



Rakenteiden käyttöiän jatkaminen torjuu ilmastonmuutosta

Rakennetekniikan päivä 24.3.2026
Rakenteiden korjaaminen ja elinkaaritekniikka
Jukka Lahdensivu

Tutkimusalueet

Rakenteiden korjaaminen ja elinkaaritekniikka

Korjausrakentaminen

- Materiaalien säilyvyysominaisuudet
- Materiaalien ja rakenteiden vaurioituminen
- Käyttöikämallit

Korjaamisen energiatehokkuus

- Rakennuskannan energiatehokkuuteen vaikuttavat asiat
- Korjaamisen vaikutus energiatehokkuuteen

Materiaalitehokkuus ja hiilijalanjälki

- Rakennusosien uudelleenkäyttö
- DfD
- Korjausrakentamisen hiilijalanjälki
- Vähähiilisten materiaalien vaikutus käyttöikänsä

Ilmastomuutokseen sopeutuminen

- Ilmastomuutoksen vaikutukset erilaisiin rasisutustekijöihin
- Sään vaikutukset materiaalien vanhenemiseen
- Vaurioitumisen ennaltaehkäisy

Väitöstutkimukset: Korjausrakentaminen

- Jukka Lahdensivu: Durability properties and actual deterioration of Finnish concrete facades and balconies. 2012
- Arto Köliö: Propagation of carbonation induced reinforcement corrosion in existing concrete facades exposed to Finnish climate. 2016
- Petri Annala: Model for early detection of moisture and mould damage. 2022
- Tero Marttila: Relation of Moisture Damage and Other Observations from Building Condition Assessments to the Perceived IAQ and Symptom Reporting by Primary School Children. 3 papers published
- Pirkko Kekäläinen: Alkali-Silica Reaction in Concrete Structure in Finland – the reacting aggregate and correlation between petrographic study and mechanical testing. 1 paper published
- Niko Lindman: Predicting the Rate of Freeze-Thaw Damage of Existing Concrete Facades in Changing Climate. Pre-examination 2026

Korjaamisen energiatehokkuus

- Kimmo Hilliaho: Energy saving potential and interior temperatures of glazed spaces: Evaluation through measurements and simulations. 2017

Materiaalitehokkuus ja hiilijalanjälki

- Satu Huuhka: Building 'post-growth': quantifying and characterizing resources in the building stock. 2016
- Aapo Räsänen: Quality assurance process for reuse of building components. Pre-examination 2026

Ilmastomuutokseen sopeutuminen

- Toni Pakkala: Assessment of the climate change effects on Finnish concrete facades and balconies. 2020

Henkilöt ja tutkimusinfra

Professori N.N. (tehtävän täyttö kesken)

Jukka Lahdensivu	Aapo Räsänen
Toni Pakkala	Niko Lindman
Robert Farkas	Tero Marttila
Jussa Pikkuvirta	

Tutkimusinfra

Säärasituslaitteisto (2 kpl)

Jäädytys-sulatuslaitteisto

Pikakarbonatisoimislaitteisto

Materiaalitestausta:

kloridipitoisuuden mittaustilteisto, vetolujuuslaite,
taivutus- ja puristuslujuuslaitteisto,
suojahuokossuhdemittaus

Kenttätutkimuslaitteisto

kuntotutkimusvälineistö: timanttipora,
peitepaksuusmittari, kimmoavasara jne.

Tutkimusyhteistyö

TAU

- ReCET – Renovation & Circular Economy Transition
- Betoni- ja siltarakenteet
- Rakennusfysiikka
- Materiaalitekniikka

Ulkopuolella

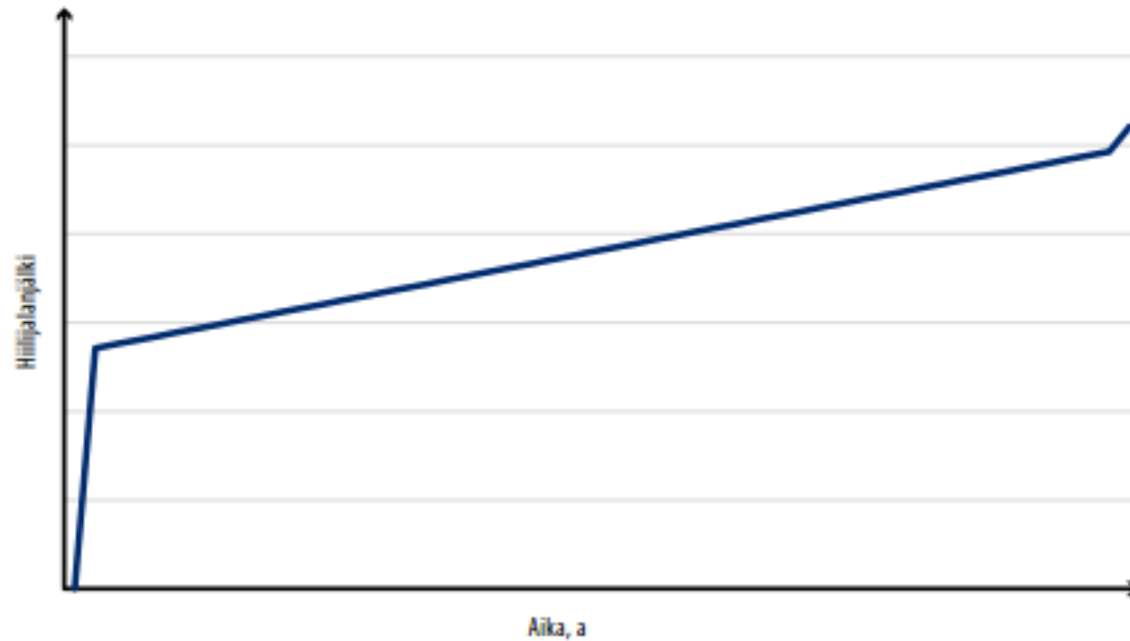
- Ilmatieteen laitos
- Helsingin yliopisto
- Terveiden ja hyvinvoinnin laitos
- Oulun yliopisto
- Aalto-yliopisto

Ulkomailla

- TU/e
- TU Delft
- DTU
- NTNU
- Lund
- KTH

Purkaa vai korjata?

Kuva 3. Periaatekuva: rakennuksen hiilijalanjäljen syntyminen aikajanalla: tuote- ja rakentamisvaiheen hiilipiikkiä seuraa päästöjen hidas kumuloituminen käyttövaiheessa. Pieni piikki elinkaaren lopussa syntyy purkamisen päästöistä.

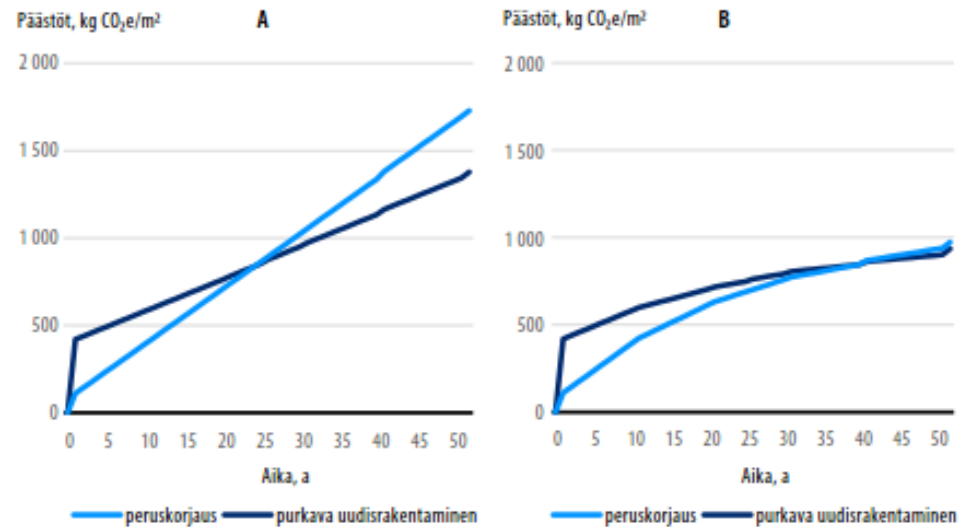


Purkaa vai korjata?

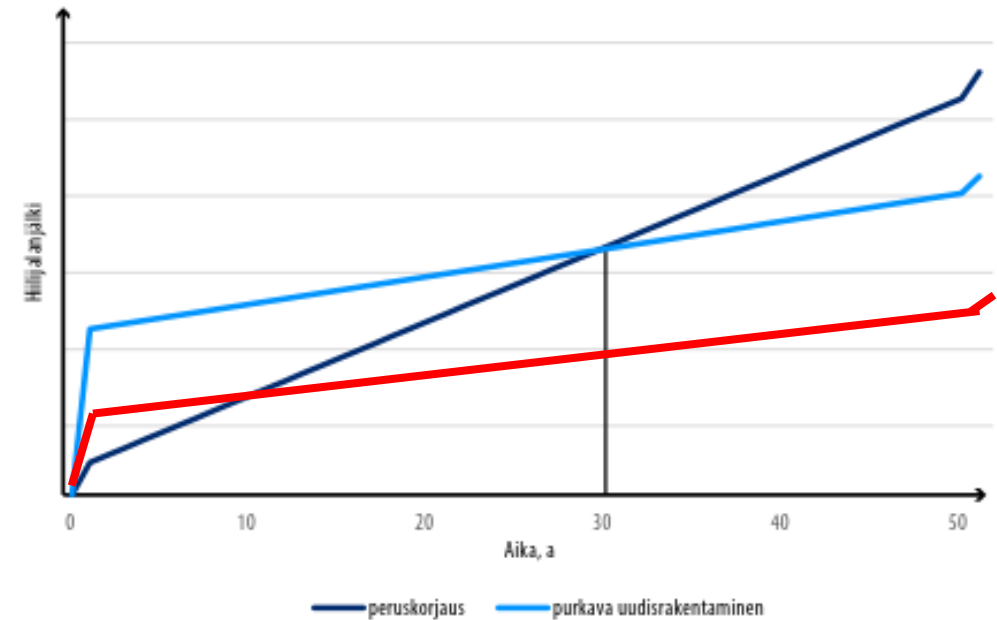
Hiilijalanjälkivaikutukset, elinkaarikustannukset ja ohjauskeinot

Purkaa vai korjata?

Kuva 8. Periaatekuva: koko elinkaaren päästövertailu aikajanalla, ilman energiantuotannon vähähiilistymisolettamaa (A) tai sen kera (B). Tapaus on sama. Purkavan uudisrakentamisen hiili-investoinnin takaisinmaksuaika on lyhyempi, jos energiantuotannon päästöjen oletetaan pysyvän nykyisen kaltaisina. Jos energiantuotannon oletetaan vähähiilistyvän, purkavan uudisrakentamisen hiili-investoinnin takaisinmaksuaika siirtyy kauemmas tulevaisuuteen.

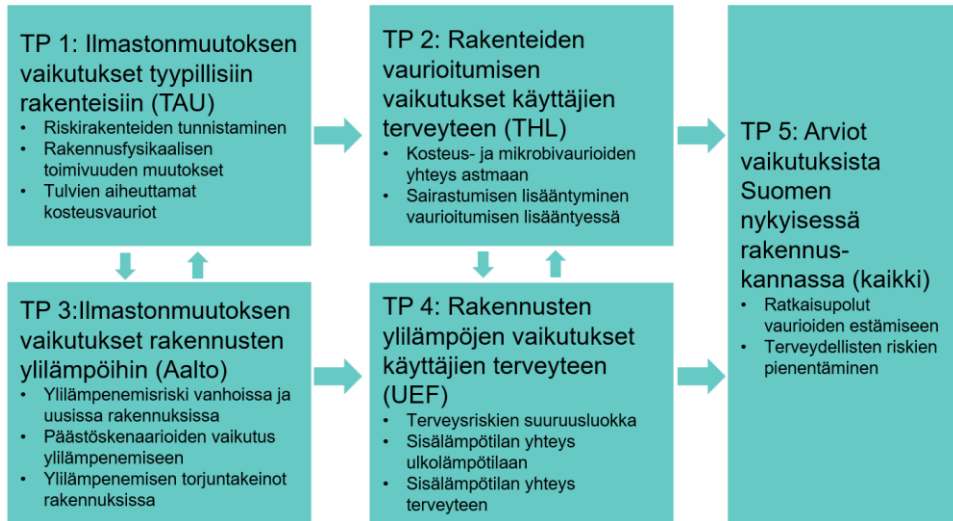


Kuva 6. Periaatekuva: korjausrakentamisen ja purkavan uudisrakentamisen koko elinkaaren hiilijalanjäljen kertyminen aikajanalla. Jos korjaus- ja uudisrakennusvaihtoehtojen energiatehokkuuksissa on merkittävä ero, uudisrakennus muuttuu vähähiilisemmäksi tarkastelujakson aikana.



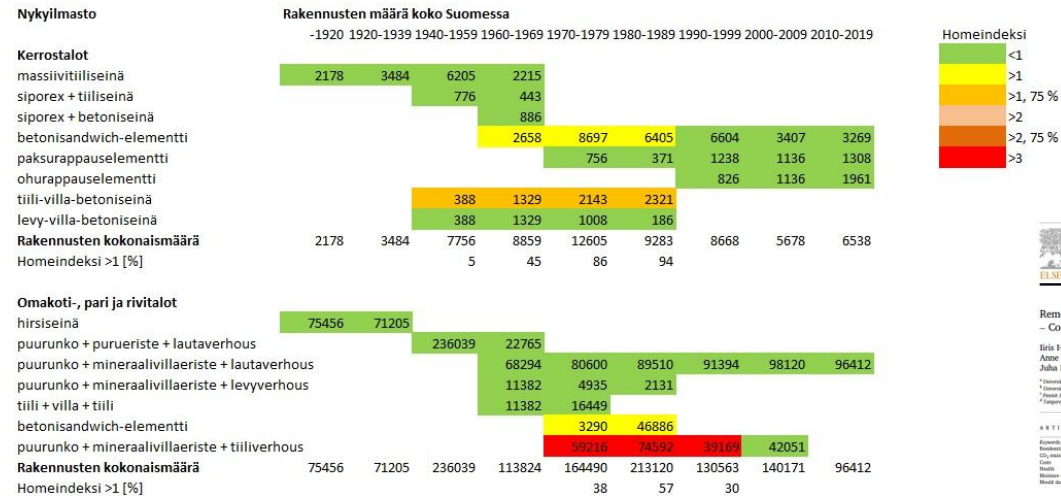
Ilmastomuutokseen sopeutuminen

Rakennusten kosteusvauriot ja yllämpeneminen muuttuvassa ilmastossa – RAIL (VNK TEAS-hanke)



Sustainable and healthy buildings in the changing climate – BALANCE (Suomen Akatemia)

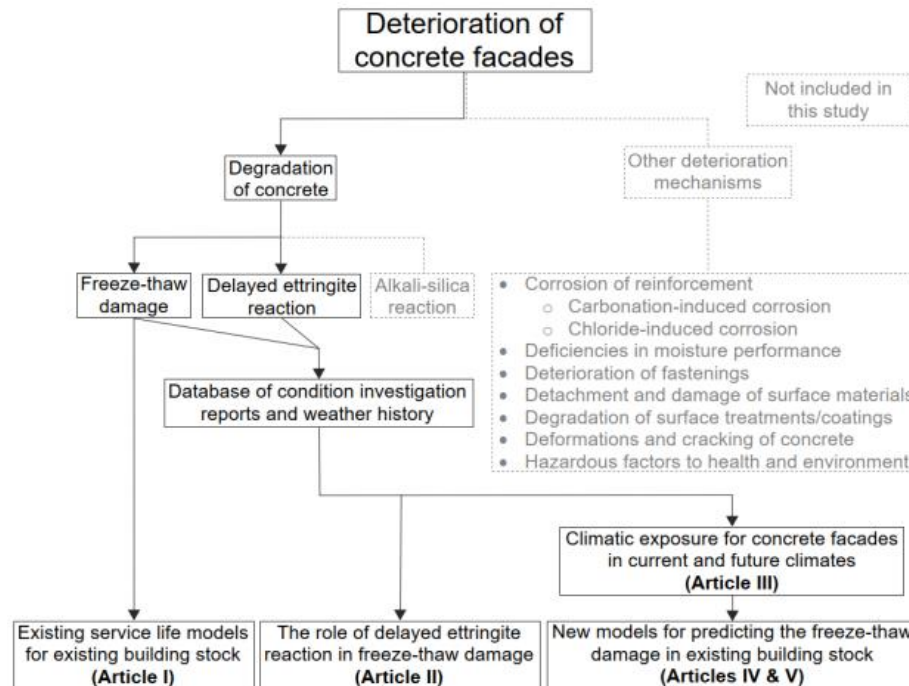
- HY, THL, OY, TAU
- Kehitetty malli kosteusvaurioiden ja terveysvaikutusten kustannusvaikutuksiin => korjauskustannukset yleisesti oleellisesti korkeampia kuin terveysvaikutuksista saatavat hyödyt



Rakenteiden käyttöiän jatkaminen

Predicting the rate of freeze-thaw damage of existing concrete facades in changing climate

- Niko Lindmanin väitöstutkimus (esitarkastuksessa), missä kehitetty pakkasrapautumisen käyttöikä mallia lisähuokostamattomille betoneille
- Probabilistic model
- Mahdollistaa jäljellä olevan käyttöiän arvioinnin kuntotutkimusdatan avulla, joten parantaa oleellisesti nykyistä arviomenettelyä



Rakennusosien uudelleenkäyttö

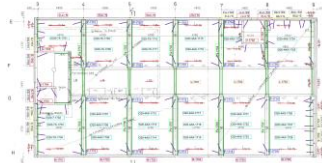
Reusing precast concrete for a circular economy – ReCreate

- TAUn koordinoima (prof. Satu Huuhka) 16 partnerin ja viiden EU-maan yhteishanke (Suomi, Ruotsi, Alankomaat, Saksa ja Kroatia)
- EU H2020 rahoittama, 12 494 045 €, TAUn osuus 2 449 760 € (useita tutkimusryhmiä), päättyy 9/2026
- Tehdään puretun elementtitalon elementeistä uusi rakenne jokaisessa osallistuvassa maassa (ei Kroatiassa)
- Elinkaaritekniikka vastaa WP4:n (quality management) vetämisestä ja siihen liittyvästä tutkimuksesta Suomessa
- Aapo Räsänen valmistelee väitöskirjaa elementtien uudelleenkäytön laadunvarmistukseen liittyen
- Kansallinen SFS-standardi valmisteilla



Pre deconstruction audit

- Number and type of elements
- Harmful substances
- Structural condition investigation



Deconstruction design



Deconstruction

- Removal of harmful substances in the first stage

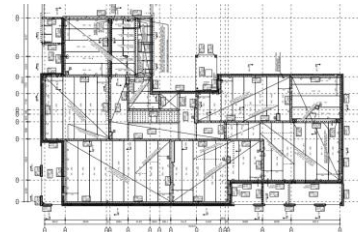


Transportation



Refurbishment of elements

- Removal of paintings
- Patch repairs
- Right dimensions
- New connections



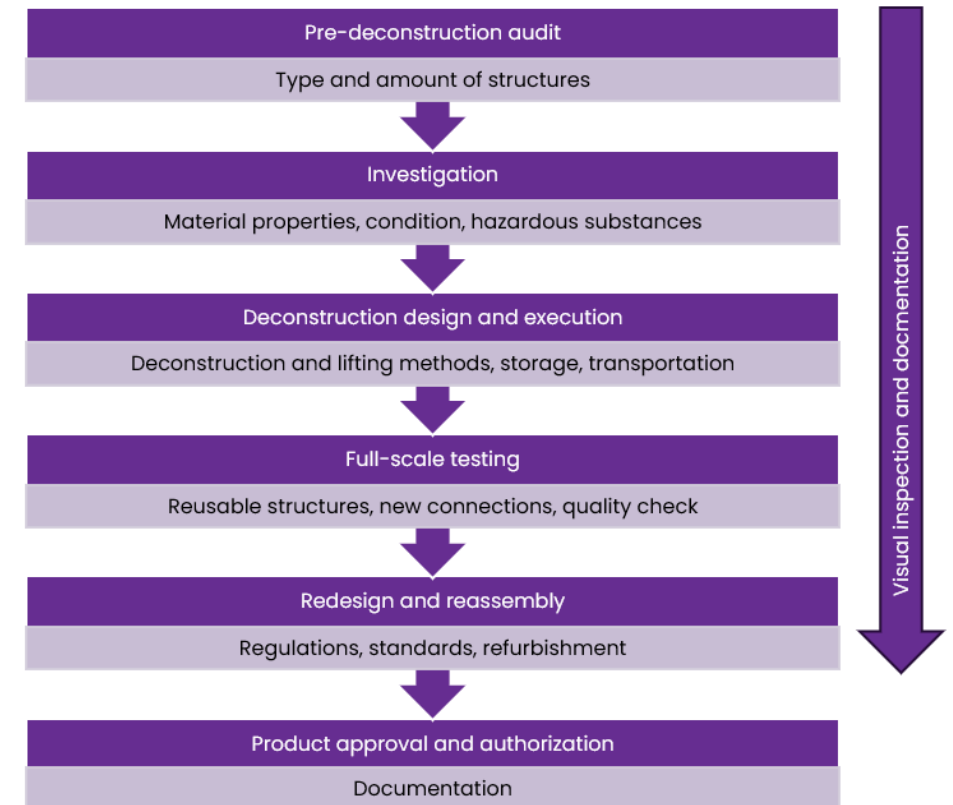
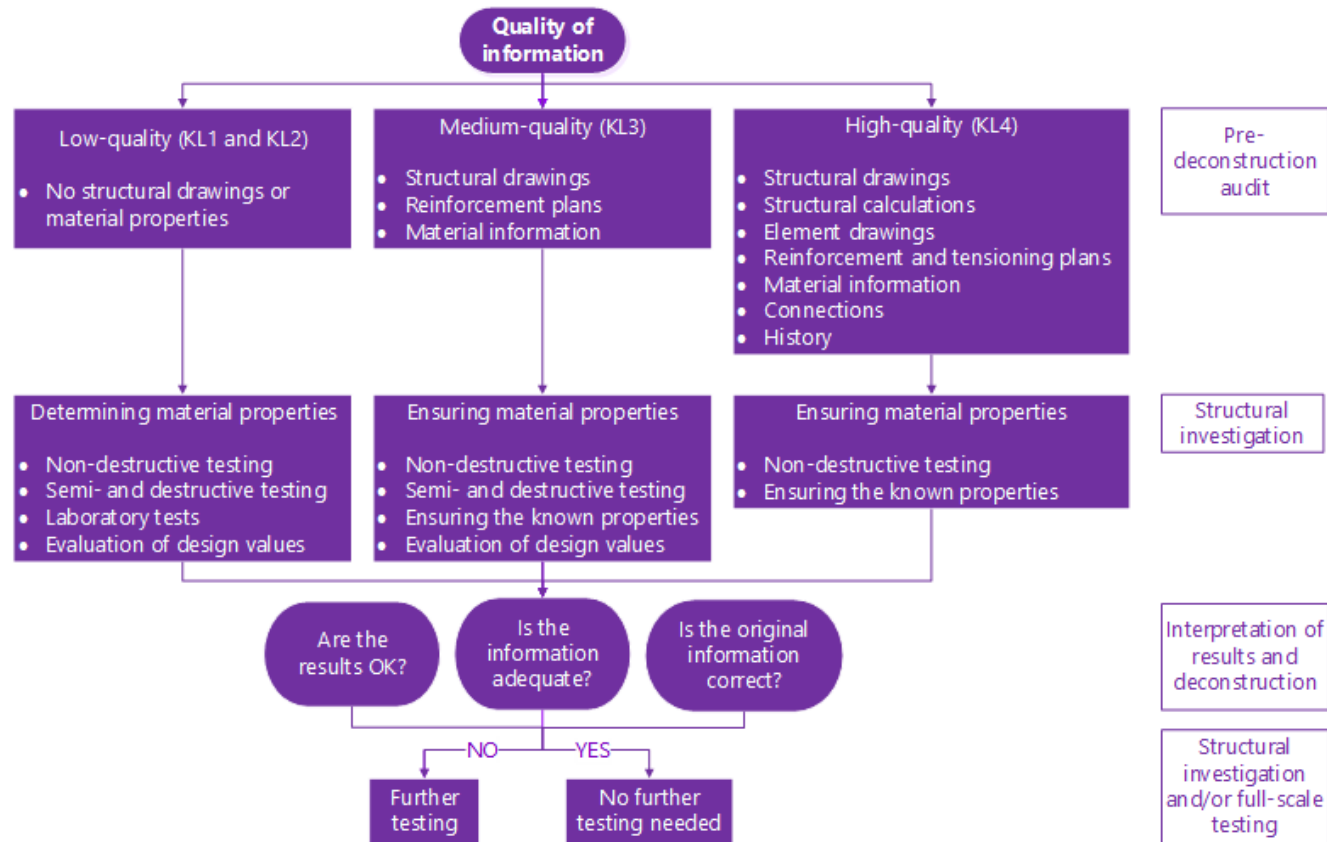
Structural design

- According to Eurocodes



Assembly of reclaimed elements

Rakennusosien uudelleenkäyttö



Vähähiilisten rakennusmateriaalien kehitys

Betonin säilyvyysmitoitus uudessa eurokoodissa

- Tutkimuksessa kehitettiin kansalliset XRS-luokat betonin karbonatisoitumisesta ja kloridien tunkeutumisesta aiheutuvan korroosion välttämiseksi
- Lisäksi tarkasteltiin halkeamaleveyden vaikutusta em. turmeltumismekanismien etenemiseen
- Tarkastelussa eri vähähiilisyysluokkien betonit
- Raportoitu kahdessa diplomityössä (Riku Paavilainen ja Samuli Myöhänen)
- Yhteishanke Silta- ja betonirakenteet/Elinkaaritekniikka

Kuorimuurin ohentaminen

- Tutkimuksessa tarkasteltiin sadetuskokeessa 135 mm, 110 mm ja 85 mm paksuisten kuorimuurien sedevedenläpäisevyyttä => ei merkittävää eroa
- Kattava kirjallisuustutkimus eri aikakausien ohjeistuksen kehittymisestä
- Raportoitu Heidi Sormusen diplomityössä



Kiitos

jukka.lahdensivu@tuni.fi
0400 733 852