaa ohjeen 8/94)	2.237

1 VAURIO



Kuva 1. Liian suuren maan halkeamia.

siltujen SILKO korjaus	BETONIRAKENTEET	2
	HALKEAMAN INJEKTOINTI POLYMEERILLÄ VOIMIA SIIRTÄVÄKSI	
	TYÖKOHTAISET LAATUVAATIMUKSET	
VÄYLÄVIRASTO Taitorakenneyksikkö	4/2019 (korvaa ohjeen 2/03)	2.236

1 VAURIO



Kuva 1. Vinoa leikkaushalkeamia tukien lähellä ja pystysuoria taivutushalkeamia aukon keskellä.

Betonirakenteisiin syntyy halkeamia, kun vetojännitys ylittää betonin vetolujuuden. Rakenteelliseen lujuuteen vaikuttavien halkeamien syitä voivat olla

- suunnitteluvirheet, kuten liian pitkät liikuntasaumavälit tai riittämätön raudoitus
- väärin asennettu raudoitus
- betonointivirheet
- puutteellinen jälkihoito ja suojaus
- ylikuormitus
- rakenteiden liikkuminen ja värinä

Kun uusi rakenne liitetään vanhaan, eikä uuden rakenteen kutistuminen pääse tapahtumaan vapaasti, voi uusi tai vanha rakenne halkeilla. Halkeamia esiintyy runsaimmin palkissa ja hoikissa reunaaukkeissa. Maatukien halkeamat johtuvat yleensä kutistumisesta ja rakenteiden liikkumisesta. Myös lämpölaaerot voivat aiheuttaa halkeilua.

Betonirakenteiden korjaaminen 2024 - Korjausmenetelmän valinta



Korjausperiaatteet ja –menetelmät ja niiden soveltuvuus: silta- ja infrarakenteet

Rakennosien uusiminen, rakenteiden vahvistaminen

- Jos vahvistuksen tarve on suuri, niin kannattaa uusia
- Kantavuuden nostotarpeet Väylästä kantavuusasiantuntijalta.



Betonisiltojen korjaussuunnitteluohje

BETONISILTOJEN LEVENNYSTEN JA SUUREMPIEN VALUKORJAUSTEN MITOITUS- JA SUUNNITTELUOHJE
22.12.2011



Korjausmenetelmät
on nyt valittu!

