



RIL Tietoisku

25.3.2020, Toni Pakkala

Omaa taustaa

Opinnot:

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

Työt:

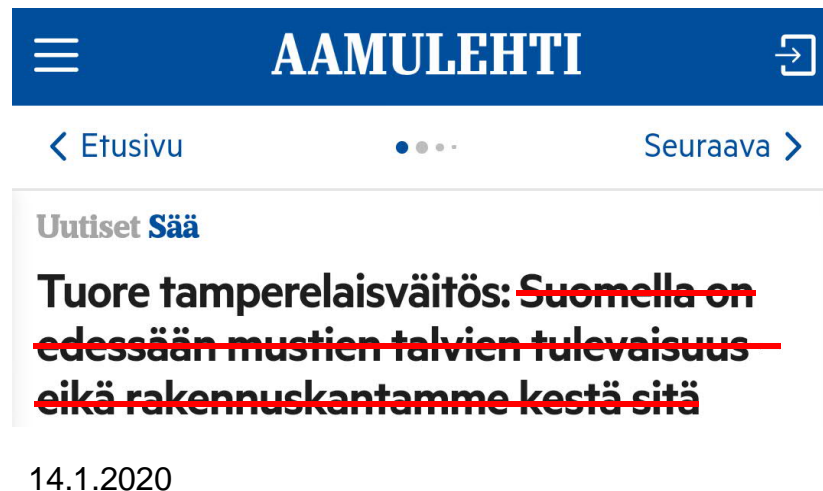
- *Tampereen teknillinen yliopisto*, Rakenteiden korjaamisen ja elinkaaritekniikan tutkimusryhmä:
 - tutkimusapulainen, 2008-2010
 - tutkija, 2010-2012
 - projektipäällikkö / tohtorikoulutettava 2012-2020
- *Renovatek Oy*: erikoisasiantuntija, korjausrakentaminen, 2016-

Yhdistykset ja järjestöt:

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

Assessment of Climate Change Effects on Finnish Concrete Facades and Balconies

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-03-1423-1>



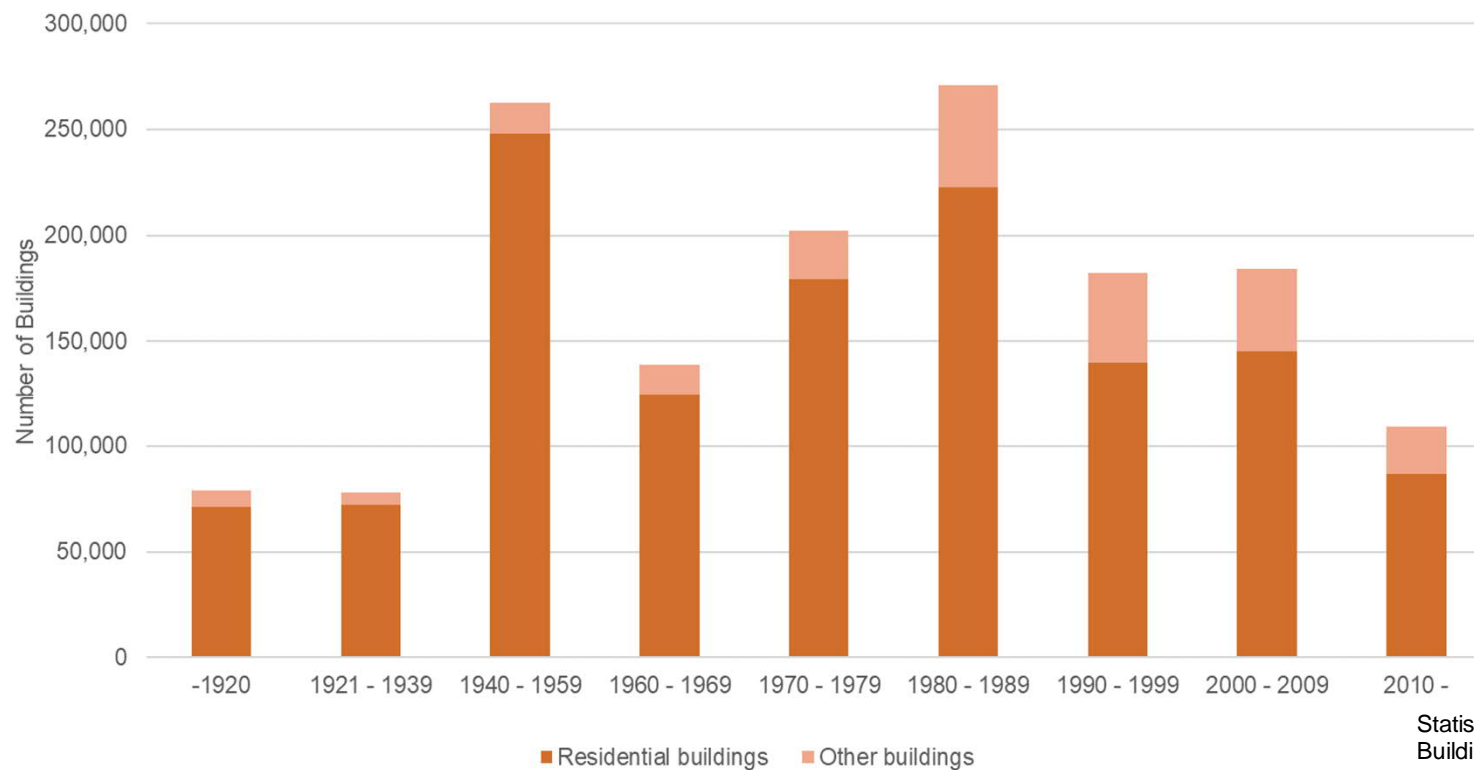
The screenshot shows a mobile news interface for 'AAMULEHTI'. At the top is a blue header with a hamburger menu icon on the left, the word 'AAMULEHTI' in white, and a share icon on the right. Below the header are navigation links: '< Etusivu' on the left, three dots in the center, and 'Seuraava >' on the right. The main content area has a light gray background and contains the following text:

Uutiset Sää

Tuore tamperelaisväitös: ~~Suomella on edessään mustien talvien tulevaisuus eikä rakennuskantamme kestä sitä~~

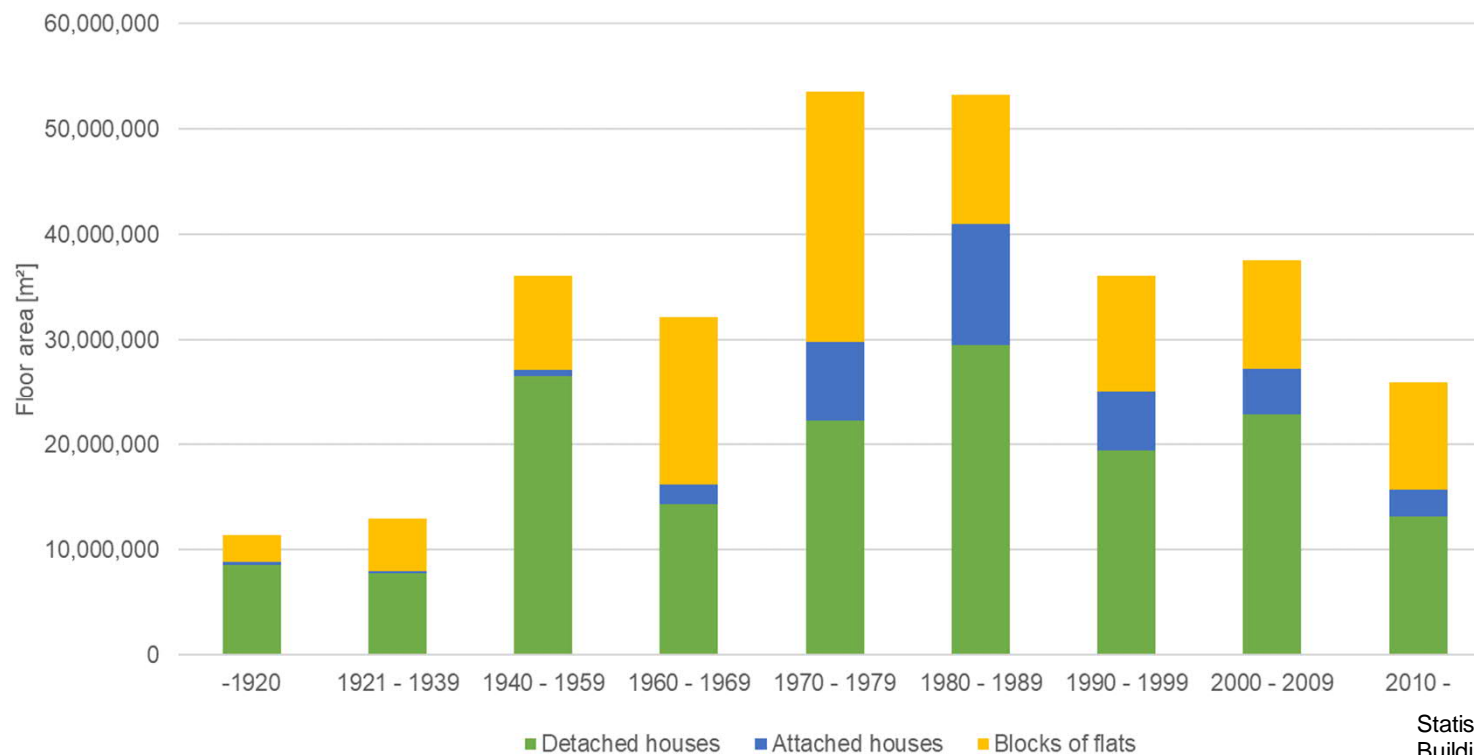
14.1.2020

Rakennuskanta



Statistics Finland. 2019. Statistics: Buildings and free-time residences [e-publication]. Helsinki: Statistics Finland [referred: 25.4.2019]. Retrieved from http://www.stat.fi/til/rakke/rakke_2009-05-28_uut_001_en.html

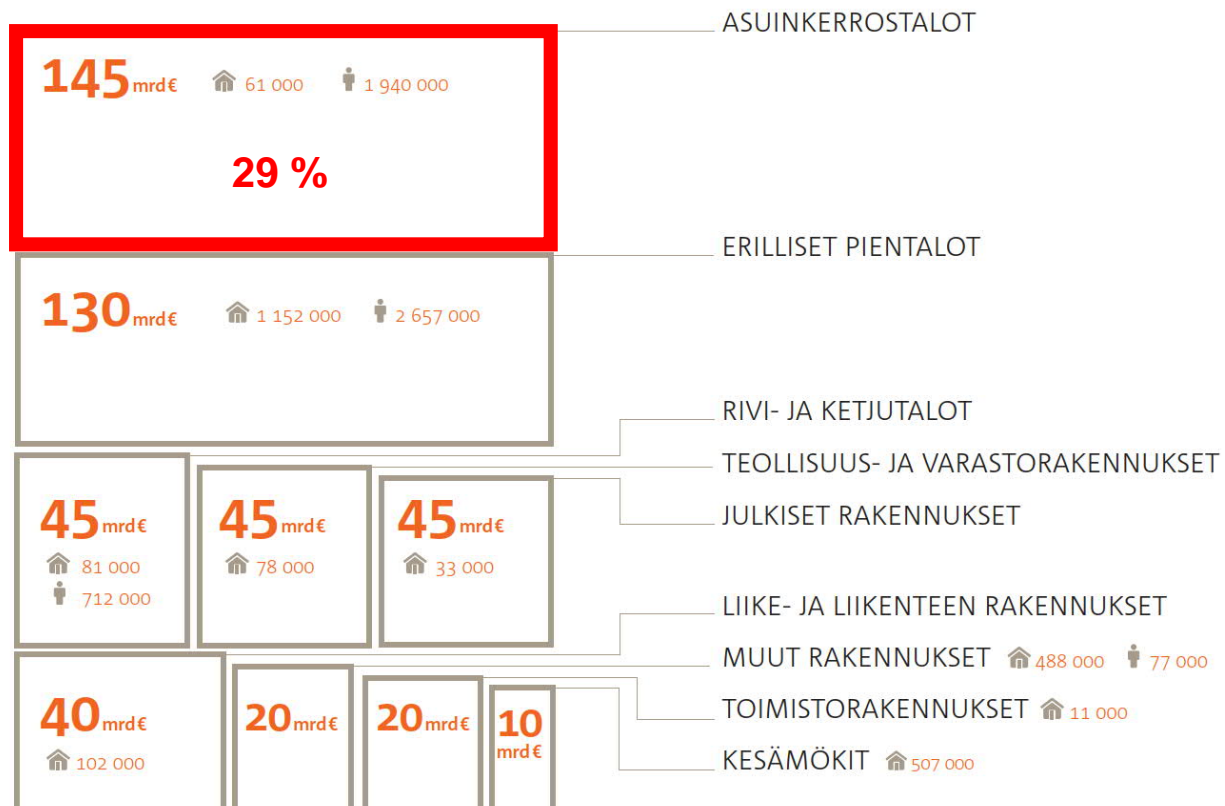
Rakennuskanta

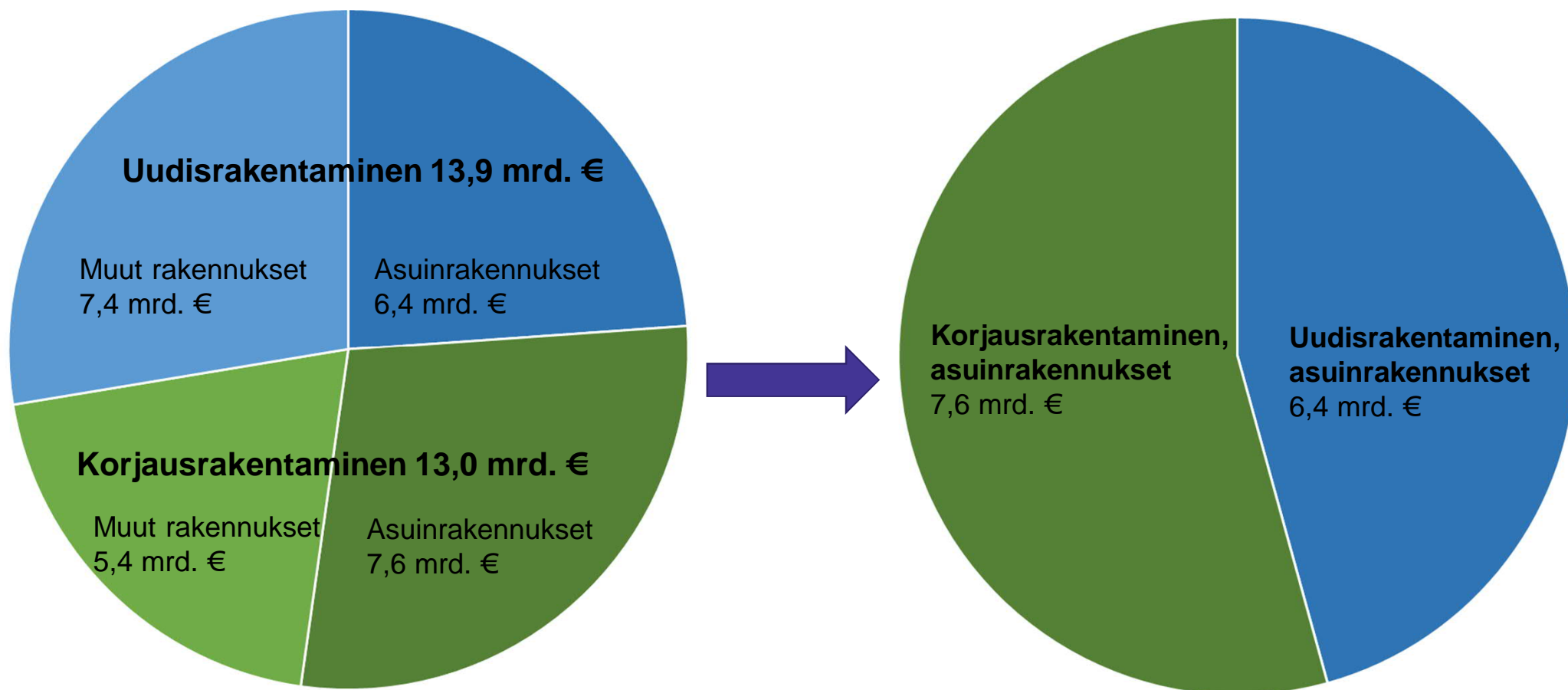


Statistics Finland. 2019. Statistics: Buildings and free-time residences [e-publication]. Helsinki: Statistics Finland [referred: 25.4.2019]. Retrieved from http://www.stat.fi/til/rakke/rakke_2009-05-28_uut_001_en.html

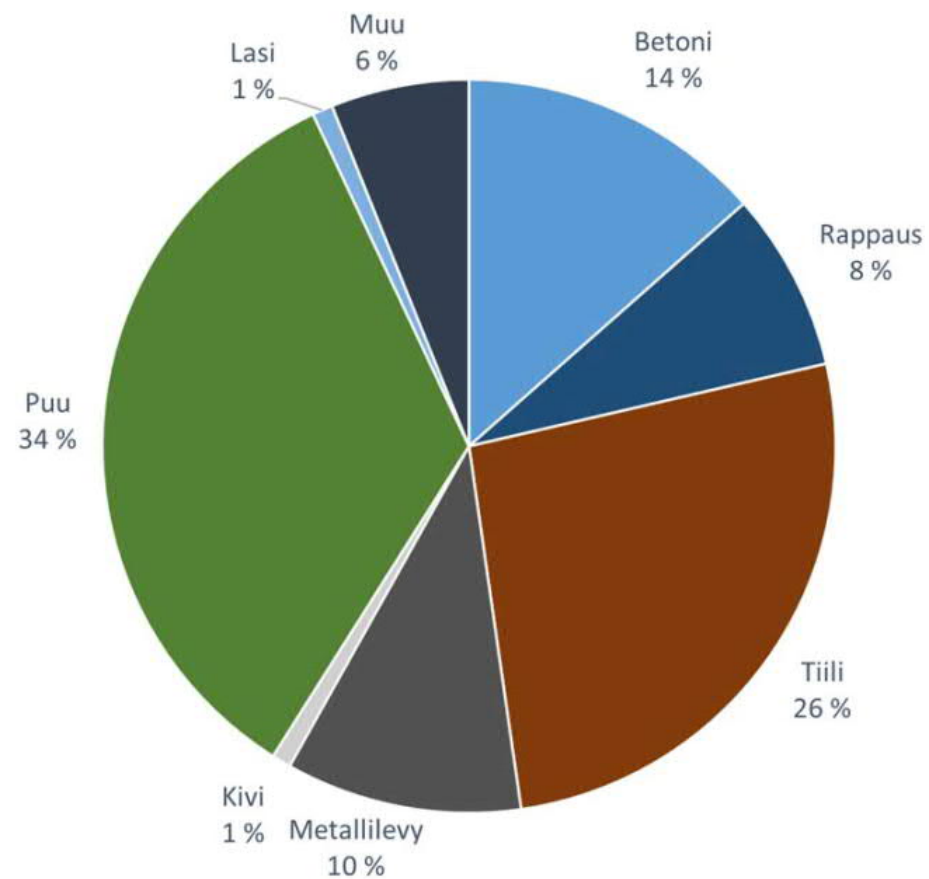
Rakennuskanta

RAKENNUSKANNAN ARVO 500 MRD €



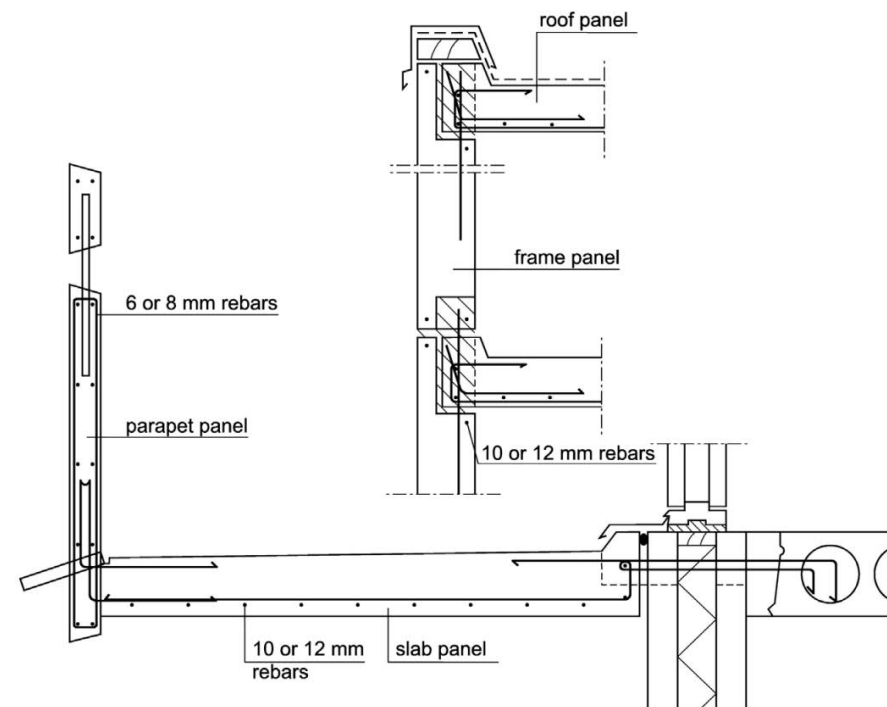
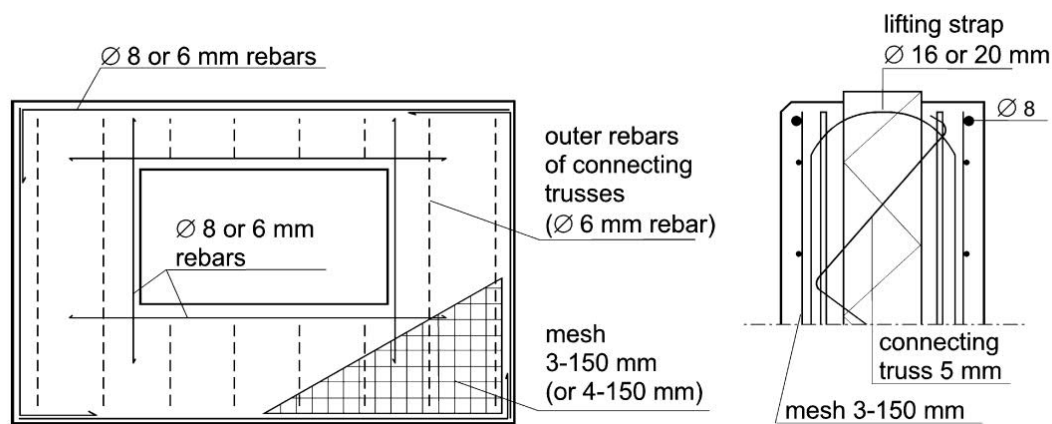


Julkisivukanta



Riihimäki, M., Laitinen, T., Jaakkonen, L. 2018. Julkisivujen markkinat ja seuranta Suomessa. Forecon Report FR-03-00256-16, Julkisivuyhdistys ry. 46 p.

Betonirakennuskanta



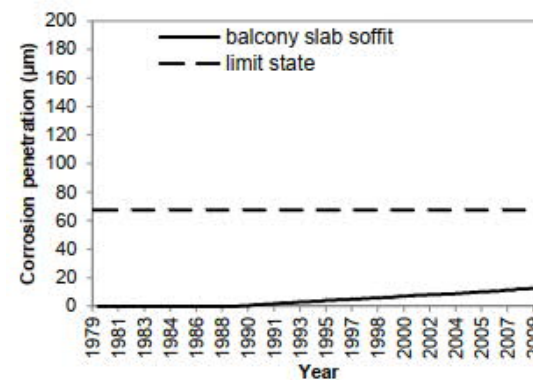
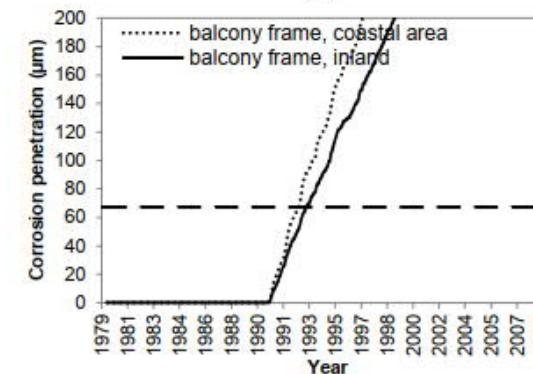
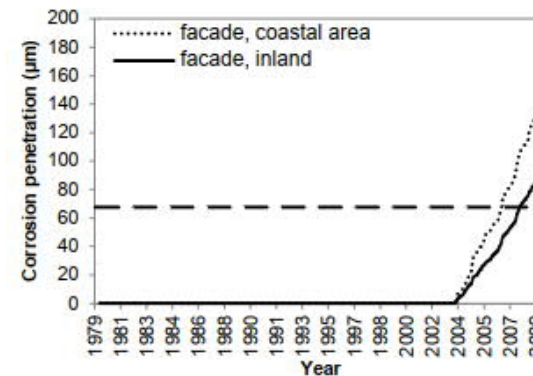
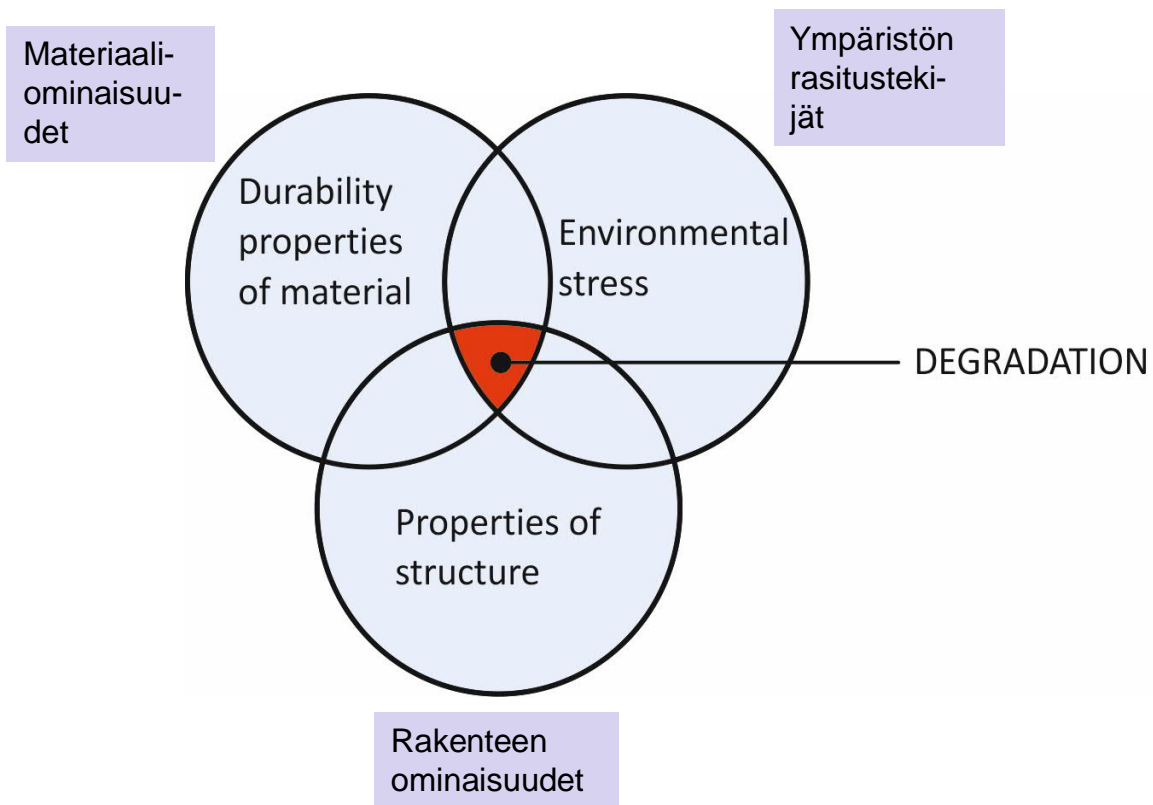
Pentti, M., Mattila, J., Wahlman, J. 1998. Betonijulkisivujen ja –parvekkeiden korjaaminen, osa I: rakenteet, vaurioituminen ja kuntotutkimus. Tampere, Tampere University of Technology, Structural Engineering. Publication 87. 157 p.

Pentti M. 1994. Rakennusvaipan korjaaminen. In Kaivonen J-A, editor. Rakennusten korjaustekniikka ja talous. Rakennustieto Oy: Saarijärvi; 1994. Pp. 287–358

Kuva: Arto Kōliö, Renovatek Oy



Vaurioittuminen



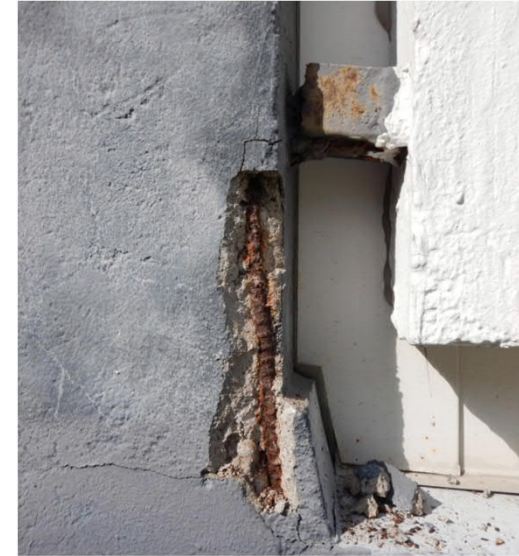
Köliö, A. 2016. Propagation of Carbonation Induced Reinforcement Corrosion in Existing Concrete Facades Exposed to the Finnish Climate. Tampere University of Technology. PhD thesis. TUT Publ. 1399. 147 p.

Betonirakentamisen vaatimukset

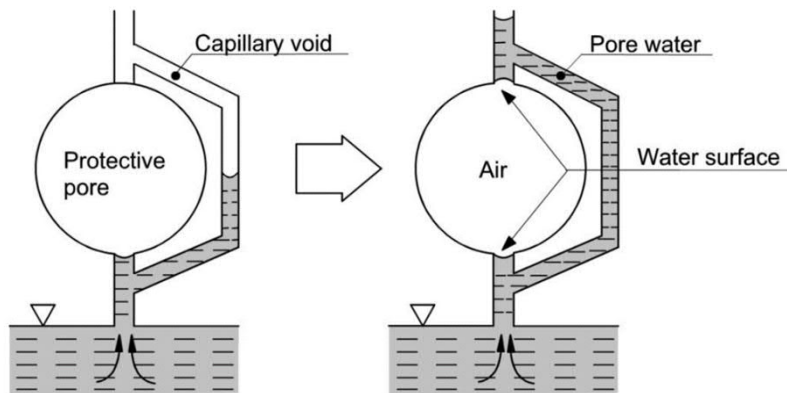
Aikakausi	Betonin lujuusluokka [MPa]	Minimi-peitepaksuus kosteus-rasitukselle altistuvalla betonille [mm]	Pakkasenkestävyys-vaatimukset
1965 – 1977	C20/25	20	-
1978 – 1979	C20/25	25	Suojahuokossuhde 0.15 (suositus)
1980 – 1989	C20/25	25	Suojahuokossuhde 0.15
1990 – 1992	C25/30	25	Suojahuokossuhde 0.20
1993 – 2003	C32/40	25	Suojahuokossuhde 0.20
2004 –	C32/40	25	Huokosjako ≤ 0.27

Lahdensivu, J. 2014. Betonijulkisivujen ja parvekkeiden säilyvyys suomalaisissa .. Tekniikan Waiheita, 3/14, Pp. 5–21.

Päävauriomekanismit



Betonijulkisivujen ja parvekkeiden toteutuminen



Suomen Betoniyhdistys. 1992. by 32 Betonirakenteiden säilyvyysohjeet ja käyttöikämitoitus. Helsinki, Suomen Betoniyhdistys ry. 66 p.

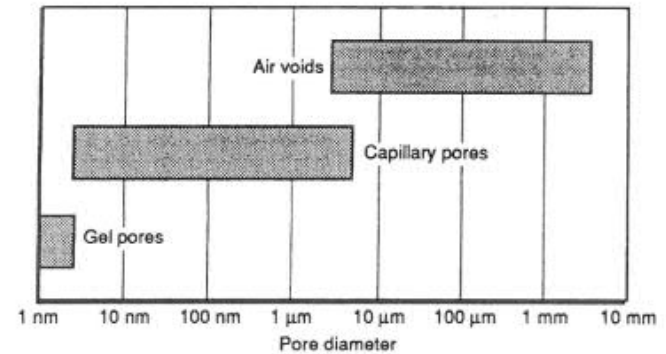


Figure 1.5 Range of pore sizes for the three basic categories of pores in concrete.

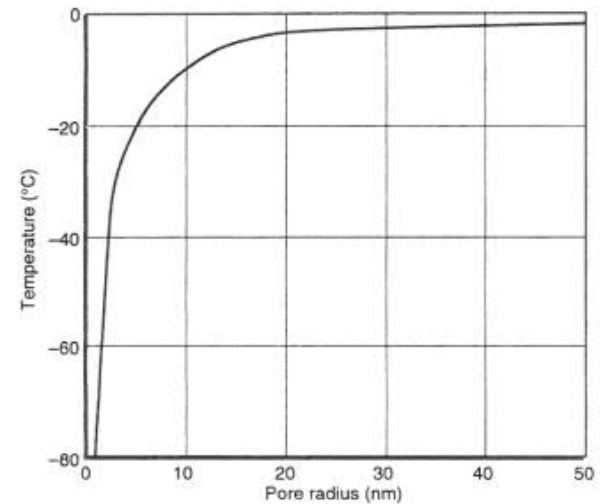
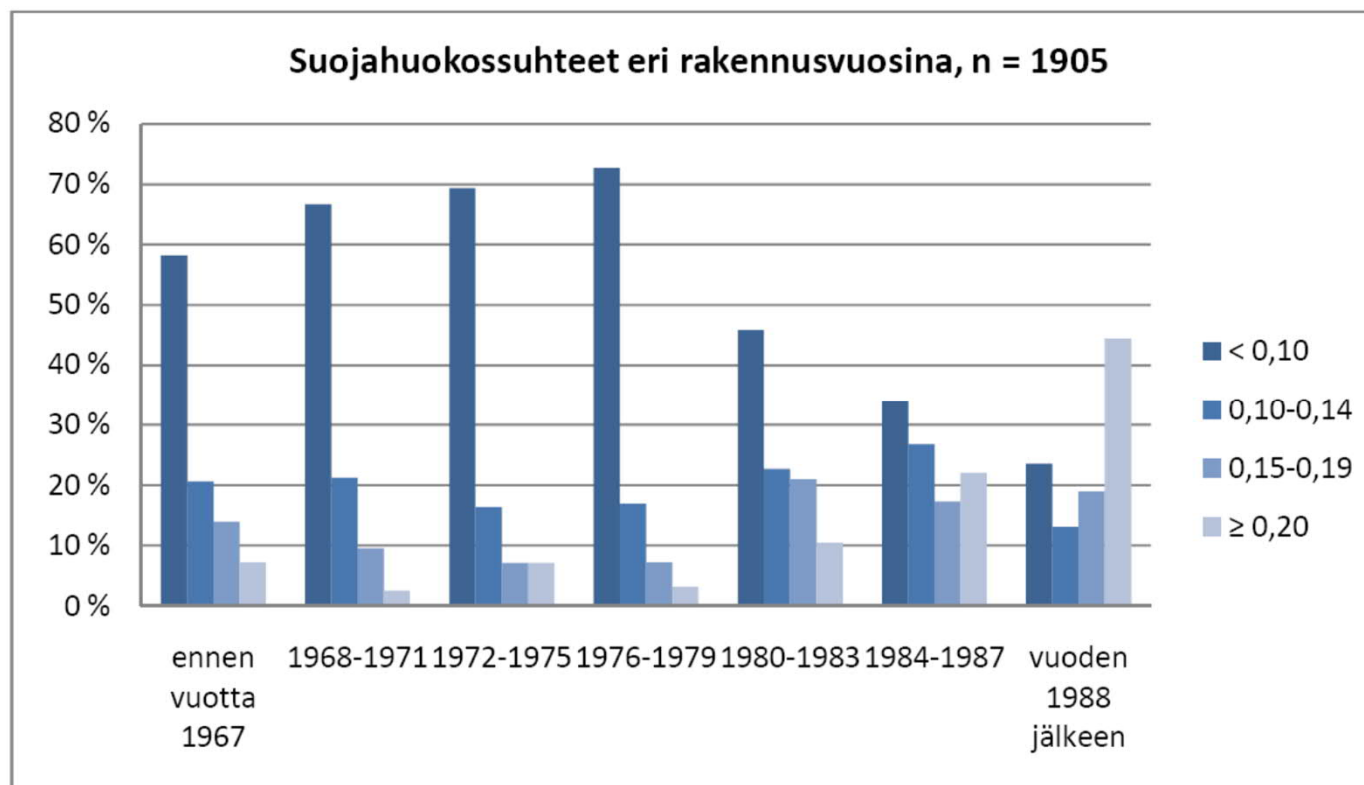


Figure 1.3 Relationship between the size of capillary pores and the temperature at which ice formation (from pure water) is possible inside these pores.

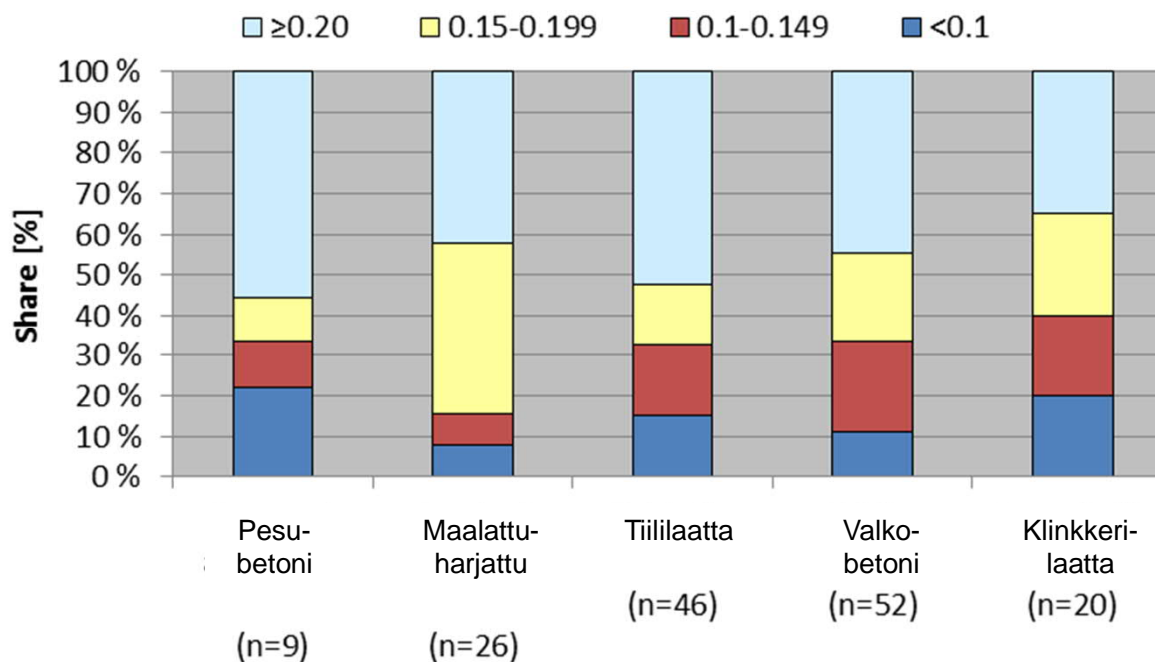
Betonijulkisivujen ja parvekkeiden toteutuminen



Weijo, I. 2008. Betoniparvekkeiden pakkasenkestävyys olemassa olevissa rakenteissa. Diplomityö. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto, Talonrakennustekniikka, 172 s

Betonijulkisivujen ja parvekkeiden toteutuminen

Suojahuokossuhteen jakautuminen vuosina 1990 – 1996 rakennetuissa betonielementtijulkisivuissa

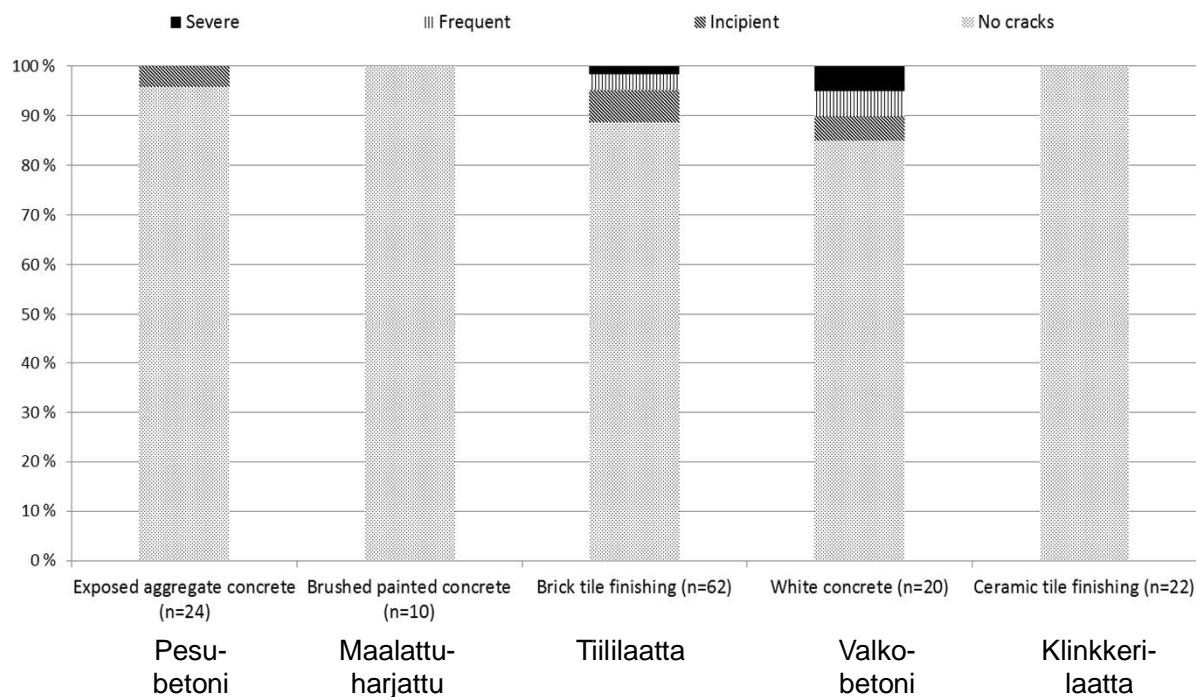


Nykymääräystaso
(vuodesta 1989): $\geq 0,20$

Jonkinasteinen pakkasen-
kestävyys: $\geq 0,10$

Betonijulkisivujen ja parvekkeiden toteutuminen

Tehdyt pakkasrapautumahavainnot 1990 – 1996 rakennetuissa betonielementtijulkisivuissa



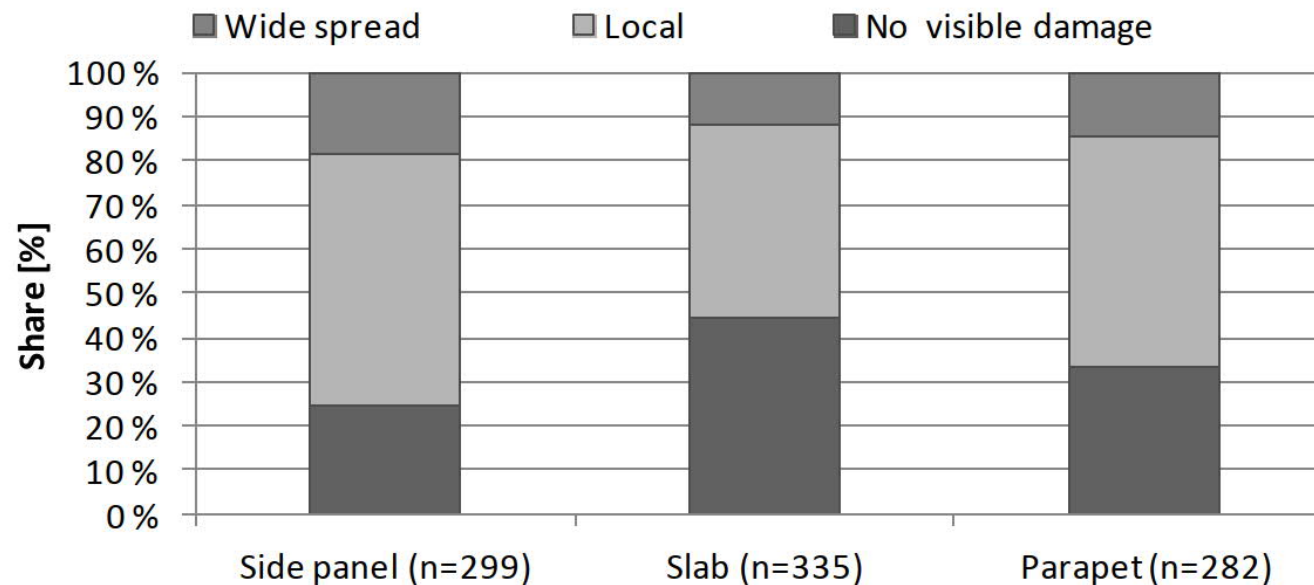
HUOM! Rakennusten nuori ikä (tutkimushetkellä 11-16 vuotta)

Kaikissa tutkituissa esim. pesubetonilla 46 %:ssa paikallista, 16 %:ssa laaja-alaista pakkasrapautumaa

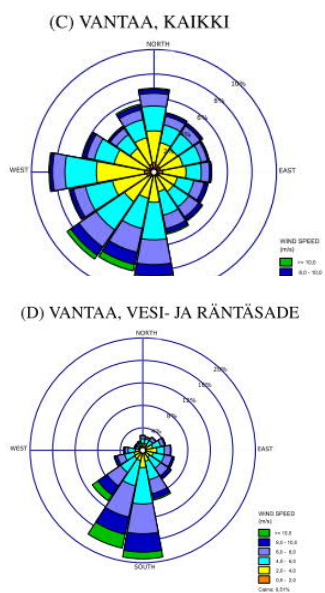
Betonijulkisivujen ja parvekkeiden vaurioituminen

	Rannikko [jäätymis- sulamissykli- määrä, $t \leq -5$ °C]	Sisämaa [jäätymis- sulamissykli- määrä, $t \leq -5$ °C]
Alkavaa pakkasrapautumaa	307	388
Pitkälle edennyttä pakkasrapautumaa	320	400

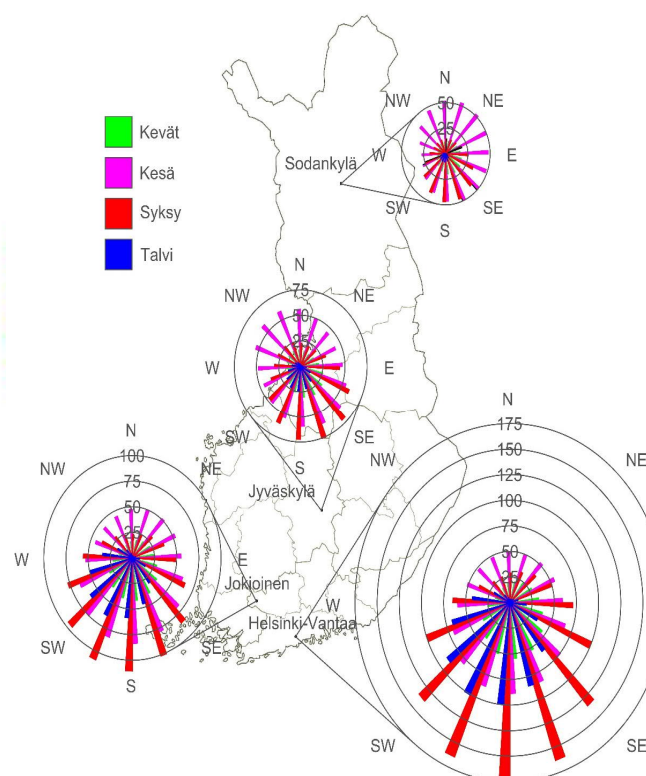
Betonijulkisivujen ja parvekkeiden vaurioituminen



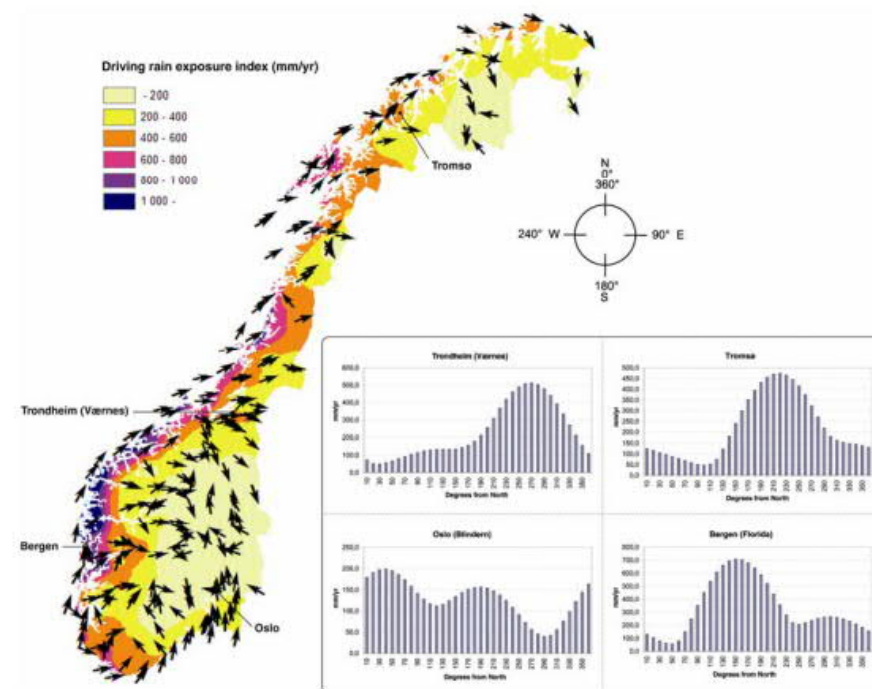
Rasitusolot



Jylhä, K., Ruosteenoja, K., Tietäväinen H., et al. 2011. Rakennusfysiikan ilmastollisten testivuosien sääaineistot nykyisessä ilmastossa ja arviot tulevaisuuden muutoksista. Väiliraportti. Ilmatieteen laitos. Helsinki. 6 s. 20 liites.

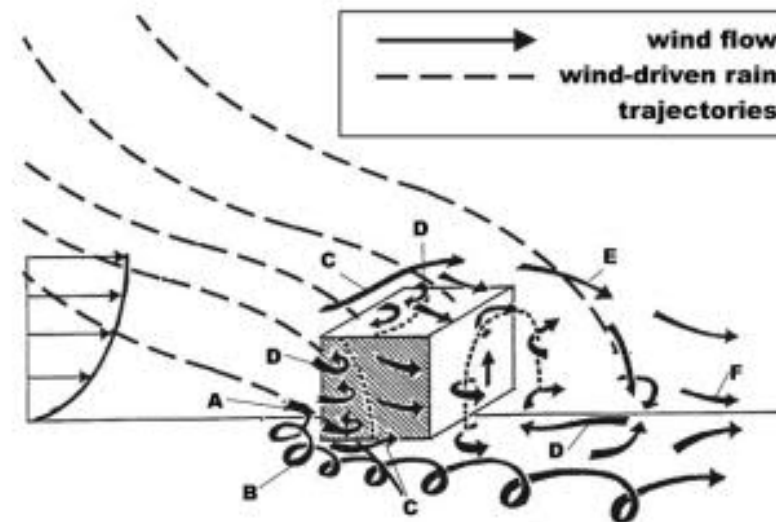
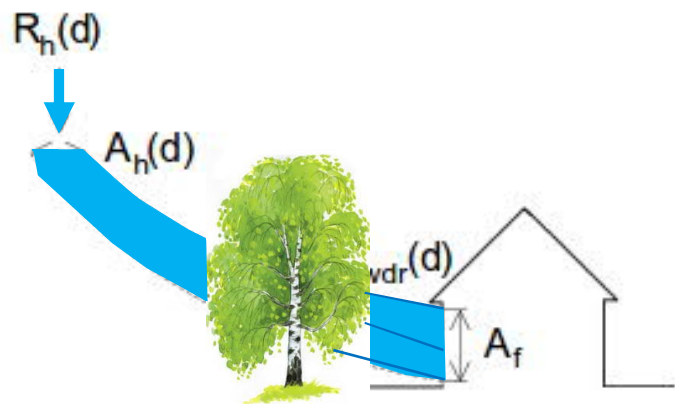


Lemberg, A.M., Lahdensivu, J., Köliö, A., Paakkala, T. 2019. Eristerappausjärjestelmien kuntotutkimusohje [Guideline for Condition Investigation of ETICS]. Julkisivuyhdistys ry. Available: www.julkisivuyhdistys.fi/oppaat. 108 p., 2 app.



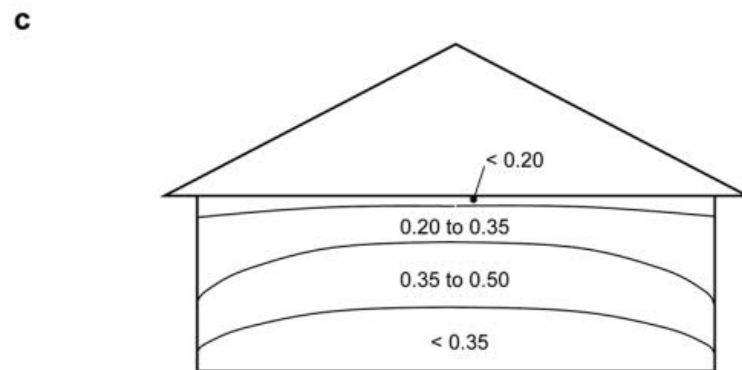
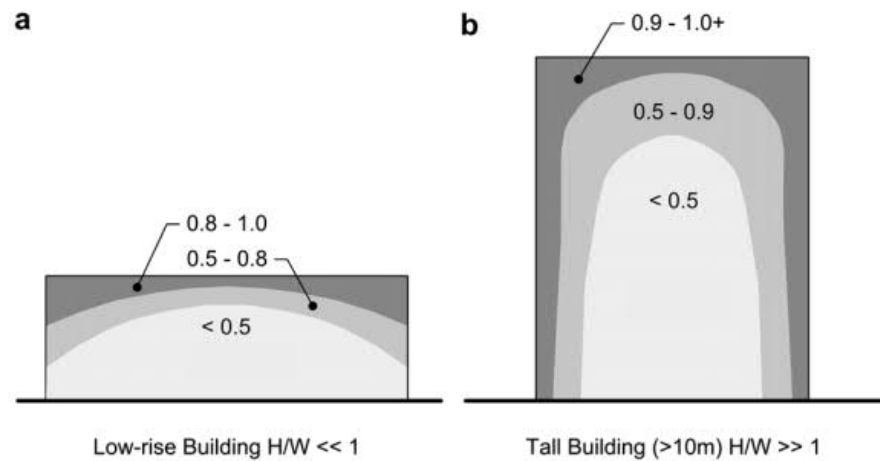
Lisø, K.R. 2006. Building envelope performance assessments in harsh climates: Methods for geographically dependent design. Trondheim, Norwegian University of Science and Technology. Doctoral Theses at NTNU 185. 187 p.

Rasitusolot - viistosade



Blocken, B., Carmeliet, J. 2004. A review of wind-driven rain research in building science. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, Volume 92, Issue 13. Pp. 1079-1130.

Rasitusolot viistosade



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.

Ilmastonmuutosennusteet

Hiilidioksiidi suurin saastuttaja

San Francisco (UPI)

TIEDEMIEHET esittivät varoituksen ihmiskunnalle, että saastuminen voisi muuttaa valtameren lämpötilaa ja maan ilmastoa. E. D. Goldberg, valtameriä tutkiva kemisti, kertoi Amerikan geofysikaalisen liiton kokouksessa, että ihminen muuttaa ympäristöään melkein yhtä paljon kuin luonto itse. --

Goldberg kehotti aloittamaan koulutusohjelman, jotta voitaisiin mitata sellaisten kemikaalien kuten lyijyn, elohopean ja petroolin aiheuttamia kasvavia vahinkoja.

J. O. Fletcher, fyysikkotiedemies Santa Monicasta, Kaliforniasta, sanoi, että ihmisellä on vain muutamia vuosikymmeniä aikaa saastumisen aiheuttaman ongelman ratkaisemiseen.

"Erittäin tärkeitä muutoksia on tapahtunut meidän elin-aikanamme" Fletcher sanoi.

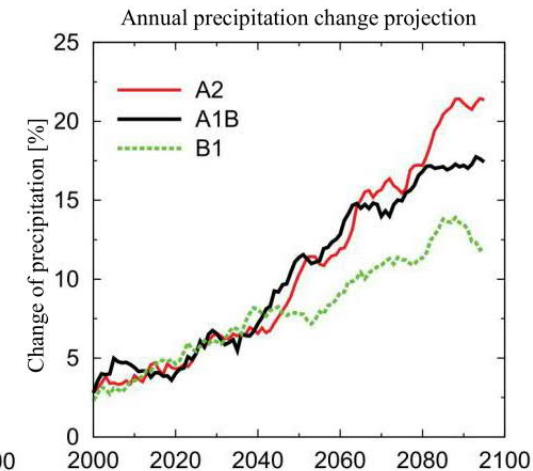
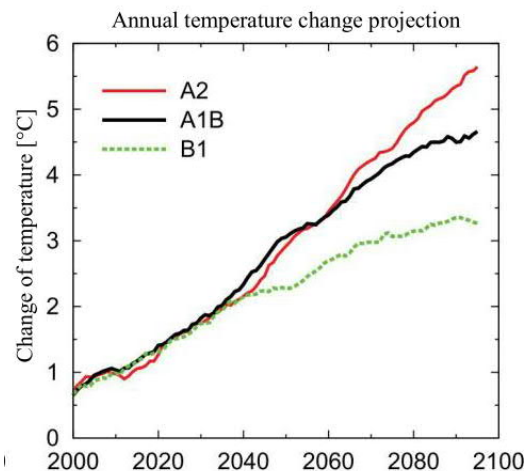
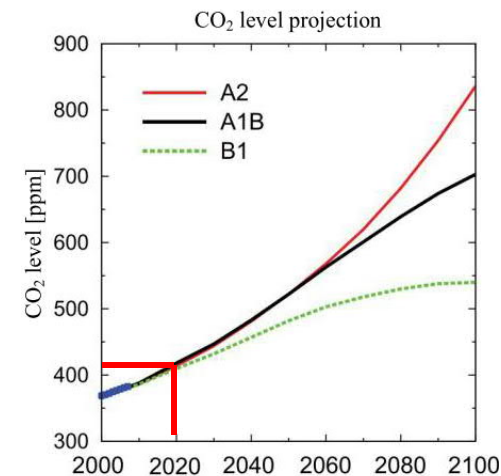
"Ei ole olemassa mitään todisteita siitä, että ihmisen

vaikutus olisi pienempi kuin luonnon. Kuitenkin jo seuraavan sukupolven aikana ihmisestä tulee tärkeä, ja hiilidioksiidisaastutuksesta kaikkein tärkein."

Hiilidioksiidilla, joka on aiheuttanut lähes puolet maapallon lämmön noususta 20. vuosisadan alkupuolella, on ollut paljon suurempi vaikutus kuin pölyllä, lialla ja savulla.

Maapallon lämpö voisi aiheuttaa maan jääpeitteen sulamista ja vaikuttaa sen ilmastoon.

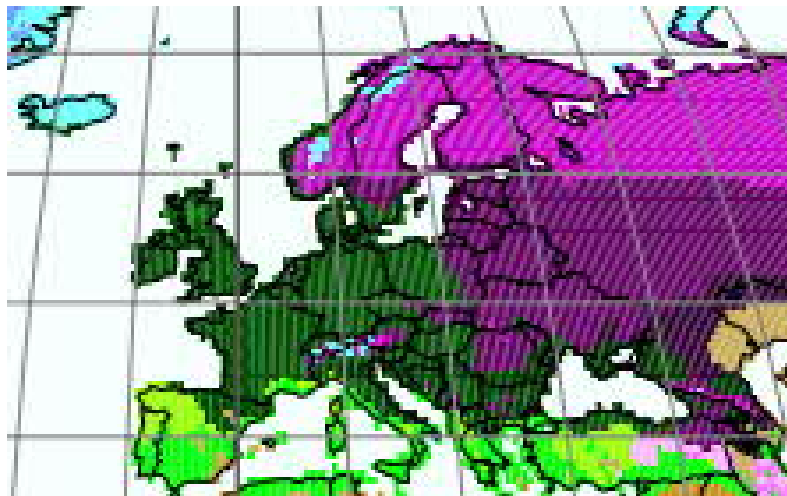
Helsingin Sanomat.
27.12.2019, "HS 50 vuotta sitten". Saatavilla:
<https://www.hs.fi/historia/art-2000006353435.html>



Jylhä, K., Ruosteenoja, K., Räisänen, J., Venäläinen, A., Tuomenvirta, H., Ruokolainen, L., Saku, S., Seitola, T. 2009. The changing climate in Finland: estimates for adaption studies. ACCLIM project report 2009. Finnish Meteorological Institute. Reports 2009:4. Helsinki. 78 p. 36 app.

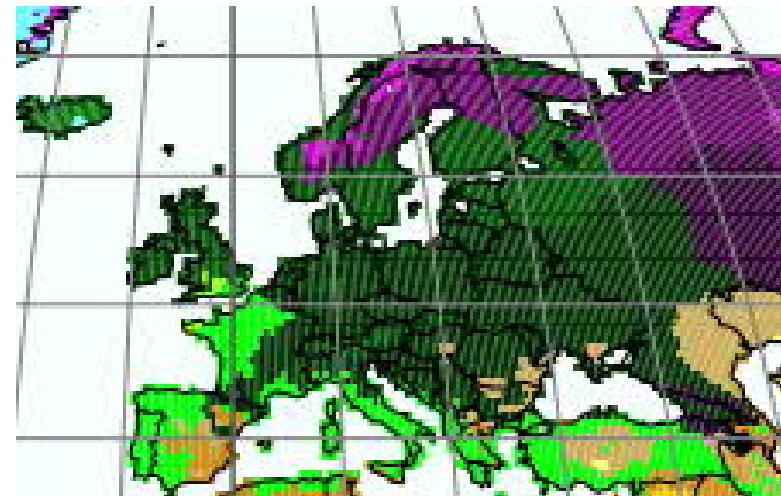
Ilmastonmuutosennusteet

Main climates	Precipitation	Temperature	
A: equatorial	W: desert	h: hot arid	F: polar frost
B: arid	S: steppe	k: cold arid	T: polar tundra
C: warm temperate	f: fully humid	a: hot summer	
D: snow	s: summer dry	b: warm summer	
E: polar	w: winter dry	c: cool summer	
	m: monsoonal	d: extremely continental	



1951 to 2000

Kottek, M., Grieser, J., Beck C., Rudolf, B, Rubel, F. 2006. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, 15(3), Pp. 259–263.



period 2076 - 2100

Rubel, F, Kottek, M.. 2010. Observed and projected climate shifts 1901–2100 depicted by world maps of the Köppen-Geiger climate classification. *Meteorologische Zeitschrift* 19(2), Pp. 135–141.

Miksi tutkia?

- Suuri osa betonisesta asuinrakennuskannasta on tai lähestyy korjausikää
- Varsinkaan alun elementtirakentamisen laatu ei ole vastannut nykyilmaston vaatimuksia
 - Kestäneet kuitenkin melko hyvin nykyisiä olosuhteita
- Ilmastonmuutos voi muuttaa rakenteiden vaurioitumisen kannalta oleellisia olosuhteita merkittävästi

Mitä tutkittiin?

- Miten ilmastonmuutosennusteet vaikuttavat betonirakenteiden pitkäaikaiskestävyyden kannalta kriittisiin olosuhteisiin, kuten:
 - sateen intensiteetti
 - tuulen voimakkuus ja suunta
 - jäätymis-sulamissyklit?
- Miten ilmastonmuutos vaikuttaa julkisivu- ja parvekebetonin päävauriomekanismien etenemiseen?
- Miten ilmastonmuutos vaikuttaa julkisivujen eri osiin ja parvekerakenteisiin?
- Tarvitaanko ilmastonmuutokseen sopeutumiseksi uusia vaatimuksia korjaus- tai uudisrakentamisen ratkaisuihin?

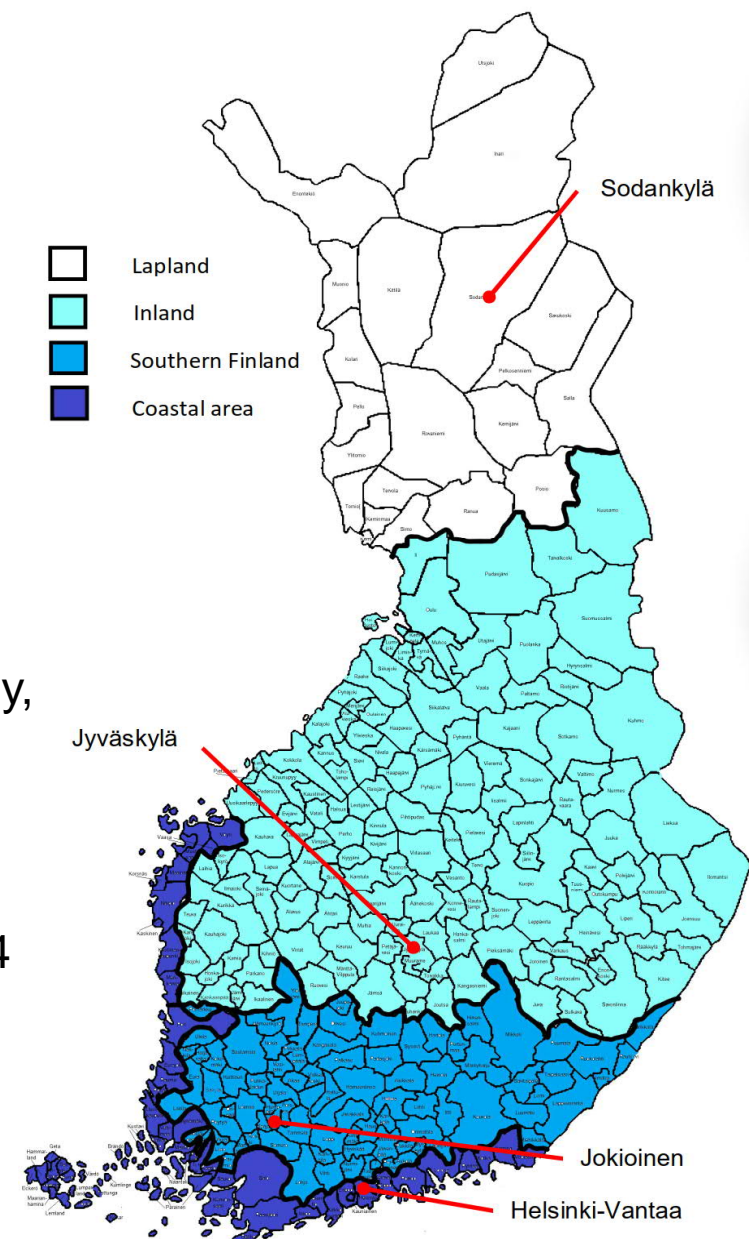
Tutkimusaineisto

- 947 betonielementtirakennuksen kuntotutkimustiedot (BeKo-tietokanta)
 - perustiedot: rakennusvuosi, tutkimusvuosi, korkeus, koko, sijainti, pintatyyppi jne.
 - aistinvaraiset havainnot: halkeilu, lohkeilu, pinnoitteen vauriot
 - betoniteräksiin liittyvät tiedot: halkaisija, peitepaksuus, korroosiovauriot, karbonatisoitumissyvyys, betonin kloridipitoisuus
 - betoniin liittyvät tiedot: kiviaineskoko ja -tyyppi, sementtityyppi, tiivistymisaste, suojuhuokossuhde, kapillaarinen kyllästyspitoisuus, pakkasrapautuma jne.
 - elementin ulkokuoren kiinnitystapa ja parvekerakenteiden ripustustapa
 - pinnoitteiden ja saumausten vaaralliset aineet

Tutkimusaineisto

- Ilmastodata neljältä paikkakunnalta (Helsinki-Vantaa, Jokioinen, Jyväskylä, Sodankylä)
 - nykyilmasto (1980-2009): lämpötila, auringonsäteily, tuuli, sademäärä, ilman suhteellinen kosteuspitoisuus
 - ilmastonmuutosennusteiden (IPCC 2007, A2 skenaario) mukaiset tunnitaiset projektiot vuosille 2015-2044 (2030), 2035-2064 (2050) ja 2085-2114 (2100)

Ruosteenoja, K., Jylhä, K., Mäkelä, H., Hyvönen, R., Pirinen, P., Lehtonen, I. 2013a. Weather data for building physics test years in the observed and projected future climate. Reports No. 2013:1. Finnish Meteorological Institute. Helsinki. 36 p. 9 app.



Tutkimusmenetelmät

1) Vapaa viistosade

$$I_A = \frac{2 \sum vr^{\frac{8}{9}} \cos(D-\theta)}{N}$$

2) Seinälle osuva viistosade

$$I_{WA} = I_A C_R C_T OW$$

3) Karbonatsoitumissyvyys

$$x = k \cdot \sqrt{t}$$

4) Karbonatsoitumissyvyys

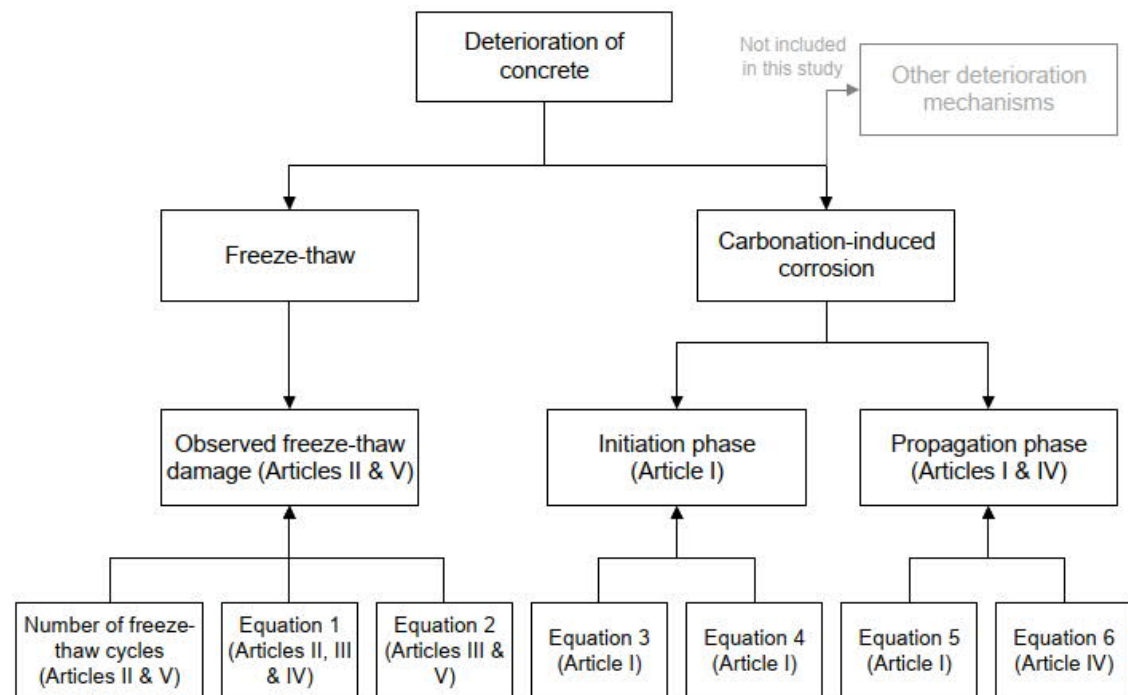
$$x_c = \sqrt{2 \cdot k_e \cdot k_c \cdot R_{NAC}^{-1} \cdot C_s} \cdot \sqrt{t} \cdot \left(\frac{t_0}{t}\right)^w$$

5) Korroosiosyvyys

$$x_{corr} = \sum_{i=1}^{t_{prop}} r_i$$

6) Korroosiovirrantiheys

$$I_{corr} = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + (\beta_2 \cdot x_2 + \beta_3 \cdot x_3 + \beta_4 \cdot x_4) + v$$



1) & 2) SFS-EN ISO 15927-3 2009

3) Tuutti, K. 1982. Corrosion of steel in concrete. Stockholm. Swedish Cement and Concrete Research Institute. CBI Research 4:82. 304 p.

4) International Federation for Structural Concrete. 2006. fib Bulletin No. 34. Model Code for Service Life Design. Lausanne. 116 p.

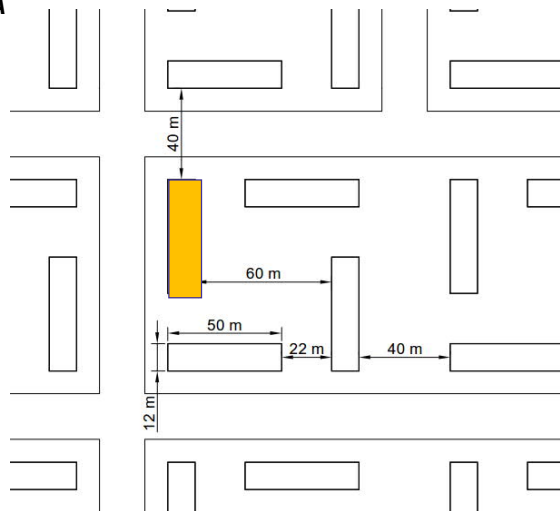
5) Köliö A., Pakkala T. A., Lahdensivu J., Kiviste M. 2014. Durability demands related to carbonation induced corrosion for Finnish concrete buildings in changing climate. Engineering Structures, 62-63 (2014). Pp. 42–52.

6) Köliö, A., Pakkala, T.A., Hohti, H., Laukkarinen, A., Lahdensivu, J., Mattila, J., Pentti, M. 2017. The corrosion rate in reinforced concrete facades exposed to outdoor environment. Materials and Structures, 50(1), Pp. 1-16.

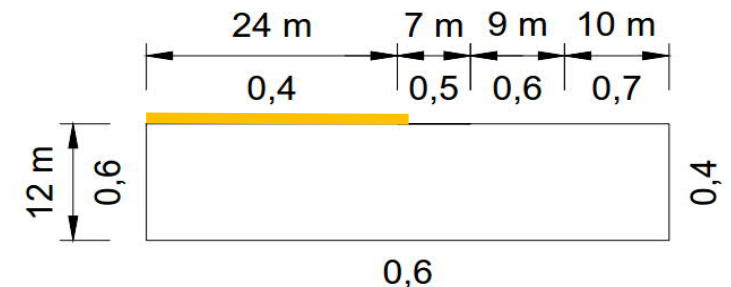
Multi-storey building with flat roof (pitch < 20°)	0,2 for a ten-storey building, for example, but with a higher intensity at top	<u>0,5 for top 2,5 m</u> 0,2 for remainder
--	--	---

Viistosadelaskenta

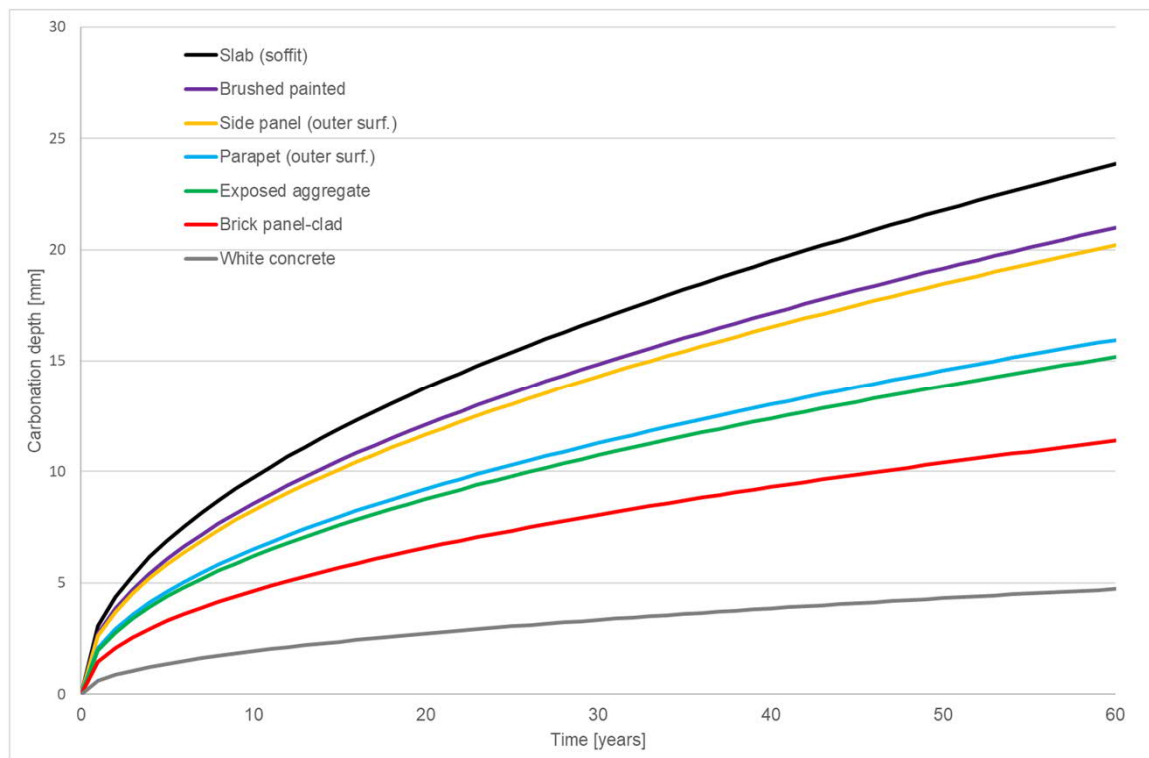
- **Vapaa viistosade I_A :**
pystypinnalle osuva osa sateesta lentokenttöolosuhteissa
- **Seinälle osuva viistosade I_{WA}**
huomioon otetaan vapaan viistosademäärän lisäksi:
 - esteet
 - sijainti
 - korkeus ja muoto
 - luonnonmuodot lähellä rakennusta



Maastoluokka	Kuvaus	K_z	z_0	z_{min}
I	Avomeri tai merelle avoin rannikko Järvet tai tasanko, jolla on enintään vähäistä kasvillisuutta eikä tuuliesteitä	0,17	0,01	2
II	Alue, jolla on matalaa heinää tai siihen verrattavaa kasvillisuutta ja erillisiä esteitä (puita, rakennuksia), joiden etäisyys toisistaan on vähintään 20 kertaa esteen korkeus	0,19	0,05	4
III	Alueet, joilla on säännöllinen kasvipeite tai rakennuksia tai erillisiä tuuliesteitä, joiden keskinäinen etäisyys on enintään 20 kertaa esteen korkeus (kuten kylät, esikaupunkialueet, pysyvä metsä)	0,22	0,3	8
IV	Alueet, joiden pinta-alasta vähintään 15 % on rakennusten peitossa ja niiden keskimääräinen korkeus ylittää 15 m	0,24	1	16



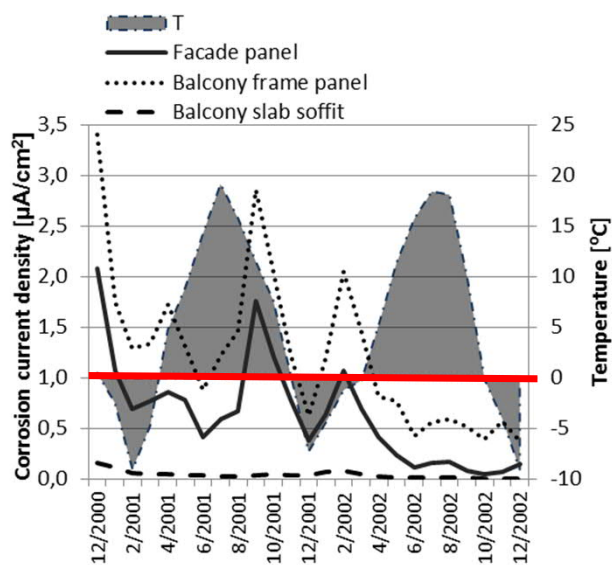
Karbonatisoituminen $x = k \cdot \sqrt{t}$



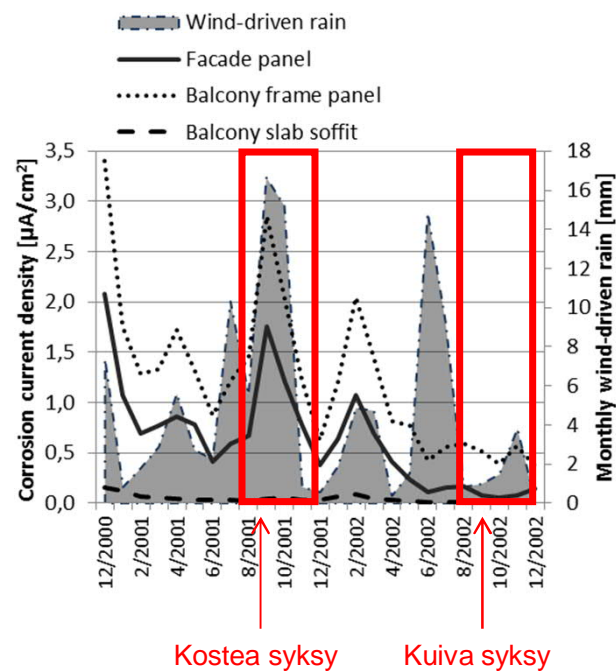
Lahdensivu, J. 2012. Durability Properties and Actual Deterioration of Finnish Concrete Facades and Balconies. Tampere University of Technology. PhD thesis. TUT Publ. 1028. 117 p.

Korroosiovirrantiheys

Lämpötilan vaikutus



Viistosateen vaikutus

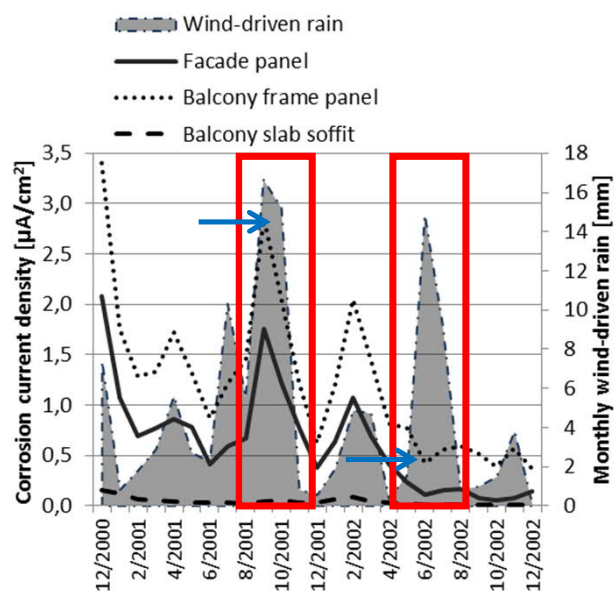


Köliö, A., Hohti, H., Pakkala, T.,
Laukkarinen, A., Lahdensivu, J., Mattila, J.
2015. Raudoitteiden korroosionopeuden
määrittäminen betonijulkisivussa korkean
resoluution saadatan avulla.
Rakennusfysiikka 2015. Pp. 195–203.

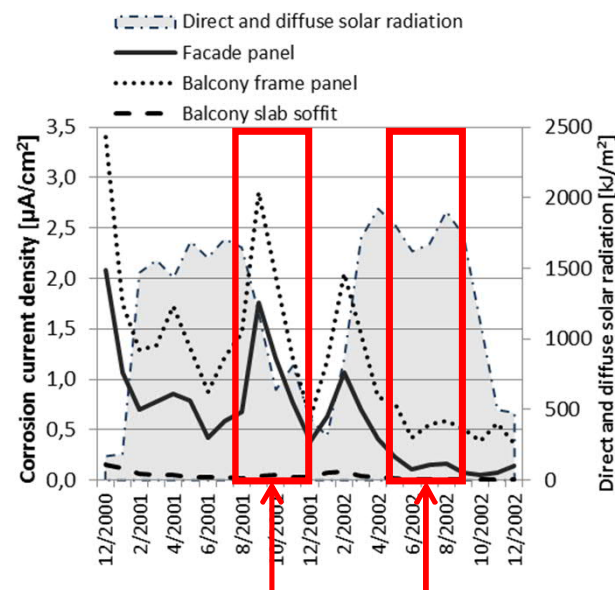
Korroosiovirrantiheys

Köliö, A., Hohti, H., Pakkala, T.,
Laukkarinen, A., Lahdensivu, J., Mattila, J.
2015. Raudoitteiden korroosionopeuden
määrittäminen betonijulkisivussa korkean
resoluution saadatan avulla.
Rakennusfysiikka 2015. Pp. 195–203.

Viistosateen vaikutus



Auringon säteilyn vaikutus

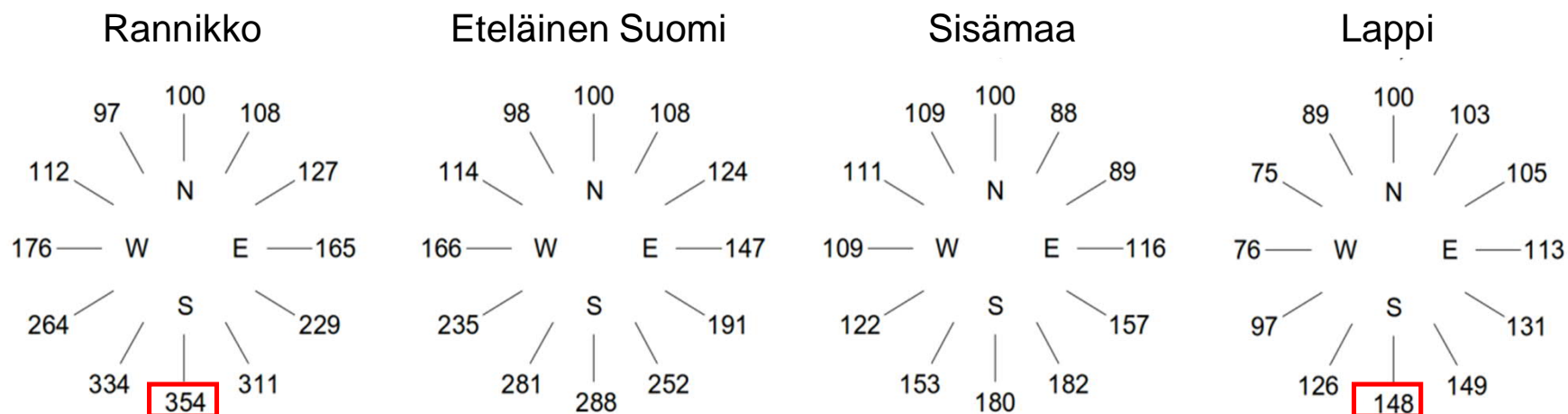


Vähän auringonsäteilyä,
paljon vesisadetta

Paljon auringonsäteilyä
ja lämmintä

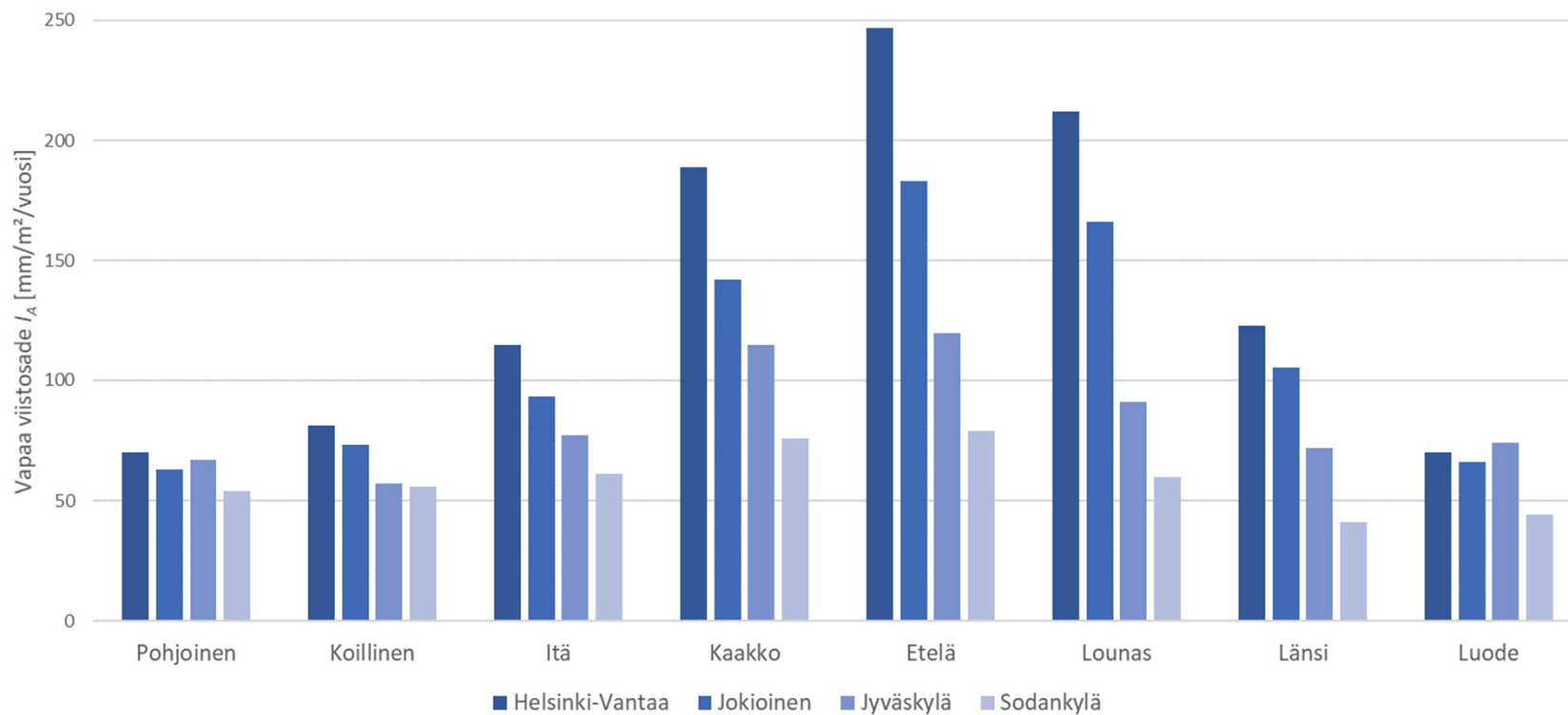
Tulokset

Vapaa viistosademäärä suhteessa pohjoiseen - nykyilmasto



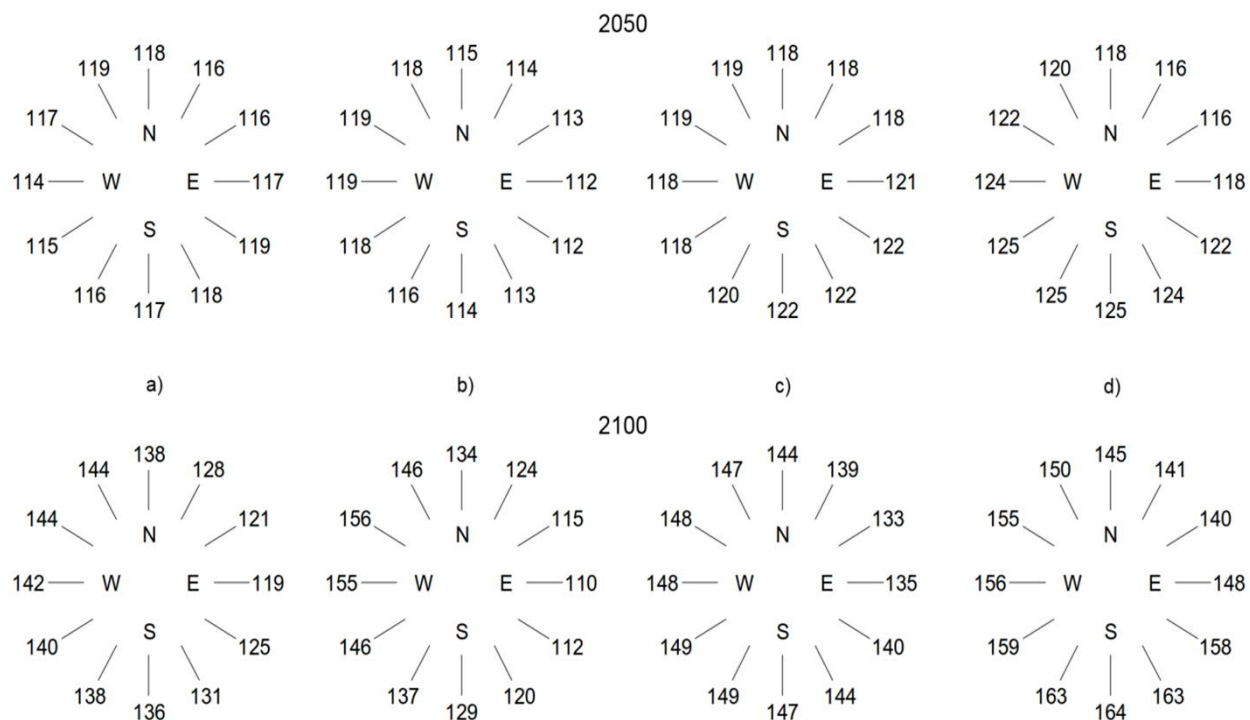
Tulokset

Vapaa viistosademäärä - nykyilmasto



Tulokset

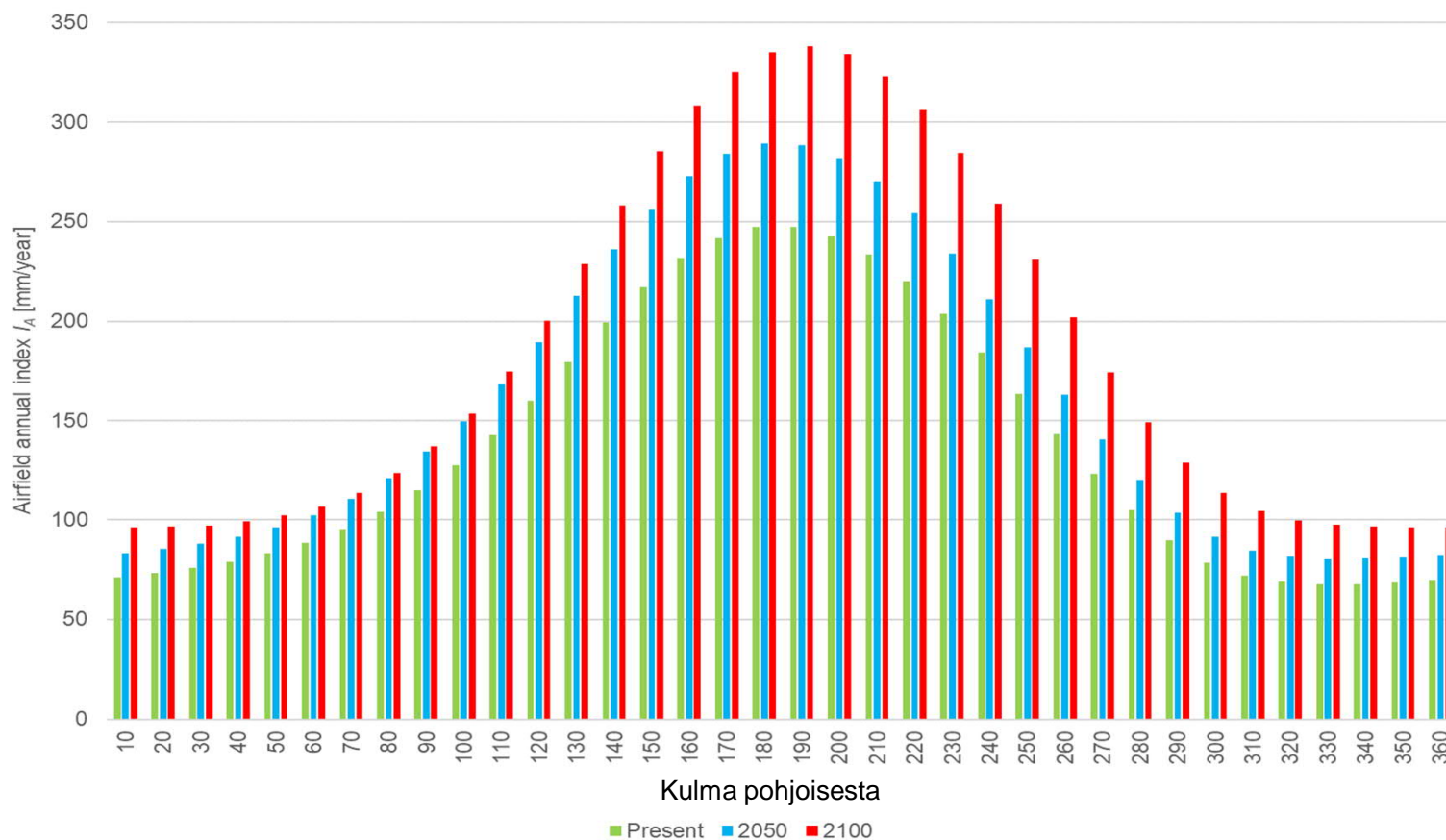
Ilmastonmuutoksen vaikutus viistosademääriin



Pakkala, T. A., Lemberg, A.-M., Lahdensivu, J., Pentti, M. 2016. Climate change effect on wind-driven rain on facades. *Nordic Concrete Research*, Publication 54 1/2016. Pp. 31–49.

Tulokset

Ilmastonmuutoksen vaikutus viistosademäärään

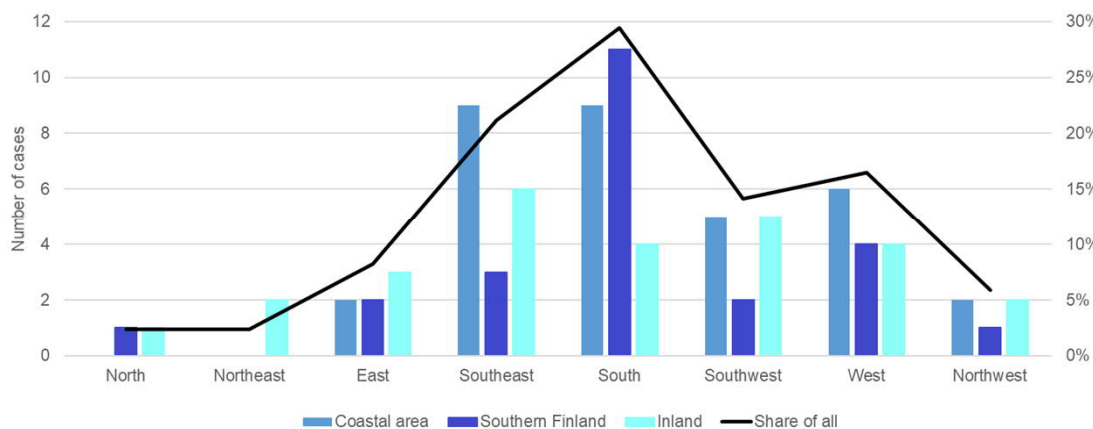


Pakkala, T. A., Lemberg, A.-M., Lahdensivu, J., Pentti, M. 2016. Climate change effect on wind-driven rain on facades. *Nordic Concrete Research*, Publication 54 1/2016. Pp. 31–49.

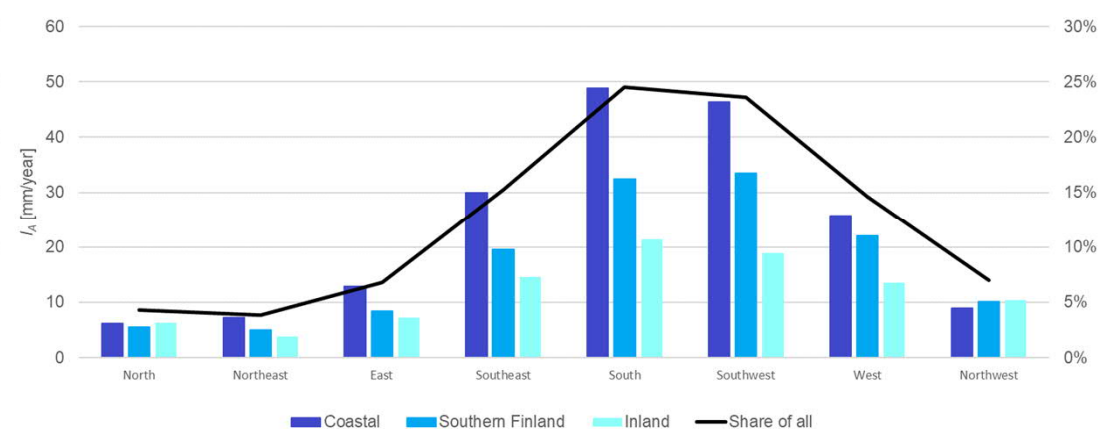
Tulokset

Viistosademäärä vs. pakkasrapautuma

Vasaroimalla havaittu pitkälle edennyt pakkasrapautuma



Viistosademäärä julkisivulle max. 72 h ennen pakkassykliä



Pakkala, T. A., Lahdensivu, J. Huuhka, P., Kivioja, H., Lemberg, A.-M. 2019. Freeze-thaw Damage Dependence on Wind-driven Rain of Outdoor Exposed Concrete – A Case Study. *Nordic Concrete Research*, Publication no. 61 2/2019

Tulokset

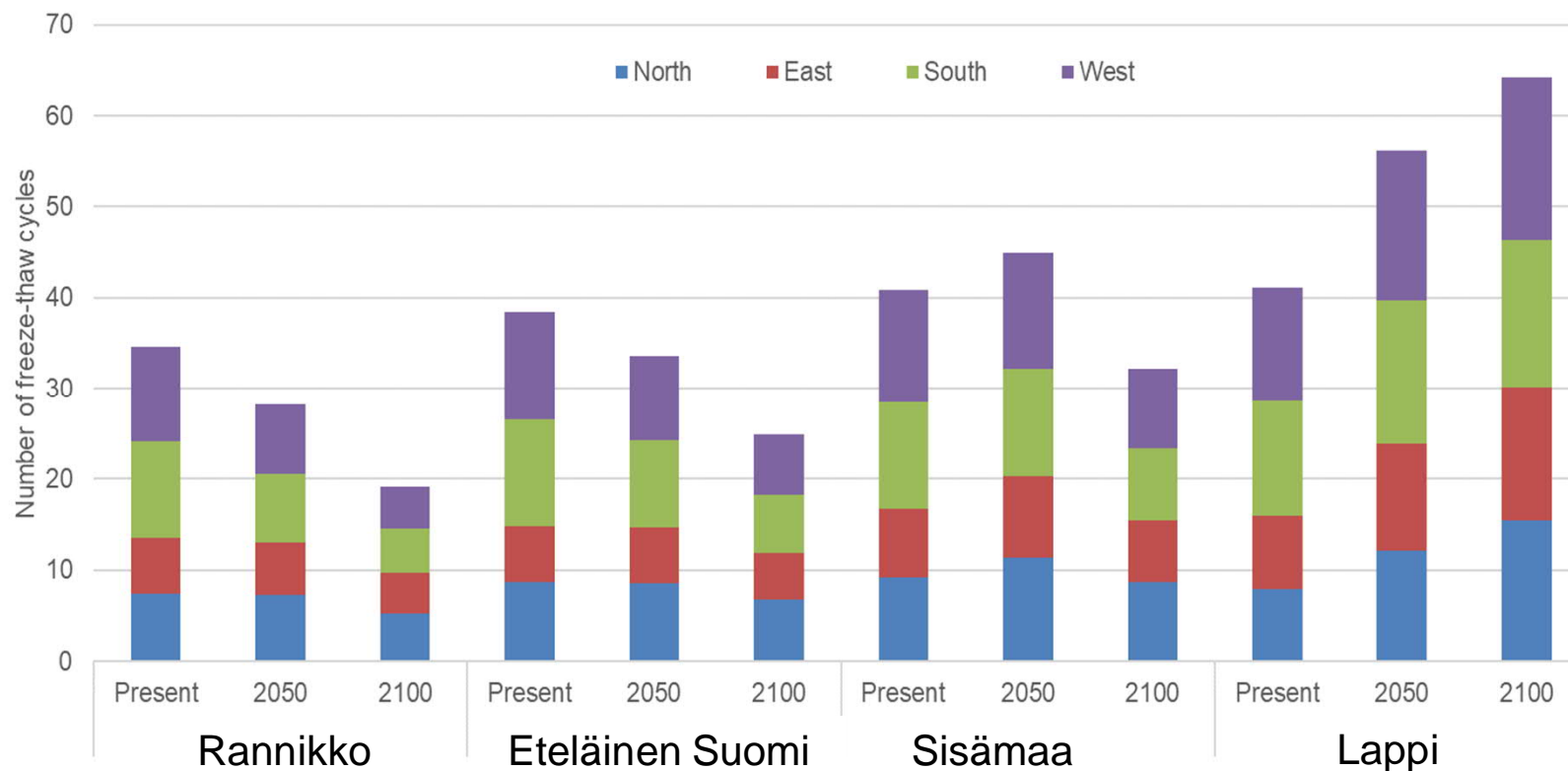
Ilmastonmuutoksen vaikutus pakkasrapautumisen nopeuteen

Rakennus- vuosi	Rannikko (vuosia)		Sisämaa (vuosia)	
	$t \leq -5 \text{ °C}$	$t \leq -10 \text{ °C}$	$t \leq -5 \text{ °C}$	$t \leq -10 \text{ °C}$
2000	26	35	37	45
2030	40	61	40	58
2050	50	78	41	59
2100	79	350	53	90

Pakkala, T. A., Köliö, A. Lahdensivu J., Kiviste M.
2014. Durability demands related to frost attack for
Finnish concrete buildings in changing climate.
Building and Environment, 82 (2014). Pp. 27–41.

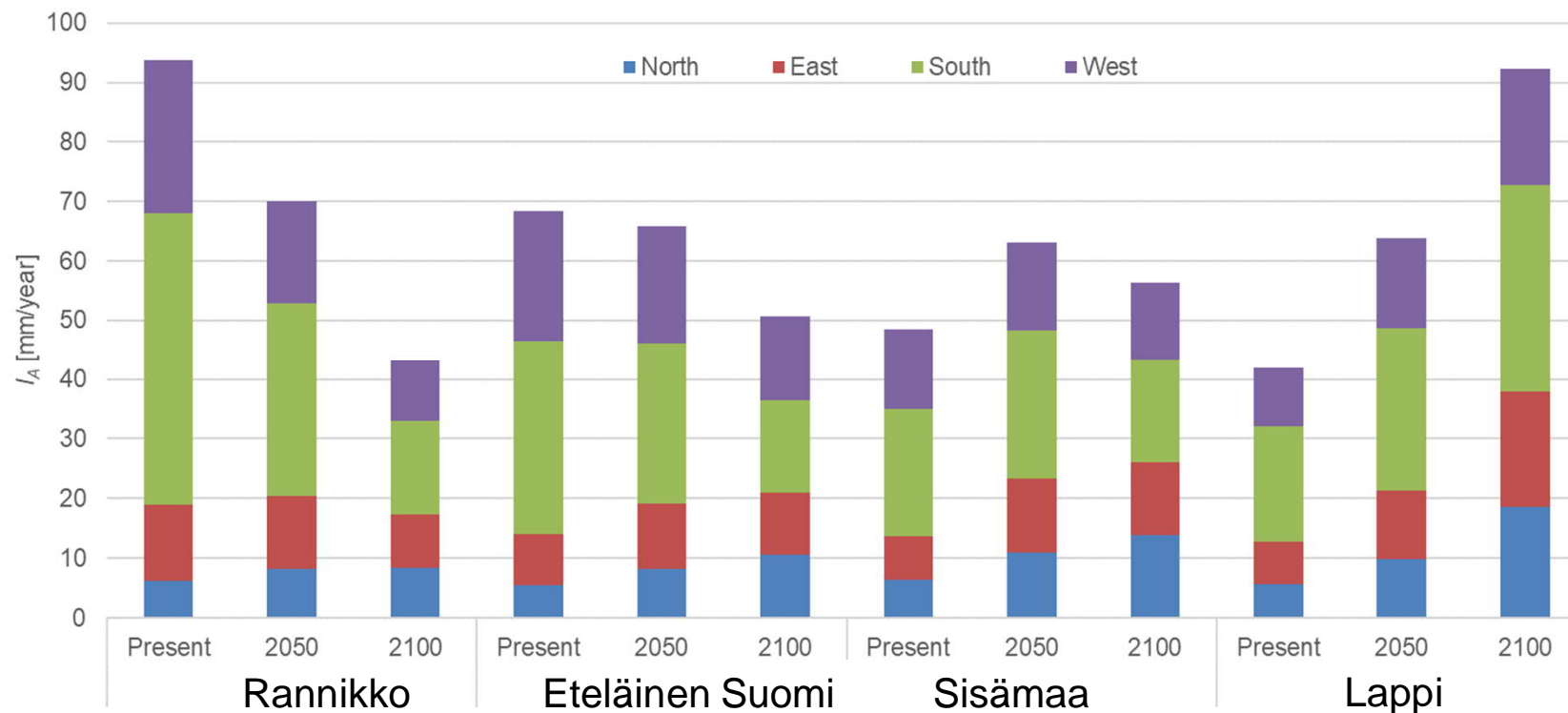
Tulokset

Ilmastonmuutoksen vaikutus sateen jälkeisten (max. 72 h) jäätymissulamissykliä (-5 °C) määrään



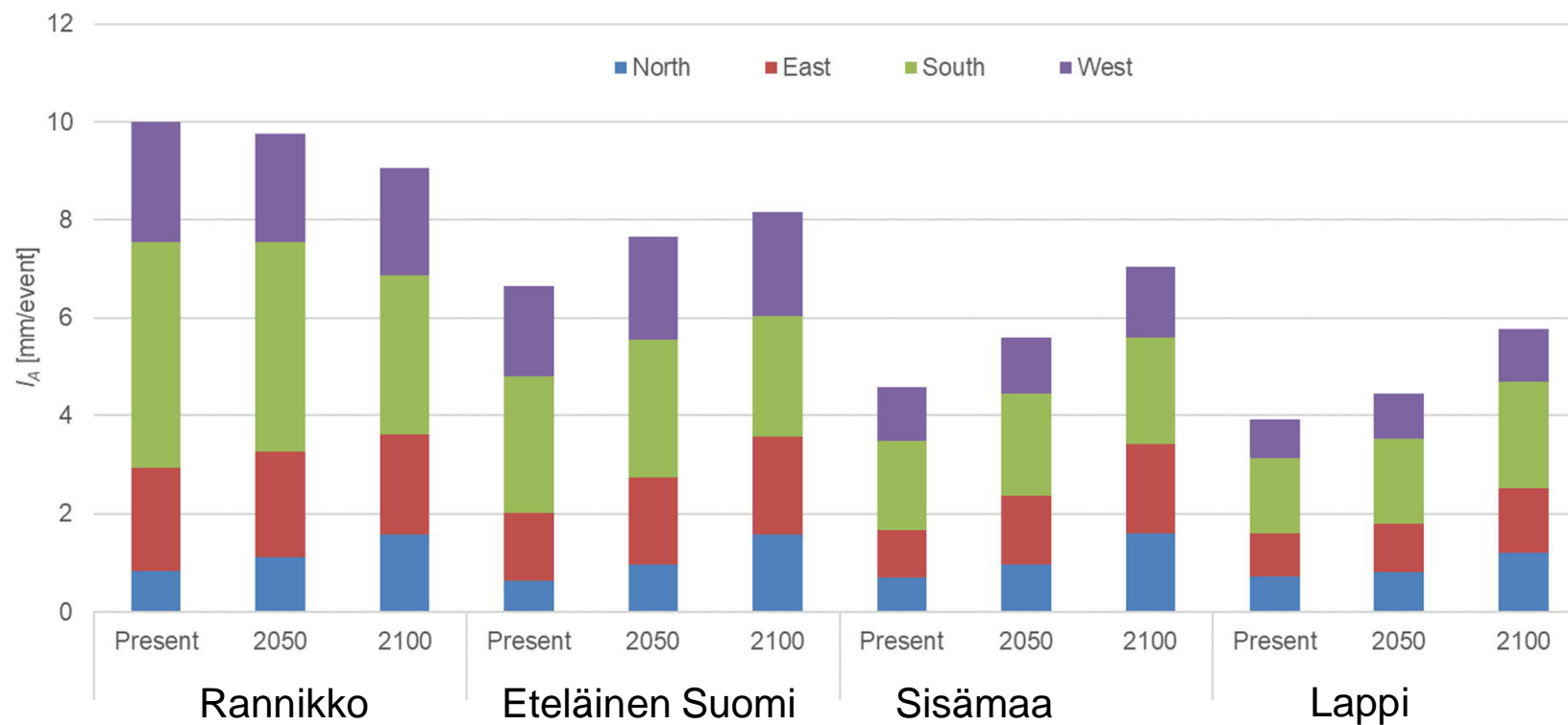
Tulokset

Ilmastonmuutoksen vaikutus vuotuisen viistosademäärään
max. 72 h ennen jäätymissulamissykliä (-5 °C)



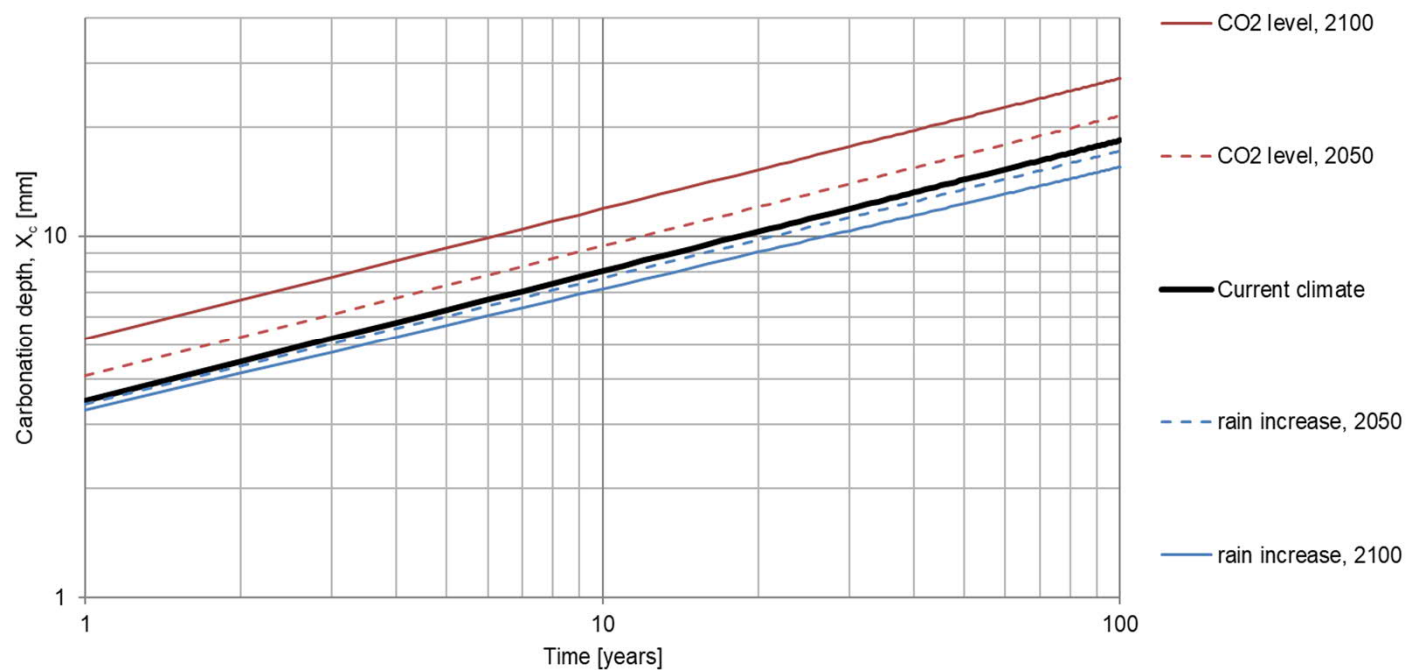
Tulokset

Ilmastonmuutoksen vaikutus viistosademäärään max. 72 h ennen yksittäistä jäätymissulamissykliä (-5 °C)



Tulokset

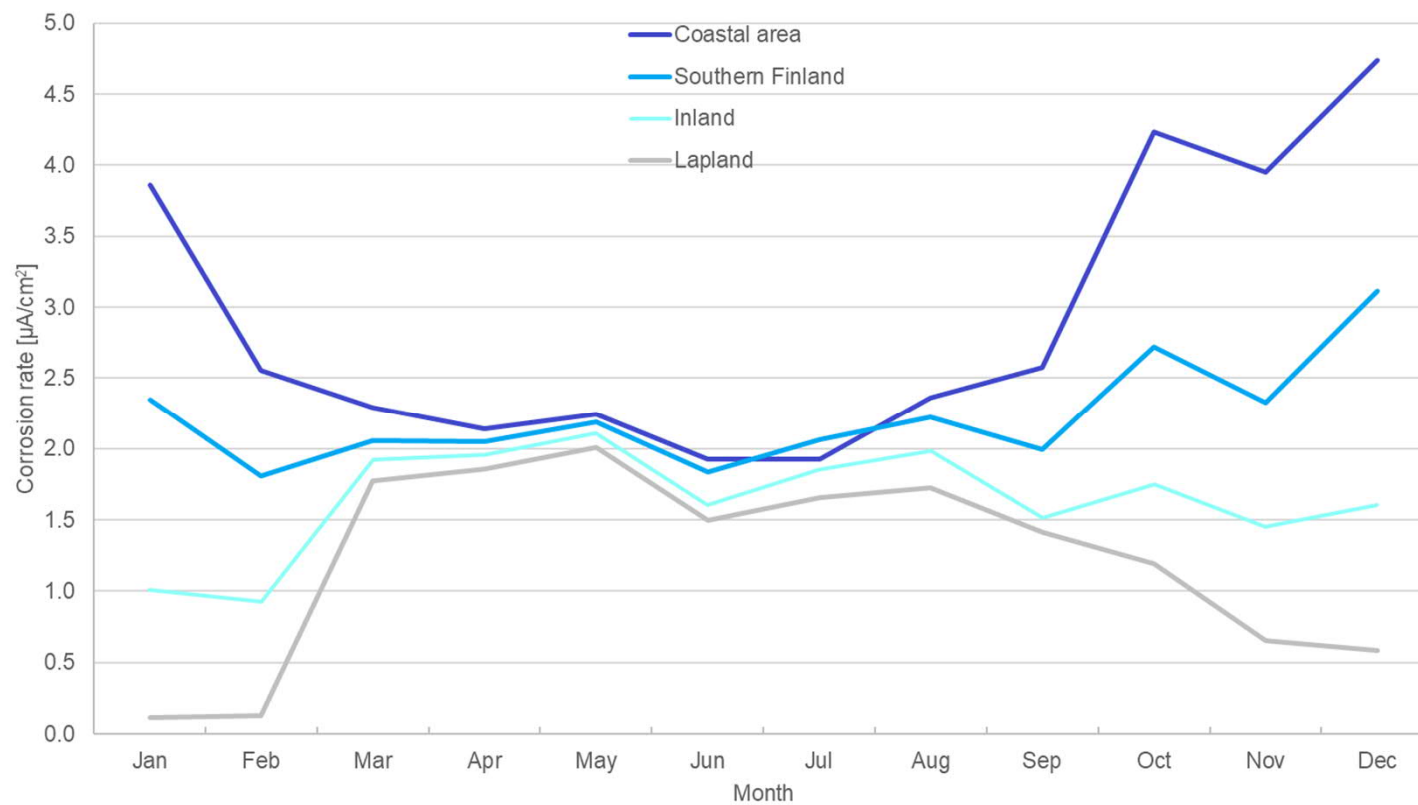
Ilmastonmuutoksen vaikutus karbonatisoitumisnopeuteen



Köliö A., Pakkala T. A., Lahdensivu J., Kiviste M. 2014. Durability demands related to carbonation induced corrosion for Finnish concrete buildings in changing climate. *Engineering Structures*, 62-63 (2014). Pp. 42–52.

Tulokset

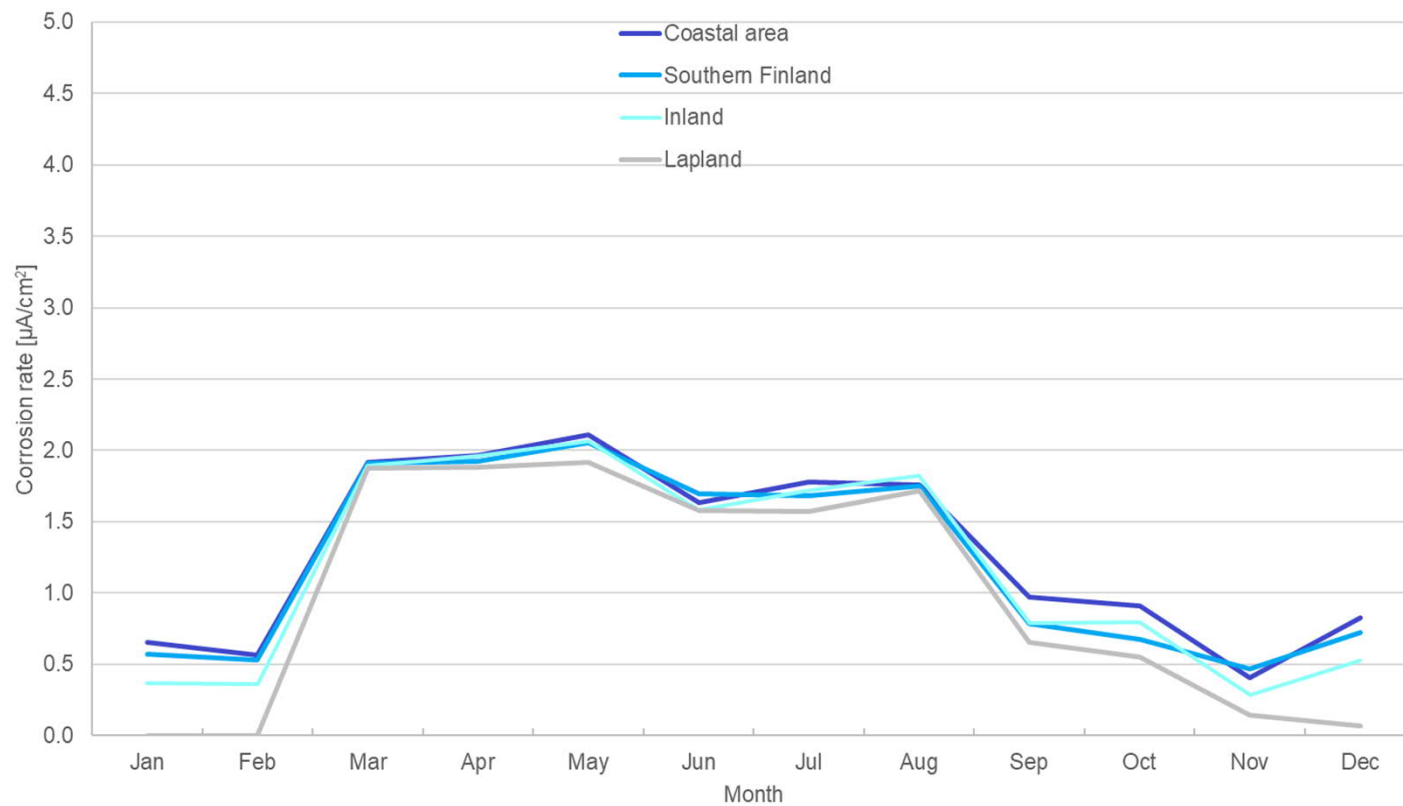
Korroosionopeus – eteläinen julkisivu



Pakkala, T. A., Köllö, A., Lahdensivu, J., Pentti, M. 2019. Predicted corrosion rate on outdoor exposed concrete structures. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 37 (5). Pp. 679–698.

Tulokset

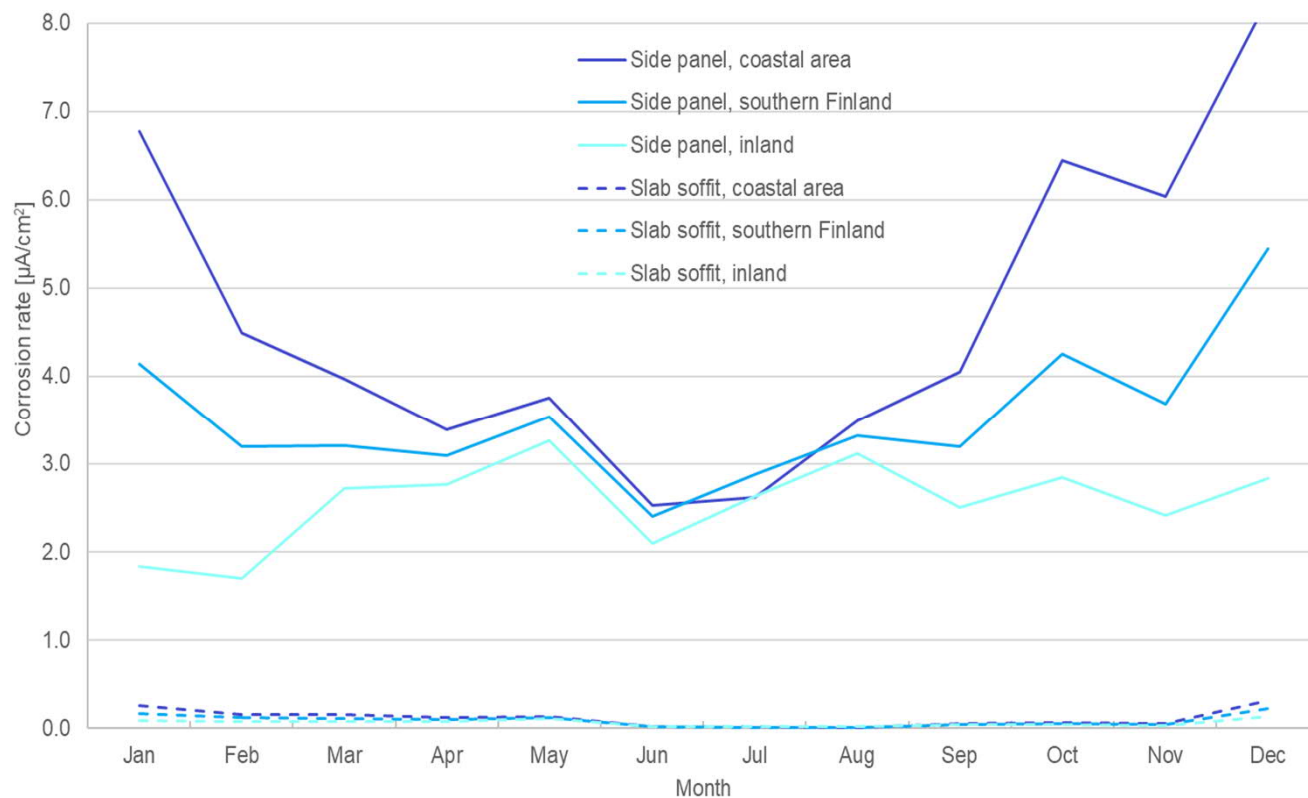
Korroosionopeus – pohjoinen julkisivu



Pakkala, T. A., Köllö, A., Lahdensivu, J., Pentti, M. 2019. Predicted corrosion rate on outdoor exposed concrete structures. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 37 (5). Pp. 679–698.

Tulokset

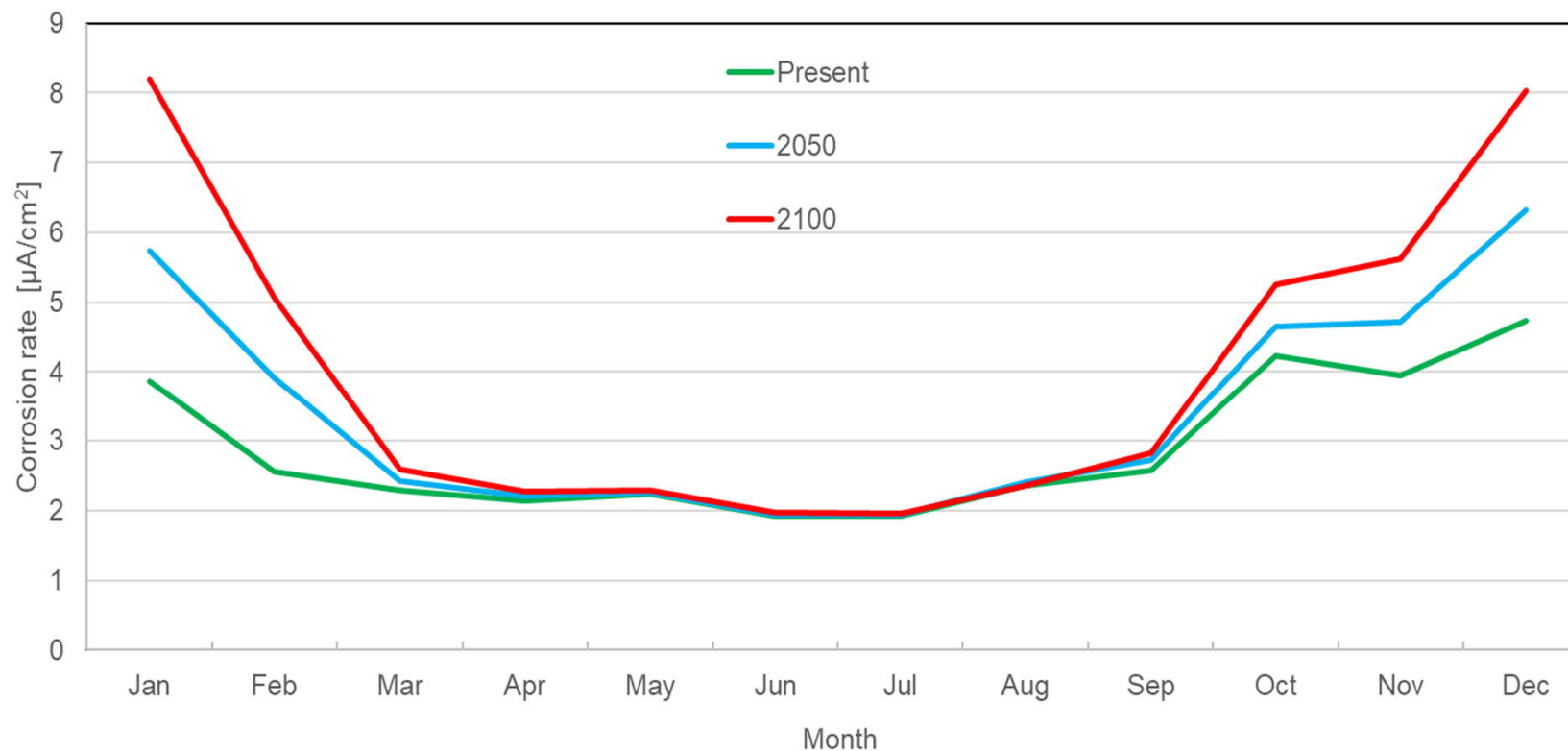
Korroosionopeus – parvekerakenteet



Pakkala, T. A., Köllö, A., Lahdensivu, J., Pentti, M. 2019. Predicted corrosion rate on outdoor exposed concrete structures. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 37 (5). Pp. 679–698.

Tulokset

Ilmastonmuutoksen vaikutus korroosionopeuteen (rannikko, eteläinen julkisivu)



Pakkala, T. A., Köliö, A.,
Lahdensivu, J., Pentti, M. 2019.
Predicted corrosion rate on
outdoor exposed concrete
structures. International Journal
of Building Pathology and
Adaptation, 37 (5). Pp. 679–
698.

Tulokset

Ilmastonmuutoksen vaikutus aktiivisen korroosion nopeuteen

Ilmasto	Rannikko [vuotta]	Eteläinen Suomi [vuotta]	Sisämaa [vuotta]	Lappi [vuotta]
Nyky	5.7	6.1	8.2	37.5
2050	5.3	5.5	7.4	37.5
2100	5.3	5.1	6.1	19.7

Köliö A., Pakkala T. A., Lahdensivu J., Kiviste M. 2014. Durability demands related to carbonation induced corrosion for Finnish concrete buildings in changing climate. Engineering Structures, 62-63 (2014). Pp. 42–52.

Yhteenveto

- Olosuhderasitus on hyvin sijainti- ja suuntariippuvaista
- Laatu puutteita on ollut vielä nykyvaatimusten mukaisissa betonirakennuksissa
- Viistosaderasitus kasvaa voimakkaasti varsinkin syys- ja talviaikaan, jolloin kuivumisolosuhteet heikot
- Jäätymissulamissyklit vähenevät lähes koko maassa, mutta intensiteetti kasvaa
- Karbonatisoituminen saattaa osin hidastua, mutta aktiivisen korroosion nopeus kasvaa
- Olosuhteissa sisämaa lähestyy rannikkoa ja pohjoinen sisämaata
- Suojaamalla vedeltä ja viistosateelta voidaan vaurioitumisnopeutta hidastaa merkittävästi
- Nykyvaatimusten mukainen betoni kestää ilmastonmuutoksen rasitukset

Mitä tehdä?

- Panostus laatuun korjaamisessa
 - **jokainen rakennus ja sen mikroilmasto on erilainen!**
- Kohdistuneiden (länsi-kaakko) rasiusten erityinen huomioon ottaminen:
 - räystäät, parvekelasitus, aluesuunnittelu jne.
 - vain tunnettuja, kestäviä ratkaisuja rasitetuimmille alueille / ilmansuunnille
 - vikasietoisuus, ns. sadetakkisuojaus
- Kiinteistöjen pitkän tähtäimen suunnitelmiin panostaminen
 - kuntotutkimukset ajallaan
 - huoltosykliden lyhentäminen

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.julkisivuyhdistys.fi

https://twitter.com/ren_tut

