

Betonijulkisivu- arkkitehtuuripalkinto 2025 – webinaari 13.11.2025

Betonijulkisivupintojen suojaus

TkT Toni Pakkala
yliopistonlehtori Tampereen yliopisto
erityisasiantuntija (korjausrakentaminen), Renovatek Oy

Omaa taustaa

Opinnot:

- diplomi-insinööri, *Tampereen teknillinen yliopisto*, materiaalitekniikka, 2003-2010
- tekniikan tohtori, *Tampereen ~~teknillinen~~ yliopisto*, rakennustekniikka, 2012-2020

Työt:

- *Tampereen ~~teknillinen~~ yliopisto*, Rakenteiden korjaamisen ja elinkaaritekniikan tutkimusryhmä:
 - tutkimusapulainen, 2008-2010
 - tutkija / projektipäällikkö / tohtorikoulutettava 2012-2020
 - tutkijatohtori 2020-2023
 - yliopistonlehtori 2023-
- *Renovatek Oy*: erityisasiantuntija (korjausrakentaminen), osakas 2016-
- Kosteuskoordinaattorin pätevyyskoulutus (RIL), vastuuopettaja 2021-
- Muurattujen ja rapattujen rakenteiden kuntotutkijan pätevyyskoulutus, vastuuopettaja 2023-

Yhdistykset ja järjestöt:

- *Julkisivuyhdistys ry*, hallitus 2015-2016, hallituksen puheenjohtaja 2017-2021
- *FISE Oy*, hallitus 2016-2022
- *RIL vaalitoimikunta*, 2018-2020
- *KorjausRYL*, valvova toimikunta 2020-

Elementtien pintamateriaalit

Betonipinnan valinnalla voidaan vaikuttaa:

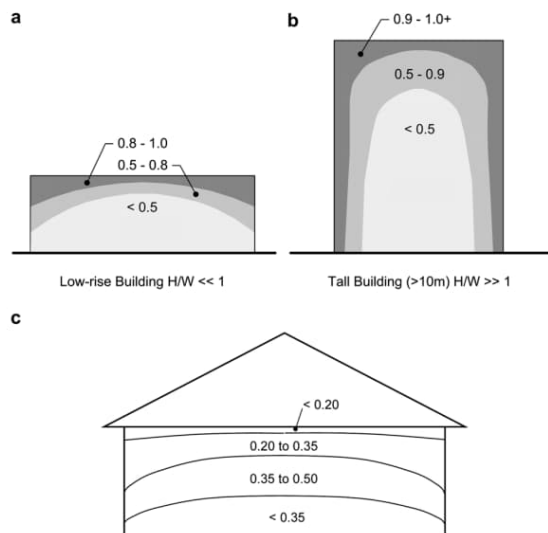
- pinnan ulkonäköön
- betonin säilyvyyteen antamalla suojaa
 - kosteudelta
 - klorideilta
 - hiilidioksidilta (karbonatisoitumisen hidastaminen)
 - mekaanisilta rasituksilta ja kolhuilta
 - likaantumiselta ja töherryksiltä



Miltä suojaudutaan?

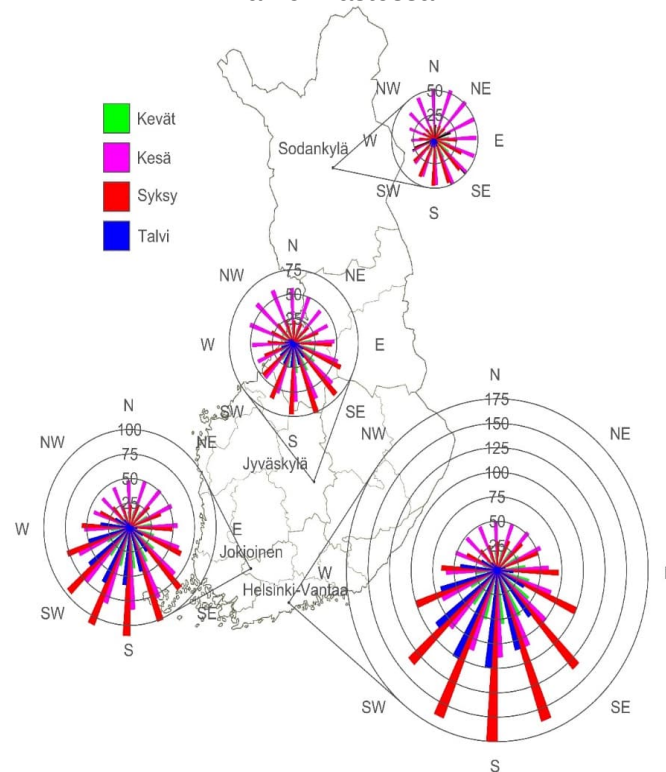
Viistosateelta

1. mikroilmastossa



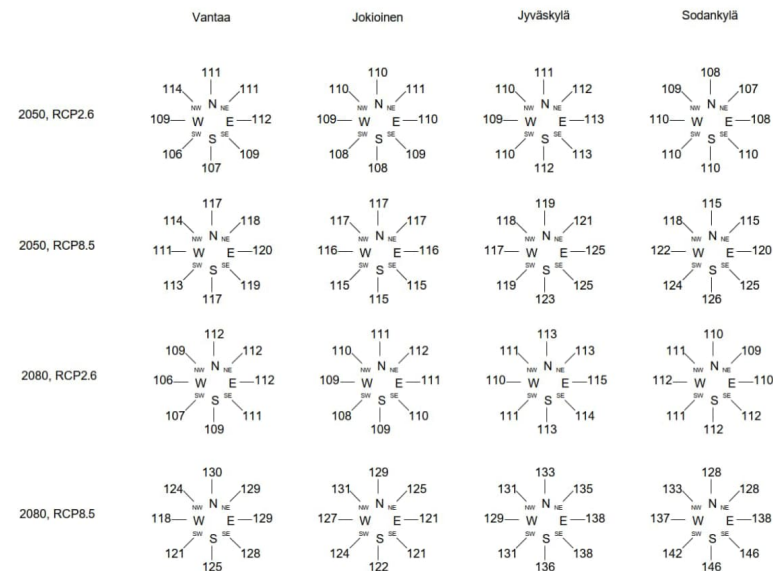
Blocken, B., Carmeliet, J. 2010. Overview of three state-of-the-art wind-driven rain assessment models and comparison based on model theory. Building and Environment, Volume 45 (2010). Pp. 691–703.

2. makroilmastossa



Lemberg, A.M., Lahdensivu, J., Köliö, A., Pakkala, T. 2019. Eristerappausjärjestelmien kuntotutkimusohje [Guideline for Condition Investigation of ETICS]. Julkisivuyhdistys ry. Available: www.julkisivuyhdistys.fi/opaat. 108 p., 2 app.

3. muuttuvassa ilmastossa



Laukkanen et al. 2022. Vaipparakenteiden rakennusfysikaalisen toimivuuden ja huonetilojen kesäaikaisen jäähdytystehontarpeen mitoitussuhteet – RAMI-hankkeen loppuraportti. Tampereen yliopisto, Rakennustekniikka, Tutkimusraportti 3. Tampere. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-03-2438-4>

Miltä suojaudutaan?

Karbonatisoitumiselta



Töheryksiltä



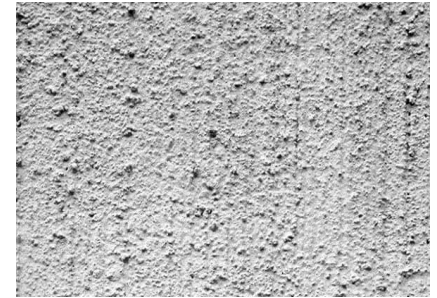
Likaantumiselta ja kasvustoilta



by 40 Betonirakenteiden pinnat / luokitusohjeet 2021.
BY-Koulutus Oy, Helsinki, 304 s.

Betonisten julkisivuelementtien pinnat

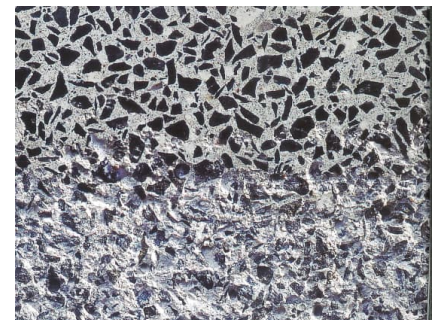
- Muottia vasten valetut pinnat
- Tuoreena käsitellyt pinnat
- Kovettuneen betonin pintakäsittelyt
- Suoja-ainekäsittelyt
- Maalatut pinnat
- Laatta- ja klinkkeripinnat



Harjattu



Erilaisia pesubetonipintoja



Hiottu

Pinnan ominaisuuksien vaikutus

Pinnoittamattomat pinnat:

- pinnan huokoisuus riippuu valusuunnasta ja vaikuttaa mm.:
 - vedenimuominaisuuksiin
 - karbonatisoitumisnopeuteen
 - pinnan lujuusominaisuuksiin
 - värjäytymiseen
 - pinnoitteiden tartuntaan sekä suoja-ainekäsittelyjen tehoon

Pinnoitetut betonit:

- visuaalinen ilmeen muutos ja / tai tarkoitus sekä suojata betonia että kasvattaa betonipinnan käyttöikää
- hyvin erilaisia käyttötarkoituksia ja siten erilaisia vaatimuksia

Vaatimukset betonin pinnoitteille

SFS-EN 1504-2: Betonirakenteiden suojus- ja korjausaineet ja niiden yhdistelmät. Määritelmät, vaatimukset, laadunvalvonta ja vaatimustenmukaisuuden arviointi. Osa 2: betonipinnan suojus

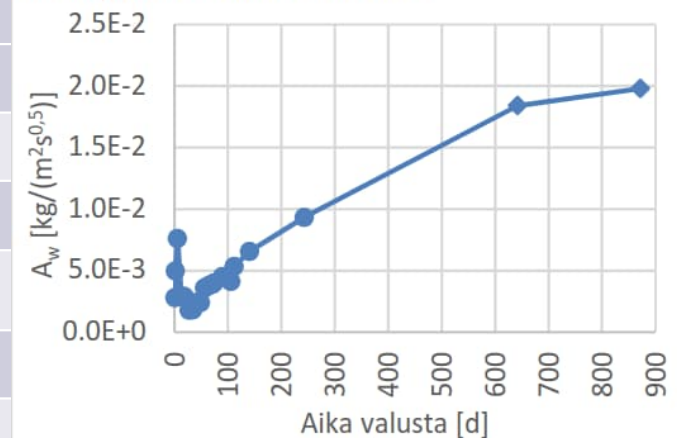
Taulukko B.1 Esimerkkejä

Taulukon 1 mukainen nro	Testausmenetelmä	Toiminnalliset ominaisuudet	Esimerkki 1 1.3/2.2	Esimerkki 2 1.3/5.1/6.1	Esimerkki 3 1.3/5.1
1	EN 12617-1	Pituussuuntainen kutistuminen		☒	
2	EN 12190	Puristuslujuus		☒	
4	EN ISO 5470-1	Kulumiskestävyys		☒	☒
6	EN 1062-6	Hillidioksidin läpäisevyys	☒	☒	☒
7	EN ISO 7783-2	Vesihöyryn läpäisevyys	☒	☒	☒
8	EN 1062-3	Kapillaarinen imeytyminen ja veden läpäisevyys	☒	☒	☒
9	EN 13687-1 EN 13687-2 EN 1062-11:2002	Tartunta lämpöyhteensopivuuden jälkeen			
		Jäädytys-sulatusjakso tiesuolaan imeytettynä			☒
		Ukkosadetuskas (lämpöshokki)	☒		☒
		4.1: vanhentaminen: 7 vuorokautta 70 °C:ssa		☒	
12	EN 13529	Voimakkaan kemiallisen rasituksen kestävyys		☒	
13	EN 1062-7	Halkeamien silloituskyky			☒
14	EN ISO 6272-1	Iskunkestävyys		☒	☒
15	EN 1542	Tartunnan lujuus vetokokeessa	☒	☒	☒
18	EN 13036-4	Liukastumisvastus/uisumisvastus		☒	☒
20	EN 1062-11:2002	4.2: Käyttäytyminen säävanhentamisen jälkeen	☒		☒
Esimerkki 1 Periaatteiden 1 (P) ja 2 (MC), ks. taulukko 1, 1.3 (C) ja 2.2 (C), mukainen pinnoite ulkona säälle alttiina oleville pinnoille, joita ei kuormiteta mekaanisesti tai kemiallisesti ja joihin ei kohdistu suolarasitusta. Esimerkki 2 Periaatteiden 1 (IP), 5 (PR) ja 6 (RC), ks. taulukko 1, 1.3 (C), 5.1(C) ja 6.1 (C), mukainen pinnoite sisällä oleville pinnoille, joita kuormitetaan mekaanisesti ja kemiallisesti. Esimerkki 3 Periaatteiden 1 (IP) ja 5 (PR), ks. taulukko 1, 1.3 (C), 5.1(C), mukainen halkeamia silloittava pinnoite ulkona säälle alttiina oleville pinnoille, joita kuormitetaan mekaanisesti ja lievästi kemiallisesti ja joihin kohdistuu suolarasitusta.					

Julkisivumateriaalien / pinnoitteiden ominaisuuksia

Materiaali	Vesihöyrynläpäisevyys $\delta_v \cdot 10^{-6}$ [m ² /s]	Vedenimeytymiskerroin A_w [kg/(m ² s ^{0,5})]
Betoni, v/s 0,4	0,13 (50 RH%) / 0,60 (95 RH%)	0,005...0,05
Betoni, v/s 0,6	0,14 (50 RH%) / 2,50 (95 RH%)	
Poltettu tiili	2...6	0,1...0,4
Sementtilaasti	0,2...1,0	0,33
Jalolaasti	1,5	
Kalkkisementtilaasti	1...1,5	0,33
Silikonihartsilaasti	1...4	
Keinohartsilaasti	0,02...0,09	

Veden imeytymiskertoimen kehittyminen ajan funktiona



Pinnoitetyypit sideaineen mukaan

1. **Epäorgaaniset** (sementti, kalkkisementti, silikaatti),
 - kaikki täysin avoimia tuotteita
 - lähinnä vaaleita sävyjä
 - kirjavuus mahdollista, etenkin tummilla sävyillä
2. **Orgaaniset** (eri sideaineita, luokittelu läpäisevyyden mukaan)
 - osa hyvin tiiviitä, jotkut avoimempia, jotkut vettähylykiviä mutta höyryavoimia
 - myös kirkkaita sävyjä, pinnat tasavärisiä
 - helppoja työstää
3. Lisäksi **sekatuotteita**, joiden ominaisuudet määräytyvät osain-
aineiden suhteiden mukaan

Pintakäsittelytyypit tiiviyyden mukaan

1. Avoimet pintakäsittelyt

- sallivat sekä veden että vesihöyryn lähes vapaan liikkumisen pinnoitteen läpi pintakäsitlemättömän betonin tapaan
 - o useimmat epäorgaaniset pinnoitteet (kalkki, sementti, silikaatti)

2. Puoliavoimet pintakäsittelyt

- hidastavat veden imeytymistä pinnoitteen läpi, mutta eivät juuri hidasta vesihöyryn poistumista rakenteesta (raja-arvo 0,5 m ilmapatsaan vesihöyrynvastus)
 - o impregnointiaineet, suojamaalit (mm. silikonihartsimaalit ja –pinnoitteet) ja muut vettähyлкiviksi lisääaineistetut pinnoitteet

3. Tiiviit pintakäsittelyt

- hidastavat selvästi sekä veden että vesihöyryn kulkua pinnoitteen läpi.
 - o useimmat orgaaniset maalit ja pinnoitteet

Pintakäsittelytyypit kalvonmuodostuksen mukaan

1. Kalvoa muodostamattomat pintakäsittelyt (=Impregnoinnit)

- tunkeutuu alustan huokosiin ja muodostaa huokosseinämiin vettähylkivän kerroksen
- väritön käsittely, joka hidastaa merkittävästi veden ja siihen liuenneiden suolojen kapillaarista imeytymistä betoniin, mutta alentaa vain vähän pinnan vesihöyrynläpäisyyä
- rajallinen käyttöikä.

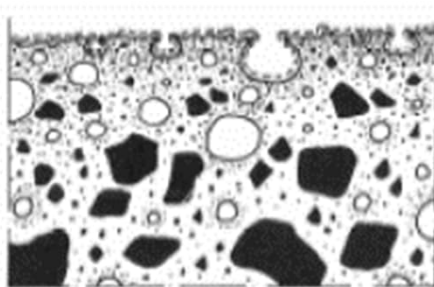
2. Kalvon muodostavat tavanomaiset pinnoitteet

- paksuus tyypillisesti noin 0,1 - 1 mm
- kosteustekniset ominaisuudet voivat vaihdella aina täysin tiiviistä täysin avoimiin sekä vesihöyryn että kapillaarisen veden suhteen
- halkeavat, jos betoni alla halkeaa.

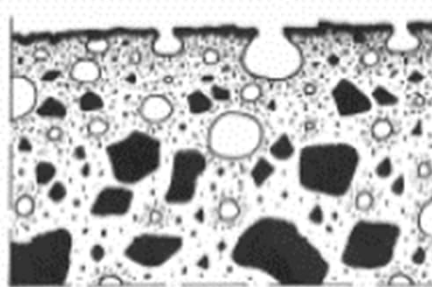
3. Halkeamia silloittavat pinnoitteet

- paksukalvoisia ja joustavia tuotteita, jotka sallivat halkeamien avautumisen pinnoitusalueelta ilman, että pinnoite halkeaa
- silloituskyky vaihtelee ja riippuu lämpötilasta

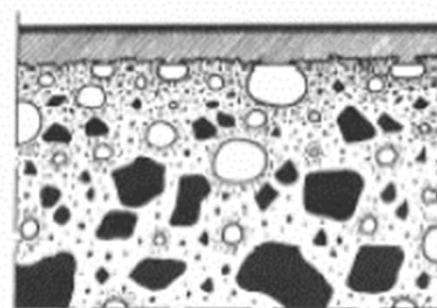
Esimerkkejä pinnoitetyypeistä



Impregnointi



Pinnoite epätasaisella alustalla



Pinnoite tasoitetulla alustalla

Pinnoitteiden tiiviysominaisuuksia

Pinnoitetyyppi	Vesihöyrynläpäisevyys	Vedenimunopeus	Huom!
akrylaattimaalit	II	I	vesihöyrynläpäisevyys riippuu kalvopaksuudesta
silikoniemulsiomaalit	I	I	Silikonihartsimaalien vesihöyrynläpäisevyys riippuu muiden orgaanisten sideaineiden määrästä. Runsaasti muita sideaineita sisältävät pinnoitteet voivat kuulua diffuusiovastukseltaan luokkaan II.
alkydimaalit	III	I	
akryylimaalit	II	II	
silikaattimaalit	I	II (III tai IV)	vedenimunopeus riippuu voimakkaasti siitä, sisältääkö pinnoite vettähylykiviä lisäaineita. Jos pinnoite ei niitä sisällä, se kuuluu luokkaan III tai IV.
sementti- ja kalkkisementtimaalit	I	IV	
Jaottelu	Diffuusiovastus Sd luokka I Sd < 0,1 luokka II Sd = 0,1...0,5 luokka III Sd = 0,5...2,0 luokka IV Sd > 2,0	Vedenimukerroin W luokka I W < 0,1 luokka II W = 0,1...0,5 luokka III W = 0,5...2,0 luokka IV W > 2,0	

Vesihöyrynläpäisevyyteen sekä vedenimunopeuteen vaikuttaa maalin perussideaineen lisäksi muut käytetyt sideaineet sekä erityisesti pinnoitekerroksen paksuus. Ominaisuudet ovat aina tuotekohtaisia. Tätä taulukkoa voidaan pitää suuntaa antava ohje maalityyppien ominaisuuksista.

Silikonihartsipinnoitteet ja -maalit

- Hydrofobisia (vettähylkiviä)
- Vesihöyryä läpäiseviä
- Kestävät hyvin UV-säteilyä
- Joustavia
- Hyvä tartunta erilaisiin pintoihin
- **Kaikki elastiset saumat eivät tartu: käytettävä silikonipohjaisia tiivistysmassoja**

Keinohartsipinnoitteet ja -maalit

- Akryyli-, alkydi- ja epoksihartsit
- Eivät kestä UV-säteilyä eivätkä läpäise vesihöyryä yhtä hyvin kuin silikonihartsit (käytetään lähinnä, kun tarvitaan erittäin vesitiivis pinta)
- Erittäin joustavia, lasittumislämpötilan alapuolella muuttuvat hauraiksi
- Liituuntuvat silikonihartsipinnoitteita herkemmin

Silikaattimaalit

- Epäorgaanisia
- Mekaanisesti kestäviä ja sitkeitä
- Vesihöyryä läpäiseviä
- Hydrofiilisia (vesiliukoisia)

Suoja-aineet

- Impregnointiaineet (tiivistysaineet)
 - muodostavat pintaan epäjatkuvan kalvon
 - täyttävät pintaan avautuvia huokosia
 - parantavat kolhujenkestoa sekä vähentävät vedenimeytymistä
 - heikentävät vesihöyrynläpäisykykyä
- Vettähylkivät impregnointiaineet
 - eivät muodosta kalvoa pinnalle
 - estävät veden kapillaarisen kulkeutumisen pintakerroksen läpi
 - päästävät vesihöyryä läpi
 - eivät täytä halkeamia
- Töhherryksenestoaineet (antigraffittisuoja)
 - puhdistettavia (vettähylkivät maalit, pinnoitteet tai impregnointiaineet)
 - uhrautuvia



by 40 Betonipinnat 2021

Laatta- ja klinkkeripinnat

Tiililaatta imee valun jälkeen betonista kosteutta

- laatan rajapinnassa betoni tiiviimpää
- hidastaa betonin karbonatisoitumista
- sadevesi pääsee kapillaarisesti imeytymään betoniin, mutta myös kuivuu nopeammin

Klinkkeri- ja muut tiiviit keraamiset laatat itsessään erittäin tiiviitä

- estää hiilidioksidin diffuusiota betoniin, mikä hidastaa betonin karbonatisoitumista
- klinkkerin kuivumiskutistuma olematon toisin kuin betonilla
 - voi aiheuttaa ulkokuoren kaareutumista
- vesihöyrynläpäisevyys erittäin alhainen
 - jos taustan betoni pääsee kastumaan, voi altistaa pakkasrapautumiselle

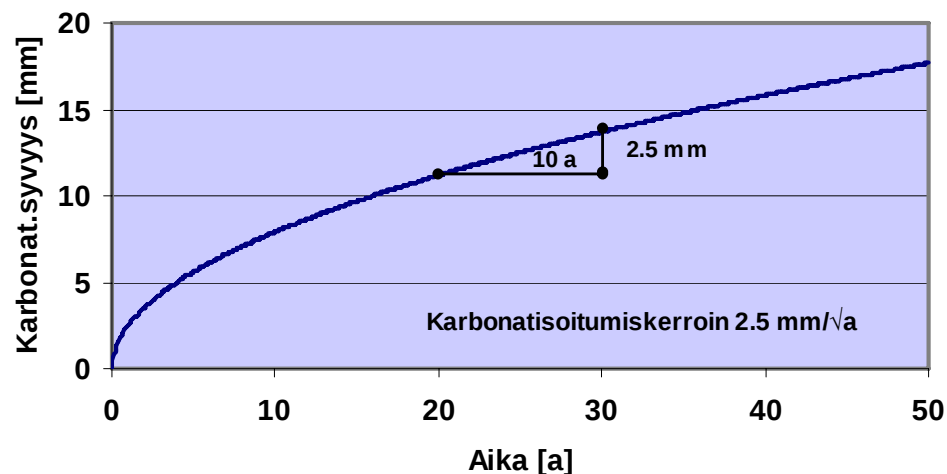


Korjaamisessa pintakäsittelytyypin valinnan lähtökohtia

1. Alustan laatu (betonipinnan lujuus, tasaisuus; vanha maalityyppi ja sen asbestipitoisuus)
2. Emissiot
3. Huollettavuus ja korjattavuus
4. Käyttöikätaavoitteet
5. Mekaanisen kulutuksen taso
6. Rakenteen kosteustekninen toiminta (kuivumistarve, imukykyisyys)
7. Riskit ja epävarmuustekijät
8. Suojaustarpeet
9. Työtekniikka ja kustannukset
10. Ulkoiset rasitusolosuhteet
11. Ulkonäkötavoitteet (värisävy ja sen tasaisuus, pinnan struktuuri ja kiilto, värien valuminen) ja muut käyttöominaisuudet
12. Ympäristöystävällisyys

Karbonatisoitumiselta suojaaminen

- Periaatteessa yksinkertainen menettely
- Korjattavissa kohteissa käytännössä ongelmallinen
 - o vanhoissa rakenteissa karbonatisoituminen on jo itsestään hyvin hidasta
 - o yleensä osa teräksistä on jo korroosiotilassa
 - o millainen on suojausten käyttöikä?



Kiitos!

toni.pakkala@tuni.fi

toni.pakkala@renovatek.fi

[Väitöskirja: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-03-1423-1](http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-03-1423-1)

www.julkisivuyyhdistys.fi