



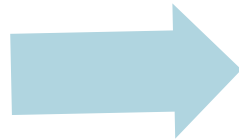
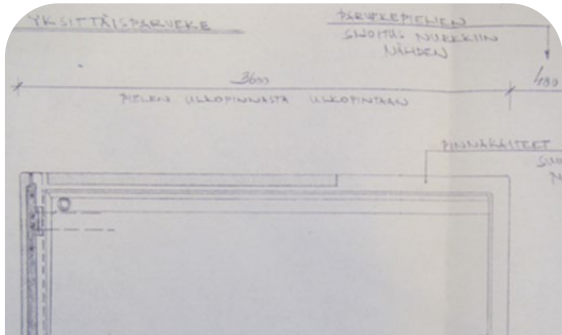
Betonirakenteiden korjaaminen 2024

Inari Weijo, Ramboll Finland Oy

Mikko Rauhanen, IfCon Oy

Tutkimustulosten
analysointi ja
johtopäätösten tekeminen

Kuntotutkimuksen vaiheet



Esiselvitykset

- Tavoitteiden selvittäminen
- Asiakirjojen tarkasteleminen
- Silmämääräinen katselmus kohteella
 - Rakennerekaisujen ja rakenteiden toiminnan selvittäminen, potentiaaliset ongelmat
 - Tutkimussuunnitelman laatiminen

Varsinaiset tutkimukset ja mittaukset

- Alkuperäiset suunnitelmat ja rakenneratkaisut
- Rakenteiden silmämääräinen havainnointi kohteella
- Kenttätutkimukset
- Näytteenotto
- Laboriotutkimukset

As Oy

Julkisivu-, parveke- ja vesikattorakenteiden kuntotutkimus

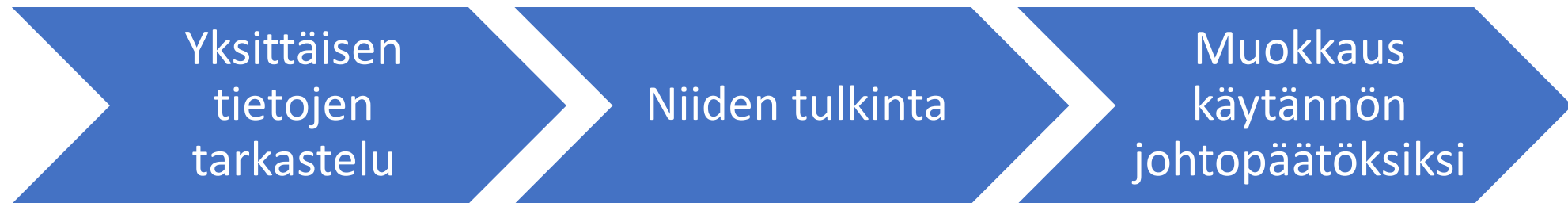
20.8.2018



Johtopäätökset ja analysointi

- Turvallisuutta ja terveellisyyttä heikentävät tekijät
- Korjausvaihtoehdot ja niiden tarkastelu
- Kustannusarvio
- Lisä- ja jatkotutkimustarve

Kuntotutkimustulosten analysointi



Kuntotutkimustulosten analysointi

- **Keskeisin ja vaativin osa kuntotutkimusta**
- Johtopäätöksenä pyritään yleensä esittämään arvio:
 - tutkittujen rakennusosien korjaustarpeesta (korjaustapa ja -ajankohta) sekä
 - vaurioiden vaikutuksesta asukkaiden ja muiden ihmisten turvallisuuteen (lyhyellä ja pitkällä aikavälillä).
- Kustakin vauriotavasta on yleensä paljon erilaisia tietoja, jotka voivat olla yksinään
 - riittämättömiä,
 - luotettavuudeltaan erilaisia,
 - mahdollisesti myös **ristiriitaisia**,
 - havaintojen ja tulosten hajonta voi olla suuri.
- Saavutetun tiedon luotettavuuden virhemarginaali
 - Mitä enemmän päätelmän pohjana oleviin tietoihin sisältyy epävarmuutta, sitä enemmän johtopäätökseen on sisällytettävä varmuutta. Päätelmää pitää voida soveltaa ilman suurta riskiä.
 - Myös korjaustapaa koskeviin johtopäätöksiin on sisällytettävä riittävä marginaali, ja vaihtoehtoisten korjaustapojen riskit on aina tuotava selkeästi esille.

Analyysin läpivieminen

1. Rakenne/rakennuskokonaisuus kerrallaan

2. Rakennetyyppi kerrallaan

3. Vauriotyyppi kerrallaan

Eri menetelmillä kerättyjen tietojen kokoaminen ja tarkastelu: luotettavuus ja riittävyys, ristiriidat:

- vauriotavan olemassaolo ja laajuus (paikallinen, laaja-alainen)
- vaurioiden sijainti (erit. kantavuuden kannalta kriittiset osat)
- vaurioaste (alkava, pitkälle edennyt tms.)
- vaurioiden syy (esimerkiksi korroosion osalta karbonatisoituminen/kloridit, kosteusolosuhteet jne.)
- vaurioiden vaikutukset (turvallisuus, korjattavuus) ja eteneminen (kiihtyvä, hidastuva tms.).

➤ Tarvittaessa korjattava päätelmä tai hankittava lisää tietoa

4. Vauriotyyppikohtainen analyysi

- Korjaustarve (ajankohta, laajuus) ja soveltuvat korjaustavat tämän vaurion osalta

5. Rakennetyyppikohtainen analyysi: mitä tälle rakenneosalle on tarve tehdä

6. Rakenne/rakennuskokonaisuutta koskeva kokonaisjohtopäätös:

miten rakenneosat vaikuttavat toisiinsa

betonirakenteiden korjaaminen 2024

Korroosiovaurioiden analysointi

- Korroosion laajuustarkastelu suoritetaan vertailemalla peitepaksuusjakaumaa karbonatisoitumissyvyysiin
 - Tulosten keskiarvo ei kerro vielä mitään!



Syvyysalue (mm)	0...4	5...9	10...14	15...19	20...24	>25	yht
Osuus peitepaksuushavainnoista %	3 %	7 %	11 %	18 %	25 %	36 %	100 %
Osuus karbonatisoitumissyvyyksistä %		80 %	20 %				
Korroosiotilassa	3,0 %	2,6 %	1,1 %				6,7 %

- Korroosiotilan laskenta syvyysvyöhykkeittäin (by42 7.3.1)
 - 3 % syvyydellä 0-4 olevista raudoitteista korroosiotilassa
 - $20\% + 0,5 * 80\%$ syvyydellä 5-9 olevista raudoitteista korroosiotilassa
 - $0,5 * 20\%$ syvyydellä 10-14 olevista raudoitteista korroosiotilassa
 - Yht 6,7%

Korroosiovaurioiden laajenemisen arviointi

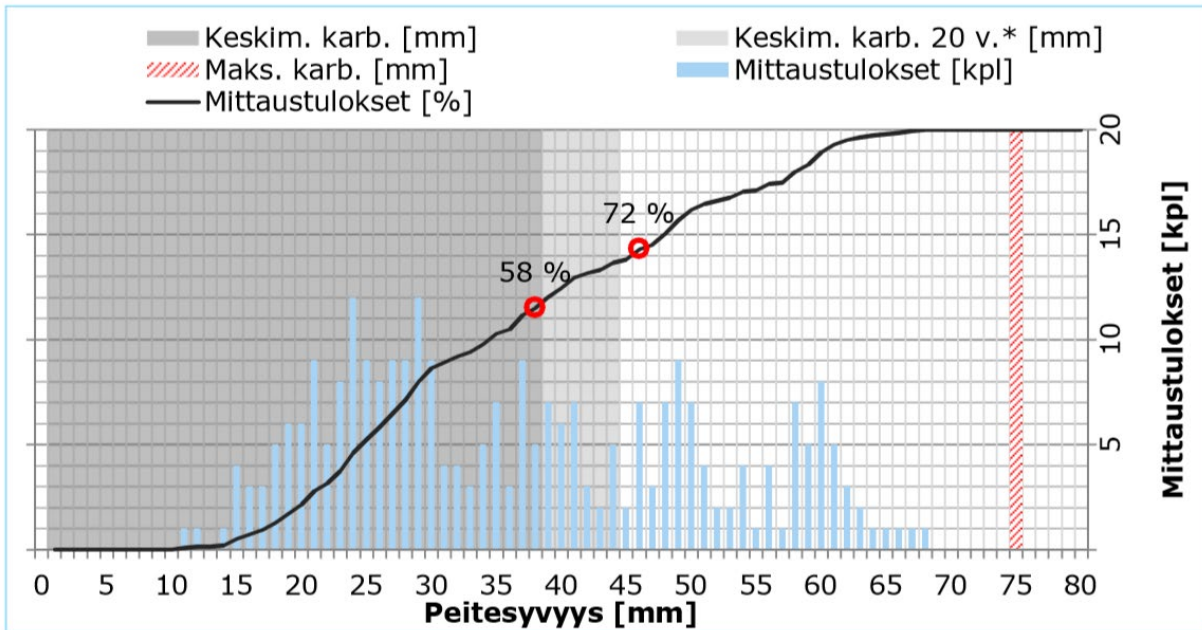
- Karbonatisoitumisen etenemisestä johtuvaa korroosiovaurioiden määrän kasvua voidaan arvioida laskennallisesti karkeasti neliöjuurimallin ($x = k\sqrt{t}$) avulla
 - Lasketaan kutakin karbonatisoitumissyvyyshavaintoa vastaava karbonatisoitumiskerroin ja
 - Edelleen arvio siitä, kuinka syväälle karbonatisoituminen on edennyt tarkasteluajanjakson päätyttyä
 - Näin saaduista arvoista voidaan tehdä karbonatisoitumissyvyysjakautumat ja siten ennustaa korroosion etenemistä esim. 10 v.

KARB.SYVYYS 25 v vanha rakennus (kuntotutkimushetki) [mm]	karb.kerroin [mm/Vikävuodet]	KARB.SYVYYS 10 v kuluttua, 35 v vanha rakennus [mm]	KARB.SYVYYS 20 v kuluttua, 45 v vanha rakennus [mm]	KARB.SYVYYS 30 v kuluttua, 55 v vanha rakennus [mm]
10	$10 / \sqrt{25} = 2$	$2 * \sqrt{35} = 11,8$	$2 * \sqrt{45} = 13,4$	$2 * \sqrt{35} = 11,8$
18	3,6	21,3	24,1	26,7
13	2,6	15,4	17,4	19,3

Kuntotutkimuksessa mitattu arvo

On karkea arvio siitä, miten etenisi, jos mihinkään toimiin ei ryhdytä!

Esimerkkejä esitystavoista:



Kuvaaja 4.2 Peitepaksuusjakauma, parvekelaatan alapinta, n = 286 kpl

*Keskimääräisen karbonisoitumiskertoimen perusteella laskettu arvio. Arvion oletuksena on, että rakenteen rasitusolot pysyvät samoina

Parvekelaatan alapinnan terästen peitepaksuudet vaihtelivat välillä 11...68 mm, ollen keskimäärin 36 mm syvyydellä (n = 278 kpl).

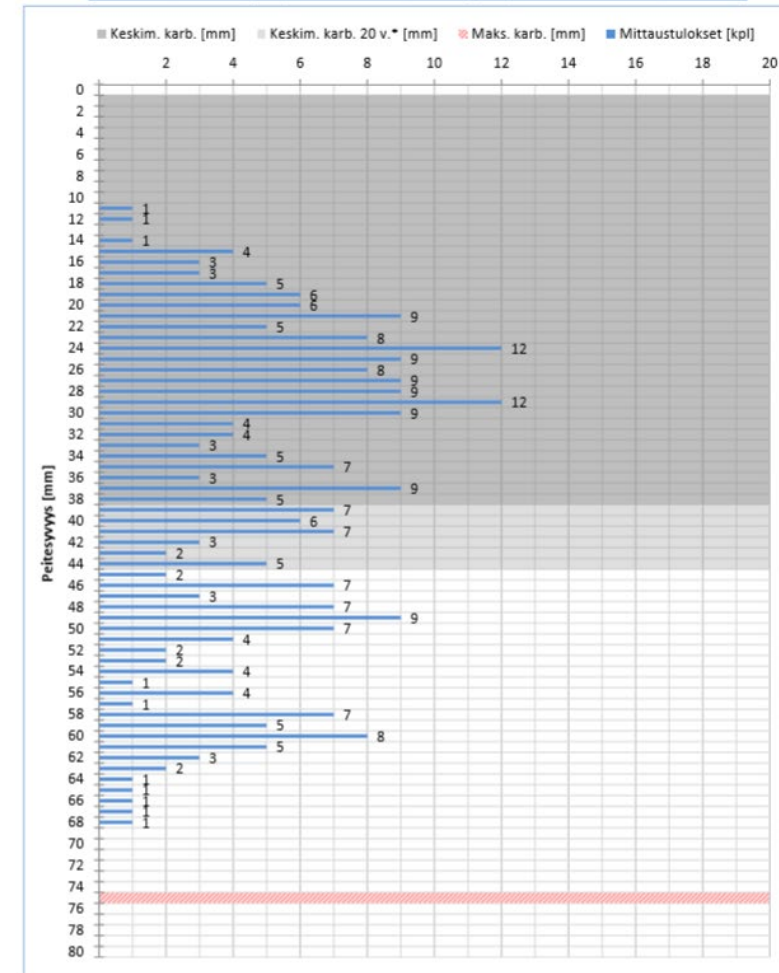
Raudoitteiden betonipeitemittausten perusteella parvekelaattojen alapinnan suojabetonipeitteistä voidaan todeta seuraavaa:

- Parvekelaattojen teräksistä 0 % sijaitsee alle 10 mm etäisyydellä pinnasta. Mittausten mukaan karbonisoitumisrintama on saavuttanut 58 % teräksistä.
- Karbonisoitumiskertoimen perusteella voidaan arvioida, että 20 vuoden päästä teräksistä 72% sijaitsee karbonisoitumisvyöhykkeellä.

Peitepaksuusjakauma

Parvekelaatta, alapinnan raudoitteet

Raudoituksen peitepaksuus	Betonin karbonisoitumissyvyys	Teräksiä karbonisoituneen betonin alueella
Keskiarvo 37 mm	Keskimääräinen 39 mm	Keskim. nyt 58 %
Min./maks. 11...68 mm	Maksimi 75 mm	Keskim. 20 v. päästä* 68 %
Mittauksia 278 kpl	Mittauksia 10 kpl	



*Keskimääräisen karbonisoitumiskertoimen perusteella laskettu arvio. Arvion oletuksena on, että rakenteen rasitusolot pysyvät samoina

Kloridikorroosion analysointi



Kloridipitoisuus

- Betonin kriittinen kloridipitoisuus raudotteiden korroosion kannalta on betonin laadusta riippuen **0,03-0,07 %** betonin painosta happoliukoisena määritettynä.
- Kohonneet pitoisuudet pitää pohtia ovatko ne ulkoisesta lähteestä johtuvia vai betonin valmistuksessa käytetyistä lisäaineista
- **Kloridivyöhykkeitä pitää verrata mitattuihin betonipeitepaksuuksiin**
- Onko teräsvyöhykkeessä oleva kloridipitoisuus 0,10 % vaurio, ilman ulkoista vauriota eli korroosio ei vielä näy pinnalla?



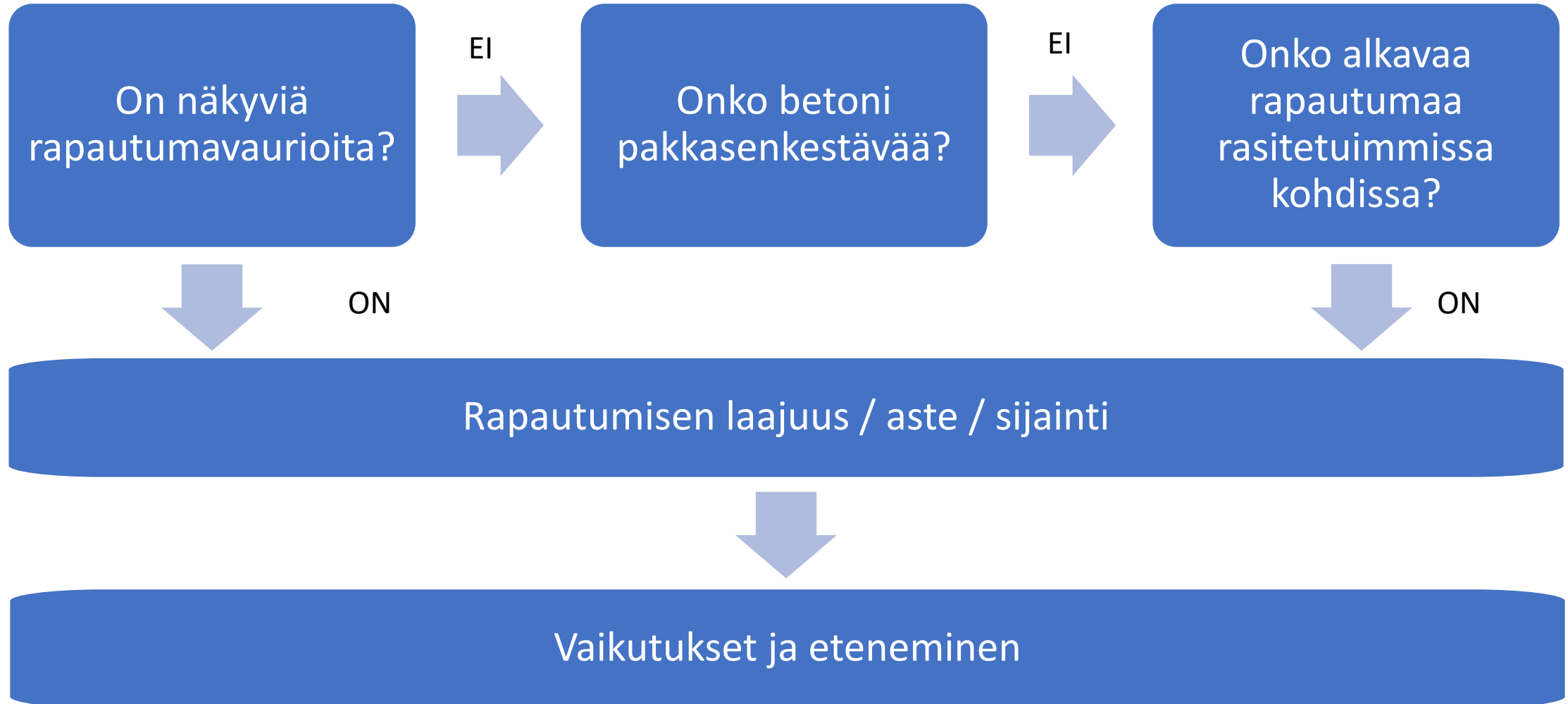
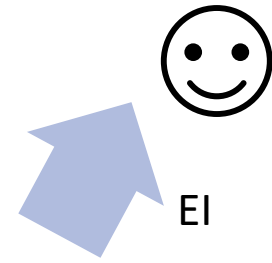
Kloridikorroosio

Kloridipitoisuus – mitä muuta pitää huomioida?

- betonin karbonatisoituminen vapauttaa klorideita ja kiihdyttää kloridikorroosiota
- kloridit nopeuttavat myös karbonatisoitumisen käynnistämää korroosiota merkittävästi



Pakkasrapautumistilanteen arviointi



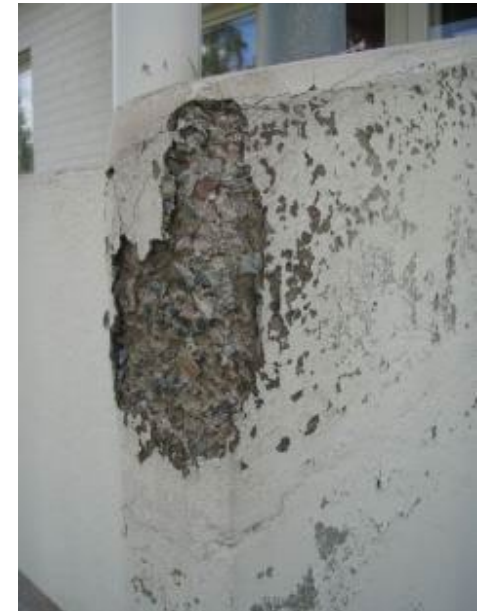
Pakkasrapautumistilanteen arviointi

- Onko betoni pakkasenkestävää?
 - Ohuthietutkimus
 - Suojahuokossuhteen määrittäminen
 - Pakkaskestämättömyys selviää yleensä jo muutamalla näytteellä, mutta pakkasenkestävyyden varmistaminen edellyttää yleensä useampia näytteitä jokaisesta tutkittavasta rakennetyypistä.
- Esiintyykö rapautumaa ja missä sitä esiintyy?
 - Ohut- ja pintahietutkimus
 - Vetokokeet
 - Vasarointi
 - Pakkasrapautumista on pystyttävä arvioimaan jo paikanpäällä tehtävien kenttä-tutkimusten aikana, jotta näytteenotto voidaan kohdentaa siten, että johtopäätöksiä tekeminen eri tilanteiden vaatimalla tavalla on mahdollista.



Pakkasrapautumistilanteen arviointi - erityiskohtia

- Hoikat rakenteet, esim. pilarit
 - pakkasrapautumisen esiintyminen johtaa yleensä ainakin osittaisiin purkukorjauksiin, lukuun ottamatta juuri alkavaa ja riittävän ajoissa havaittua pakkasrapautumaa tai hyvin paikallista korjausta.
- Parvekepielet
 - onko rapautumista muualla kuin aivan pielen etu- tai yläreunassa
 - Onko rapautuminen edennyt syvemmälle kuin elementin pintaosiin



Pakkasrapautumistilanteen arviointi - erityiskohtia

- Ulkoseinäelementit
 - rapautumisen aste ja laajuus
 - eteneminen ja hidastamismahdollisuudet
 - Rapautuman sijainnilla yksittäisissä elementeissä ei ole suurta merkitystä
 - Pitkälle edennyt pakkasrapautuminen johtaa vaurioituneilla alueilla lähes poikkeuksetta joko
 - peittäviin tai
 - purkukorjauksiin
 - rakenne voidaan käyttää loppuun ja rapautumisen etenemistä pyrkiä hidastamaan alentamalla kosteusrasitusta
 - Pakkasrapautumisen etenemistä voidaan seurata jatkossa määräajoin tehtävin lisäkokein (esim. vetokokeet).



Pakkasrapautumistilanteen arviointi - erityiskohtia

- Silta

- P-lukumassat pakkasrapautuu / muodostaa pinnan suuntaista halkeilua.
- ”Sisämassoissa” ulkotiloissa halkeilu ei ole niin selvää. Vaarallinen ilmiö mutta selviää tutkimuksissa esim. vetokokeet.
- Kansilaatan yläpinnat saadaan selville vain näytelieriöistä -> näytteiden kohdentaminen tehtävä muiden havaintojen perusteella
 - Tutkitaan syvillä näytteillä -> mahdollinen AKR



Pakkasrapautumistilanteen arviointi - erityiskohtia

- Sillat



- Korjaus suojaamalla esim. impregnointi



- Korjaus valamalla esim. kuorivalu

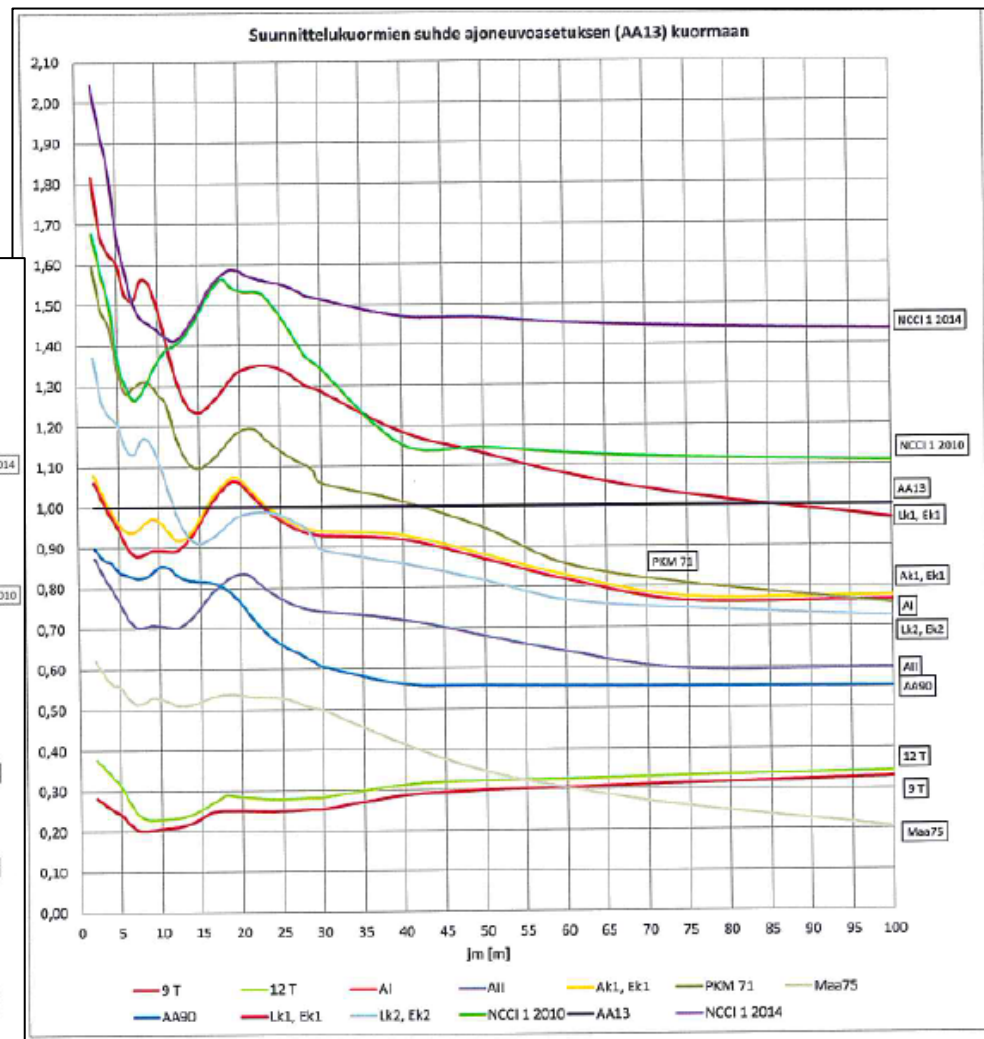
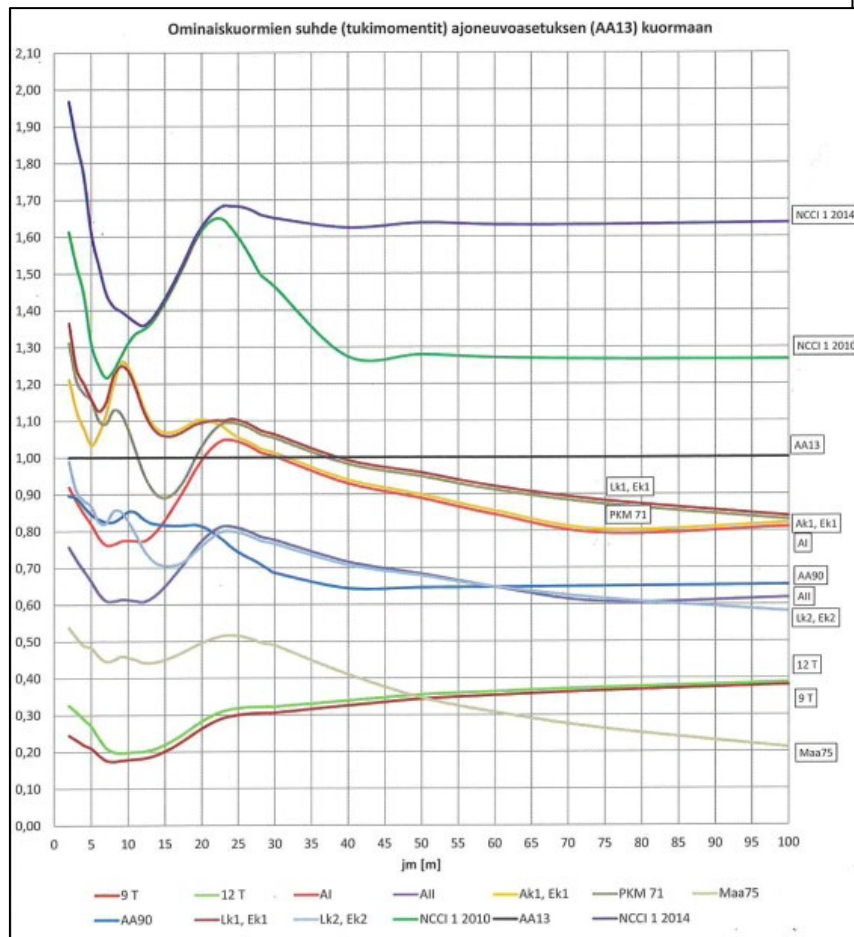


- Järeä valukorjaus

Kantavuuden arviointi

- Analyysivaiheessa on aina otettava kantaa rakenteen kantavuuteen, ainakin karkealla tasolla (kantavuus selvästikin riittävä / kantavuus mahdollisesti heikentynyt / kantavuus selkeästi riittämätön).
- Analyysissä otettava huomioon nykyinen kuormitustaso, jota verrataan alkuperäiseen suunnittelukuormitukseen.
- Ei lasketa mutta arvioidaan.
- Silloissa työryhmässä on mukana aina rakenneasiantuntija, joka viime kädessä muodostaa johtopäätelmän sillan kantavuudesta.
- Talopuolella kantavuuden laskennallinen arviointi toteutetaan erillisestä tilauksesta.

Kantavuuden arviointi, esim. verhokäyrät



RIL 179-2018 Sillat

Yhteisvaikutusten analysointi

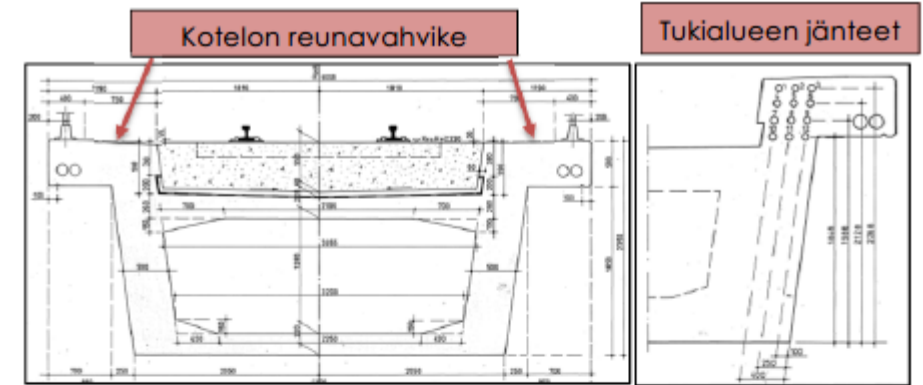
- Kun tarkasteltavan rakennetyypin kaikki potentiaaliset ja oleelliset vauriotavat on käyty lävitse, tarkastellaan kaikkien eri vauriotapojen yhteisvaikutusta rakennetyypin korjattavuuteen ja turvallisuuteen. **Usein yksittäinen vauriotapa on määräävä.** Tällöin muu vauriotilanne jää usein suhteellisen merkityksettömäksi.
- Yhteisvaikutuksen analysointi on syytä aloittaa kunnan kannalta **määrävimmistä vauriotavoista**. Monissa tapauksissa seuraavassa esitetyn järjestyksen mukaan suoritettu analysointi on toimiva.

1. Voidaanko rakenne säilyttää vai joudutaanko se purkamaan joko kokonaan tai osittain ?

- Purkavaan 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 vedeneristyksen tai peittävän korjauksen alustaksi
 - Rakenteessa niin laajoja korroosiovaurioita, että **paikkauskorjaus ei ole enää taloudellisesti mielekäs** eikä verhoukcorjausta tai muuta vauriota pysäyttävää keinoa voida käyttää.
 - Ulkoseinän eristetilän mikrobiongelma etenkin, jos ilmayhteyttä sisätiloihin ei pystytä estämään.
 - Rakenteessa on **klorideja** betonimassaan sekoitettuna.



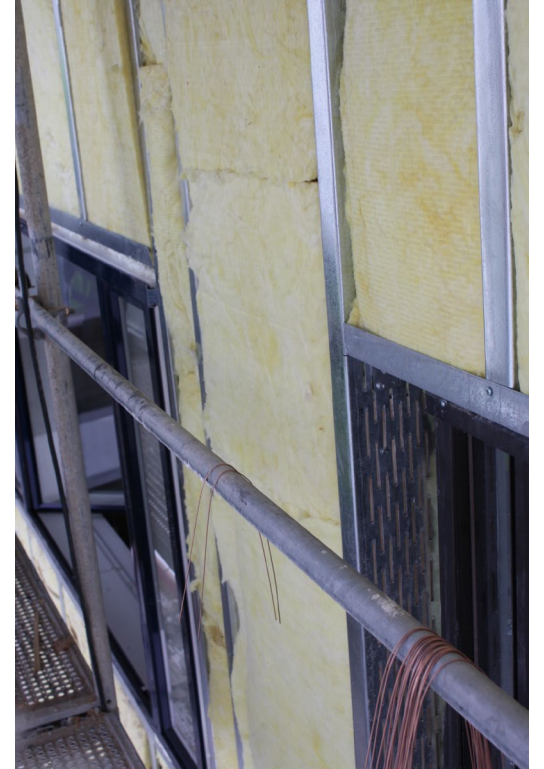
1. Voidaanko rakenne säilyttää vai joudutaanko se purkamaan joko kokonaan tai osittain ?



Näyte	Sijainti (m) / reuna	Syvyys (mm)	Vetolujuus [MN/m ²]	Murtokohta (vetopinnasta)
10.1 Uusinta	2 / o	0-130	0,27 0,37	7-19 mm 22-31 mm
10.2 Uusinta	2 / o	130-250	1,28 1,17	136-146 mm 132-144 mm
11.1 Uusinta	2 / v	0-85	0,18 0,22	11-20 mm 55-70 mm
11.2 Uusinta	2 / v	85-170	0,51 0,79	94-106 mm 105-137 mm
28.1 Uusinta	18 / o	0-80	0,52 0,53	12-21 mm 28-32 mm
28.2	18 / o	80-160	1,96	139-143 mm
29.1 Uusinta	18 / v	0-80	0,98 1,01	5-10 mm 12-16 mm
29.2	18 / v	80-160	2,28	135-148
1 Uusinta	20 / v	0-50	0,32 0,35	20-25 mm 1-3 mm
12.1 Uusinta	30 / o	0-80	0,65 0,44	9-12 mm 5-18 mm
12.2	30 / o	80-160	2,51	86-90 mm

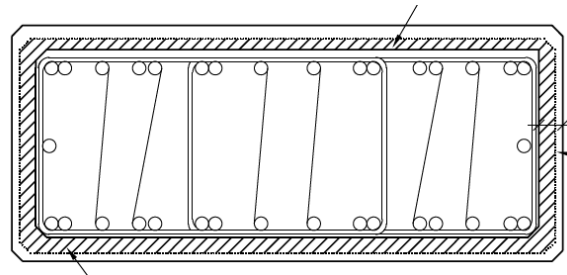
2. Voidaanko rakenne korjata ulkonäkö säilyttäen vai onko valittava ns. peittävä korjaus?

- Peittävään korjaamiseen voivat johtaa
 - Rakennosia joudutaan lisäksi kiinnittämään tai tukemaan, eikä kiinnittämistä voida toteuttaa ulkonäkösyistä ilman pinnan verhoilemista.
 - Näkyviä korroosiovaurioita on syntynyt tai on syntymässä niin runsaasti, että paikkauskorjaus ei ole enää taloudellisesti mielekäs.
 - Rakenteissa on sellaista pakkasrapautumaa, että rakenteen lujuus on jo selkeästi alentunut, rakenteessa on haitallisen suuria muodonmuutoksia (esimerkiksi kaareutumia) tai vaurioita ei pystytä enää pysäyttämään muulla tavoin.



2. Voidaanko rakenne korjata ulkonäkö säilyttäen vai onko valittava valukorjaukset eli peittävä korjaus?

- Peittävään korjaamiseen voivat johtaa
 - Rakenteessa on näkyvää pakkasrapautumisen aiheuttamaa betonin pinnan lujisuuden alenemaa
 - Kloridikorroosiovaurioita on selkeästi näkyvillä tai ovat juuri alkamaisillaan ja kloridipitoisuus on korkea
 - Työvirheiden johdosta raudoitus on jäänyt pintaan ja halutaan lisäsuojata



3. Voidaanko rakenne korjata **ulkonäkö säilyttäen?**

- Rakenteen kiinnitys ja kantavuus ovat kunnossa.
- Betonissa ei ole pitkälle edennyttä pakkasrapautumaa.
 - Mikäli betonissa on aivan alkuvaiheessa olevaa rapautumaa, voidaan joissakin tapauksissa soveltaa rasiustason alentamista ja ns. suojaavien pinnoitteiden yhteisvaikutusta.
- Rakenteessa ei ole laajoja näkyviä tai syntymässä olevia raudoitteiden korroosioaurioita.
- Betonissa ei ole klorideja.

3. Voidaanko rakenne korjata **ulkonäkö** säilyttäen?

Infra



Kustannus-
taloudellisesti
järkevin vaihtoehto

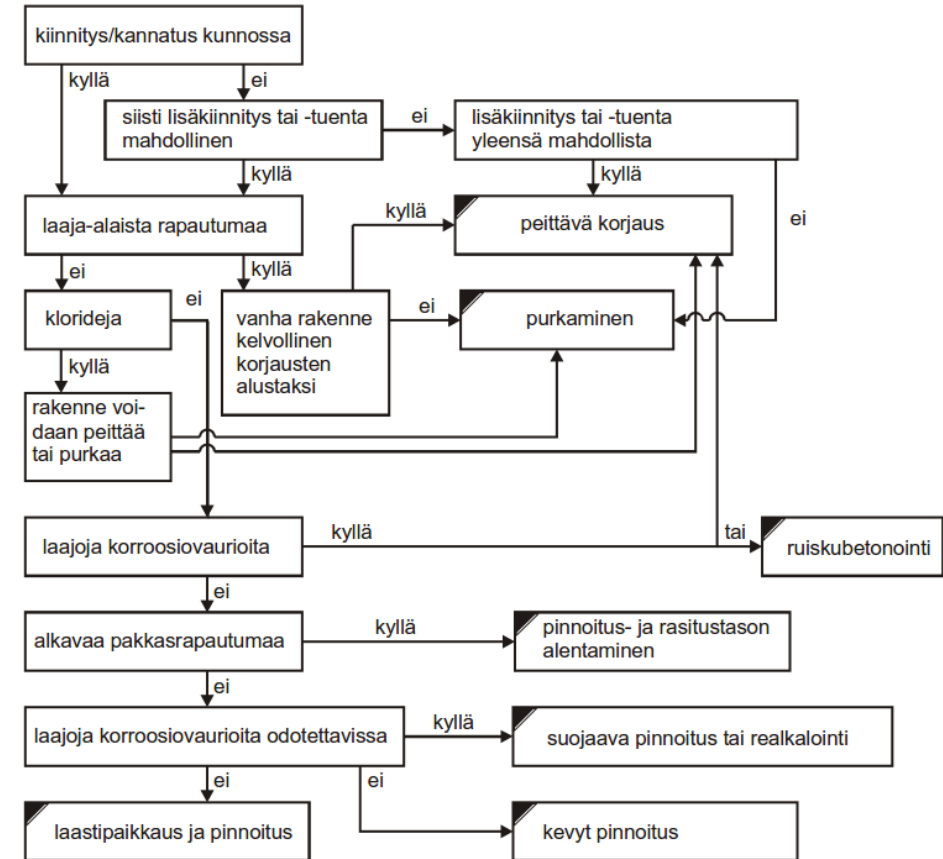
Impregnointi tässä
tapauksessa suojaa
ja antaa lisää
elinkaarta
reunapalkille

4. Voidaanko edetä niin, **ettei korjata lainkaan vaan käytetään rakenne ns. loppuun?**

- vaurioita, jotka johtavat selkeästi perusteelliseen korjaukseen, mutta rakenne on vielä esteettisesti hyväksyttävissä eikä rakenteen vaurioituminen aiheuta turvallisuusriskejä.
- rasiustasoa voidaan alentaa kevyillä parannustoimilla siten, että vauriot kehittyvät mahdollisimman hitaasti, ja korjaustarve siirtyy mahdollisimman paljon eteenpäin.
- Vielä korjattavissa oleva rakenne (esimerkiksi parvekelaatta) joudutaan uusimaan lähitulevaisuudessa huonokuntoisten parvekkeiden pieliseinien uusimisen yhteydessä.
- Pienen sillan peruskorjauksen kustannus lähes sama kuin uusiminen.

Suosittelavien korjaustapojen valinta

- Kuntotutkimuksen tarkastelu on lähinnä tekninen
 - Korjaustavan valintaan vaikuttavat monet muutkin tekijät, kuten esim. arkkitehtoniset seikat, viranomaismääräykset ja kustannustekijät.
 - On kuitenkin kuntotutkijan tehtävä osata perustella, mitä suosittelee toimenpiteiksi
- Koulutuspäivä 3.



Suosittelavien korjaustapojen valinta

- Jokaisen vaihtoehdon yhteydessä on pyrittävä arvioimaan
 - Suositeltavaa **korjausajankohtaa** rakenteen kunnan kehittymisen perusteella.
 - **Hidastaako korjaus** riittävästi vaurioiden etenemistä?
 - Voiko korjaus saavuttaa **riittävän pitkän käyttöiän**, kun alustana on tutkittava (mahdollisesti vaurioitunut) rakenne?
 - **Poistaako korjaus** vaurioiden jo aiheuttamat **haitat** (turvallisuus, terveellisyys, ulkonäkö, muut)?
 - Voidaanko korjaustapaan mahdollisesti liittyvät **riskit ja epävarmuustekijät** hyväksyä?
 - Onko korjaustapa **arkkitehtonisesti** mahdollinen?
 - Onko korjaustapa **taloudellisesti** mielekäs?

Kuntotutkimuksen raportointi

Tarkoitus

- välittää tutkimuksen tulokset tilaajan (ja suunnittelijan!) käyttöön
- tallentaa kaikki tarpeelliset tiedot tulevaa käyttöä (korjaussuunnittelua ja kunnossapitoa) varten

Kuntotutkimusraportin sisältö pääkohdittain:

- Tiivistelmä, jossa tutkimuksen keskeisimmät lopputulokset
- Sisällysluettelo
- Kohteen tunnistetiedot ja yleistiedot
- Tutkimuksen sovitut tavoitteet ja rajaukset
- Tutkimuksen luotettavuuden arviointi
- Tutkittujen vaurioiden lyhyt esittely
- Kuntotutkimuksessa suoritettavat toimenpiteet ja käytetyt tutkimusmenetelmät
- Havainnot ja mittaustulokset yms. sekä niiden tarkastelu
- **Johtopäätökset rakenteiden kunnosta**
- Turvallisuutta ja terveellisyyttä heikentävät tekijät
- Soveltuvat toimenpidevaihtoehdot tarkasteluineen
- Lisä- ja jatkotutkimustarve (tarvittaessa)
- Liitteet (havaintokartat, laboratorion tulosteet yms.)

Kuntotutkimuksen raportointi

Tarkoitus

- välittää tutkimuksen tulokset tilaajan (ja suunnittelijan!) käyttöön
- tallentaa kaikki tarpeelliset tiedot tulevaa käyttöä (korjaussuunnittelua ja kunnossapitoa) varten
- laaditaan ohjeen mukaisesti

6.1 Raportin sisältö

Erikoistarkastusten yhteydessä tehtävät **yleistarkastusmenettelyn (YT)** mukaiset vauriokirjaukset ja kuntoluokka-arviot tekee päätarkastaja yksin tai sillantarkastajan kanssa yhteistyössä. Normaalista yleistarkastusmenettelystä (YT) poiketen:

- Sillan ja sen päärakenneosien kuntoarvioissa huomioidaan visuaalisten havaintojen lisäksi laboratoriotutkimusten ja betonipeitekerrosmittausten tulokset.
- Korjaustavaksi kirjataan enemmän todellisuutta/suunniteltua vastaava korjaustapa. Esimerkiksi reunapalkkien pieniä vaurioita ei korjata, jos on ilmeistä, että reunapalkit uusitaan varsin pian
- Seuraavaksi tarkastukseksi merkitään edelleen "YT 5 vuoden päästä", jos ei ole tietoa siitä, milloin rakenne peruskorjataan.

Erikoistarkastus raportoidaan tarkastuskäsikirjan mukaisen rakenneosajaottelun mukaisesti rakenneosakohtaisesti. Tutkimus ja kohde esitetään raportissa kokonaisuudessaan rakenneosittain jaoteltuina.

Tavanomaisessa tapauksessa erikoistarkastusraportti sisältää seuraavat kokonaisuudet

- Tiivistelmä
- Sisällysluettelo sivunumeroineen
- Yleistiedot tutkimuskohteesta ja tutkimustehtävästä
 - sovitut tavoitteet ja rajaukset
 - tutkimussuunnitelma raportin liitteeksi
 - rakenteeseen vaikuttavat ympäristötekijät
- Käytetyt tutkimusmenetelmät
- Listaus otetuista näytteistä ja mittauksista
- Visuaalisen tarkastelun tulokset, laboratoriotutkimusten tulokset, mittaustulokset ja mahdolliset havainnot poralierönäytteistä johtopäätöksineen päärakenneosittain.
- Yhteenveto
 - Kiireelliset korjaustarpeet ja turvallisuusriskit
 - Rakenteen kantavuuteen vaikuttavat vauriot / tekijät
 - Rakenteen pitkäaikaiskestävyyteen vaikuttavat vauriot / tekijät
 - Arvio lisätutkimusten tarpeesta ja tutkimusotannan riittävydestä sekä tutkimusten luotettavuudesta
 - Tutkijan käsitys korjaustavoista ja korjausten kiireellisyys sekä korjausten vaikutus liikennehaittoihin
- Alustava korjausten kustannusarvio päärakenneosittain eriteltynä
- Liite 1 Rakenteen alkuperäiset piirustukset
- Liite 2 Valokuvaliite
- Liite 3 Yleisliite: näyteluettelo, karbonatisoitumisyyvytykset, suoritetut laboratoriotutkimukset, peitekerrosmittaustulokset, ym.
- Liite 4 Näytteenottokartta, johon sisällytetään myös tutkittujen rakenteiden oleelliset kuntotiedot/tutkimustulokset
- Liite 5 Vauriokartta erillisenä, jos liitteen 4 kartassa ei saa asioita esitettyä riittävän selkeästi

- Liite 6 Geotekninen arvio sisältäen tekstin ja sillan geotekniset piirustukset
- Liitteet 7-N Mittaustulokset ja laboratoriotutkimukset liitteinä.

Taitorakenteen tarkastusraportit liitetään raportin liitteeksi.

Jos erikoistarkastuksen ja sitä seuraavan korjaussuunnittelun tekee sama konsultti, tulee raportissa esitetyistä korjaustavoista keskustella päätarkastajan ja korjaussuunnittelijan kesken.

Valokuvaliitteessä esitetään:

- sillan yleiskuvat
- yleiskuvat päärakenneosittain
- siltapaikan yleiskuvat (risteävät väylät, tulopenkereet)
- vauriohavainto- ja detaili kuvat päärakenneosittain.

Yleiskuvat esitetään ensin ja muut havaintokuvat järjestyksessä päärakenneosittain.

Sillan korjaustöiden alustava kustannusarvio on suuntaa antava arvio, koska kustannukset arvioidaan tarkemmin korjaussuunnittelun yhteydessä. Tarkastuksen yhteydessä tehtävän kustannusarvion on kuitenkin oltava kattava (kaikki korjattavat kohteet huomioidaan) ja riittävän tarkka, koska se toimii osaltaan päätöksenteon perusteena sillalle kohdistettavien/ suunniteltavien tulevien toimenpiteiden ja niiden aikatauluttamisen osalta.

Lopullinen raportti toimitetaan tilaajalle tarkastettavaksi itselle luovutuksen jälkeen allekirjoitettuna (raportin kirjoittaja ja raportin tarkastaja) pdf-muodossa yhteen koottuna.

6.2 Tarkastustulosten luotettavuus

Tutkimusotanta tulee olla riittävä siten että tutkimusraportin laatija voi, laboratoriotulosten ja visuaalisen tarkastelun perusteella, arvioida tarvittavien purkutöiden laajuudet ja että korjaussuunnittelija saa riittävän luotettavan ja kattavan kuvan rakenteen kunnosta korjaustoimenpiteiden määrittämistä varten.

Tutkimustulokista tulee tulkita rinnakkain, jotta saadaan paras mahdollinen kuva rakenteen kunnosta ja korjaustarpeista. Samaan aikaan on hyvä muistaa perussääntö, että "ehjää ei kannata korjata". Esimerkiksi karbonatisoitumiskorroosion ja kloridikorroosion tutkimusmenetelmät tuottavat vain riskiarvion, eivät totuutta raudituksen korroosion todellista tilaa selvitä vain avaamalla rakenteita. Samoin ohutlehtitutkimuksissa varsin usein esiintyvä toteama "betoni ei ole arviolta pakkasenkestävä kosteusrasituksessa", ei tarkoita sitä, että rakenne tulisi purkaa ja uusia.

Toisaalta korjaustoimenpiteiden on oltava riittävän laajoja ja kattavia, jotta siltaa ei tarvitse peruskorjata moneen otteeseen.

Kuntotutkimuksen raportointi

Johtopäätökset rakenteiden kunnosta

- Tutkimustuloksiin ja lähtötietoihin perustuvat **päätelmät kunnosta, puutteista, vaurioista ja vioista**
 - Kerro selkeästi, mihin tulokseen /havaintoon päätelmä perustuu (**muiden on voitava tehdä sama johtopäätös**)
 - esimerkiksi: ”julkisivuissa on odotettavissa laajoja raudotteiden korroosiovaurioita johtuen raudotteiden pienistä peitepaksuuksista”
- Vaikutukset korjaustarpeeseen
 - esimerkiksi: ”rakennetta ei voida korjata paikkaamalla, vaan se on peitettävä päälle tehtävällä verhouksella”
- Vaikutukset turvallisuuteen ja/tai terveellisyyteen
 - esimerkiksi: ”parvekkeiden pieliseinien rapautumisen jatkuminen voi aiheuttaa turvallisuusriskin”.
- Johtopäätöksissä on syytä välttää rakenteiden kuntoa kuvaavia laatusanoja kuten ilmausta: ”parvekkeiden kunto on tyydyttävä”, koska tällaiset ilmaukset ovat lukijan kannalta liian epämääräisiä.

Ole eksakti!

Kuntotutkimuksen raportointi

Suosittelavat toimenpidevaihtoehdot ja niiden tarkastelu

- Korjaustoimenpiteet periaatetasolla
- Jos vaihtoehtoja, kerro kunkin keskeisimmät ominaisuudet
 - edut ja haitat
 - odotettavissa oleva käyttöikä
 - huollon tarve
 - syntyvät kustannukset (budjettitasolla esim. yksikkökustannusten avulla €/m² tai €/m)
 - riskit ja epävarmuustekijät.
- Suositellavat korjausajankohdat eri vaihtoehdoille, kiireellisyysjärjestys
- Mitä tapahtuu, jos ei korjata?
- Jos ilmoitat kustannuksia, kerro mihin ne perustuvat. Kuntotutkimuksen jälkeen on mahdollista kuvata yleensä vain kustannustaso (10 t€ vai 1000 t€). Tuo tarkkuustaso esiin!!!

Kuntotutkimuksen tulosten esittely

Esittelytilaisuus

- Huomioitava kuulijan osaamistaso
 - ”Kansankielisesti”, jos tilaaja ei ole alan ammattilainen.
 - Ammattirakennuttajan/kollegoiden kesken voidaan mennä suoraan asiaan
- Tilaisuudessa esitellään lopputuote (älä kertaa koko prosessia)
- Varattava riittävästi aikaa
- Kysymyksiin osattava antaa perustellut vastineet tutkimukseen pohjautuen



SISÄLTÖ

1.	YLEISTIEDOT	4
1.1	Yleistä	4
1.2	Kohteen yleiskuvaus	
1.3	Tutkimuksen tarkoitus ja rajaukset	
1.4	Lähtötiedot	
2.	TUTKIMUSTEN SUORITUS	
2.1	Tutkimuslaitteet	
2.2	Tutkimusmenetelmät	
3.	JULKISIVUT	
3.1	Lähtötiedot julkisivurakenteista	
3.2	Havainnot ja mittaus tulokset	
3.3	Johtopäätökset julkisivujen tutkimuksista	
4.	PARVEKKEET	
4.1	Lähtötiedot parvekerakenteista	
4.2	Havainnot ja mittaus tulokset	
4.3	Johtopäätökset parvekkeiden tutkimuksista	
5.	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	
5.1	Turvallisuuteen ja terveellisyyteen vaikuttavat tekijät	
5.2	Mahdolliset jatkotutkimustarpeet	
5.3	Korjausvaihtoehdot	

Litteet:

Liite 1
Julkisivuissa ja parvekkeissa esiintyvistä vauriomekanismeista

Liite 2
Mittaus- ja näytteenotto paikat sekä havainnot julkisivupinnoissa

Liite 3
Näyteluettelo ja silmämääräiset havainnot näytteistä

Liite 4
Peitepaksuusmittaukset

Liite 5
Laboratorion alkuperäiset analyysivastaukset (Ohutietutkimukset, vetokolaausten analyysit ja haitta-ainetutkimukset)



Hyviä raportin
laatimishetkiä !

