



Betonirakenteiden korjaaminen ja tutkiminen 2024

TkT Arto Köliö

Renovatek Oy

Tampereen yliopisto, korjausrakentaminen

Korjausrakentamisen prosessi

3/19/24

Luennon tavoite

1. Korjaushanke: Perehtyä korjaushankkeen kulkuun ja tärkeimpiin hankkeen vaiheisiin
2. Vaihtoehdot: Tutustua yleisellä tasolla betonikorjauksen korjausperiaatteisiin ja korjaustapoihin
3. Kuntotutkimukset: Ymmärtää esiselvitysten merkitys korjausten suunnittelussa

Luennon sisältö

- Korjausrakentaminen ja korjaushanke
- Korjausperiaatteiden ja korjaustapojen valinta
- Oleellisimmat lähtötiedot hankkeelle & kuntotutkimus esiselvityksenä
- Korjaussuunnittelu, mikä on oleellista
- Korjaushankkeen onnistuminen tai epäonnistuminen

Mitä korjausrakentaminen on...

- Korjaaminen on kiinteistönpidon keino ylläpitää ja/tai parantaa rakennukselta tai rakenteelta vaadittavaa toimivuutta/palvelukykyä
- Tilaa tarvitsevalle korjausrakentaminen on tapa hankkia halutun tyyppistä ja tietyllä paikalla sijaitsevaa toimitilaa
- Yhteiskunnan näkökulmasta korjausrakentamisella ylläpidetään merkittävää osaa kansallisvarallisuudesta, säilytetään rakennuksiin liittyviä kulttuurihistoriallisia arvoja
- Korjausrakentaminen on keino toteuttaa vähähiilisuuden ja energiatehokkuuden toimenpiteitä kansallisten ja kansainvälisten tavoitteiden mukaisesti
- Rakennusalan toimijoille (urakoitsijat, suunnittelijat, materiaalivalmistajat...) korjausrakentaminen on liiketoimintaa
- Rakennustoimintana korjausrakentaminen on purkamis-, vaihtamis-, kunnostus-, entisöinti- ja uusimistoimenpiteitä

Korjaamisen edistäjiä ja haasteita

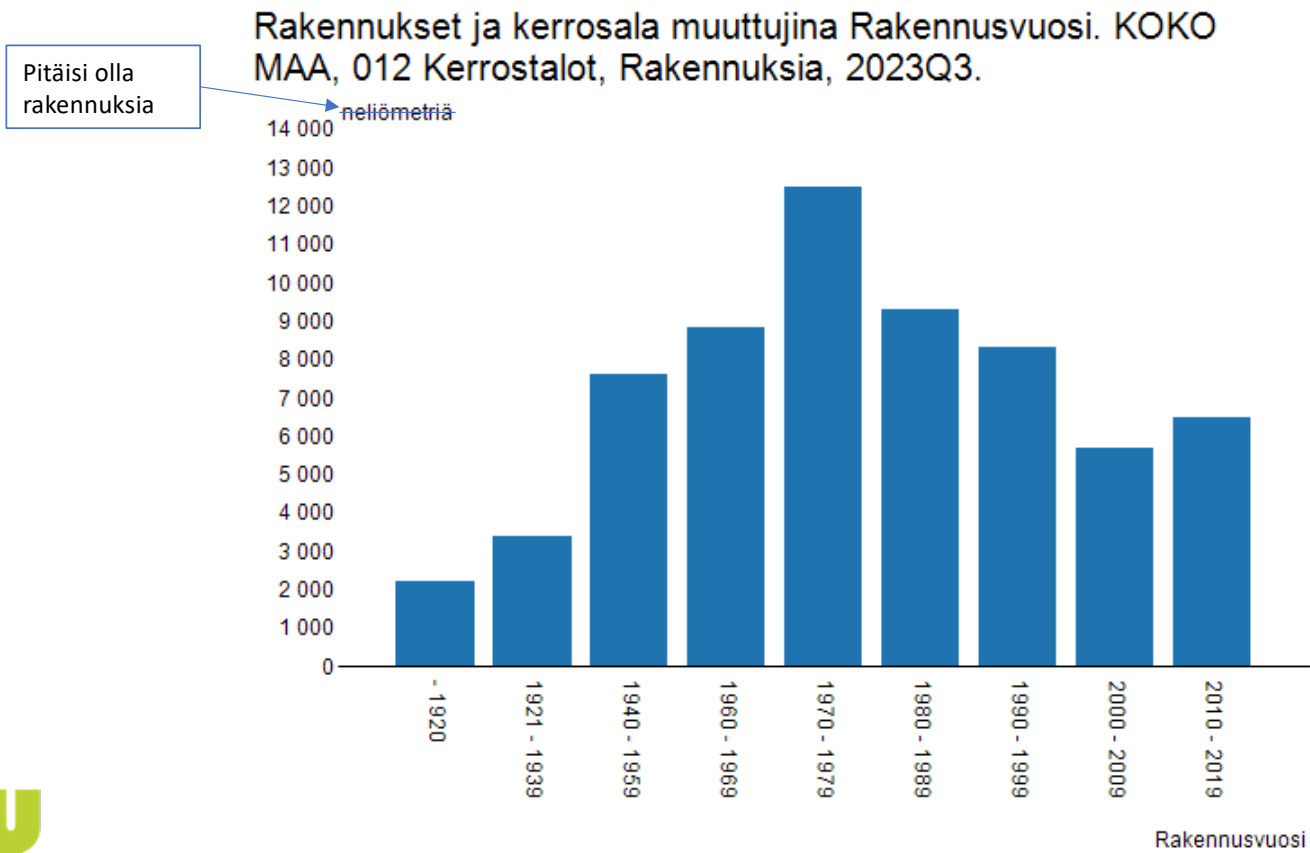
Edistäjiä/ajureita

- Tarvelähtöistä rakentamista
- Ajurina erityisesti asuinrakennusten korjaus (osuus 50...60 %)
- Rakennuskannan (verrattain) korkea ikä, edelleen korjausrakentamisessa painottuvat 60- ja 70-luvuilla rakennettujen talojen linjasaneeraukset sekä julkisivut
- "Patoutunutta korjaustarvetta"
- Päästöjen vähentämisen tarve koskee myös olemassa olevaa rakennuskantaa
 - Energiatehokkuus
 - vähähiilisyys

Haasteita

- Olemassa olevan rakennuksen ja rakenteen asettamat rajoitukset, Alkuperäisen rakennusajankohdan vaatimukset
- Korjaamisen urakkarajan määrittely "haasteellista"
- Käyttäjät/asukkaat/sidosryhmät
- hankekoko tyypillisesti pieni, tuotteistaminen hankalaa → urakoitsijoiden kiinnostus?
- Riskit melko suuria → urakoitsijoiden kiinnostus?
- yllätyksiä aina

Korjaamisen edistäjiä ja haasteita

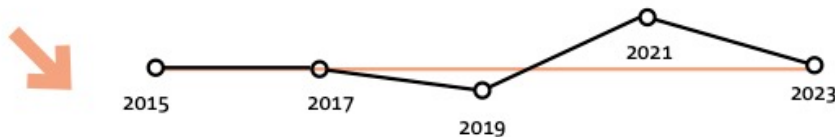


Lähde: Tilastokeskus,
rakennukset ja kesämökit

ROTI-raportti 2023

<https://www.ril.fi/fi/alan-kehitys/roti-2023>

- **Kestävyysajattelu** on integroitunut osaksi rakentamisan toimintaa
- Tietoisuus rakentamisen ympäristövaikutuksista on kasvanut
- Uudisrakentaminen nähdään monin tavoin tehokkaampana, mutta samalla tiedostetaan rakentamisvaiheen aiheuttamat haitat
- Rakennusten purkumateriaalien kierto ja uudelleen käyttö eivät kohtaa
- Vanhoista rakennuksista huolehtiminen on heikentynyt



Kuvaaja kertoo ROTIn Rakennukset-osion kehityksen vv. 2015-2023. Ao. kappaleissa rakennustyyppien kohdalla (esim. kerrostalot) nuolet kertovat kehityksen suunnan verrattuna ROTI 2021-rakennukset osioon.

RT suhdannekatsaus 26.9.2023

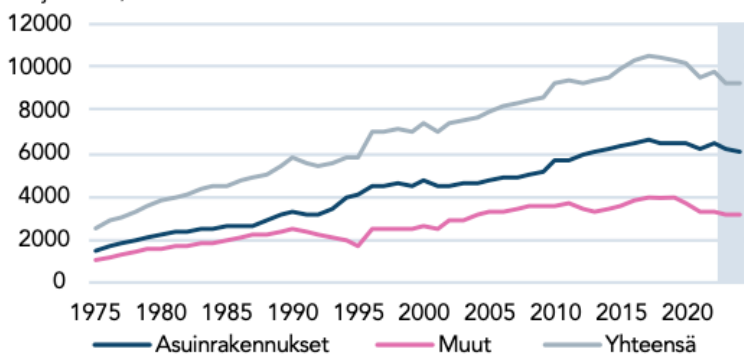
<https://rt.fi/tietoa-alasta/tilastot-ja-suhdanteet/suhdannekatsaukset/>

“Asuntotuotanto puolittuu ja jää heikolle tasolle. Kasvua on luvassa vasta 2025.”

- Rakentaminen vähentyi 2023 -10 % (vuosi sitten arvio oli -2 %)
- Korjausrakentaminenkin vähentyi 2023 (vuosi sitten arvioitiin korjaamisen vielä kasvavan)
- Vaikuttajina kustannusten merkittävä nousu ja rahoituksen korot

Korjaamisen määrä

Milj. euroa, viitevuoden 2010 hinnoin

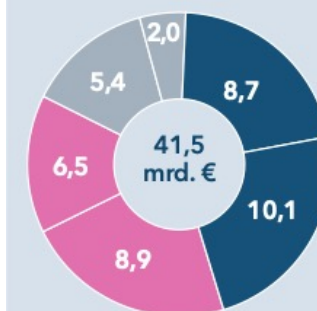


Lähde: Tilastokeskus, RT

	2022	2023	2024
Talonrakentamisen käynnistyminen, milj. m³	37,7	28,7	30,5
Asuinrakennukset	11,7	5,2	6,1
Vapaa-ajan rakennukset	0,8	0,7	0,6
Liike- ja toimistorakennukset	4,5	4,1	4,4
Julkiset palvelurakennukset	4,8	4,5	4,7
Teollisuus- ja varastorakennukset	12,4	11,2	11,6
Maatalousrakennukset	1,7	1,5	1,6
Muut rakennukset	1,8	1,4	1,5
Rakentaminen, määrän muutos, %	1,3	-10,0	-2,0
Korjausrakentaminen	3,1	-4,0	-1,0
Maa- ja vesirakentaminen	-1,0	-5,0	-1,5
Rakentamisen työllinen työvoima, henkilöä	184 250	171 000	161 000

Lähde: Suomen Pankki (syksy 2023)

Rakentamisen jakautuminen päätoimialoittain vuonna 2022



- **Korjausrakentaminen**
 - Asunnot 8,9 mrd. €
 - Muu rakentaminen 6,5 mrd. €
- **Maa- ja vesirakentaminen**
 - Investoinnit 5,4 mrd. €
 - Kunnossapito 2,0 mrd. €
- **Uudisrakentaminen**
 - Asunnot 8,7 mrd. €
 - Muu rakentaminen 10,1 mrd. €

Lähde: Tilastokeskus, Forecon Oy

Korjaushankkeita ja niiden tavoitteita

- **Vaurioitumiselle alttiiden rakenteiden korjaus**

- Tarve muodostuu rakenteiden ikääntymisen ja vaurioitumisen kautta
- Tavoitteena matalammat ylläpitokustannukset

- **Rakennuksen peruskorjaus**

- Ikääntyneet riittämättömät talotekniset järjestelmät, tilojen ja pintojen ikääntyminen ja kuluminen sekä vanhentuneet epäkäytännölliset tilat
- Tavoitteena käytettävyyden ja arvon parantaminen, vuokratuotto

- **Kosteusvaurioituneen tai sisäilmaongelmaisen rakennuksen korjaus**

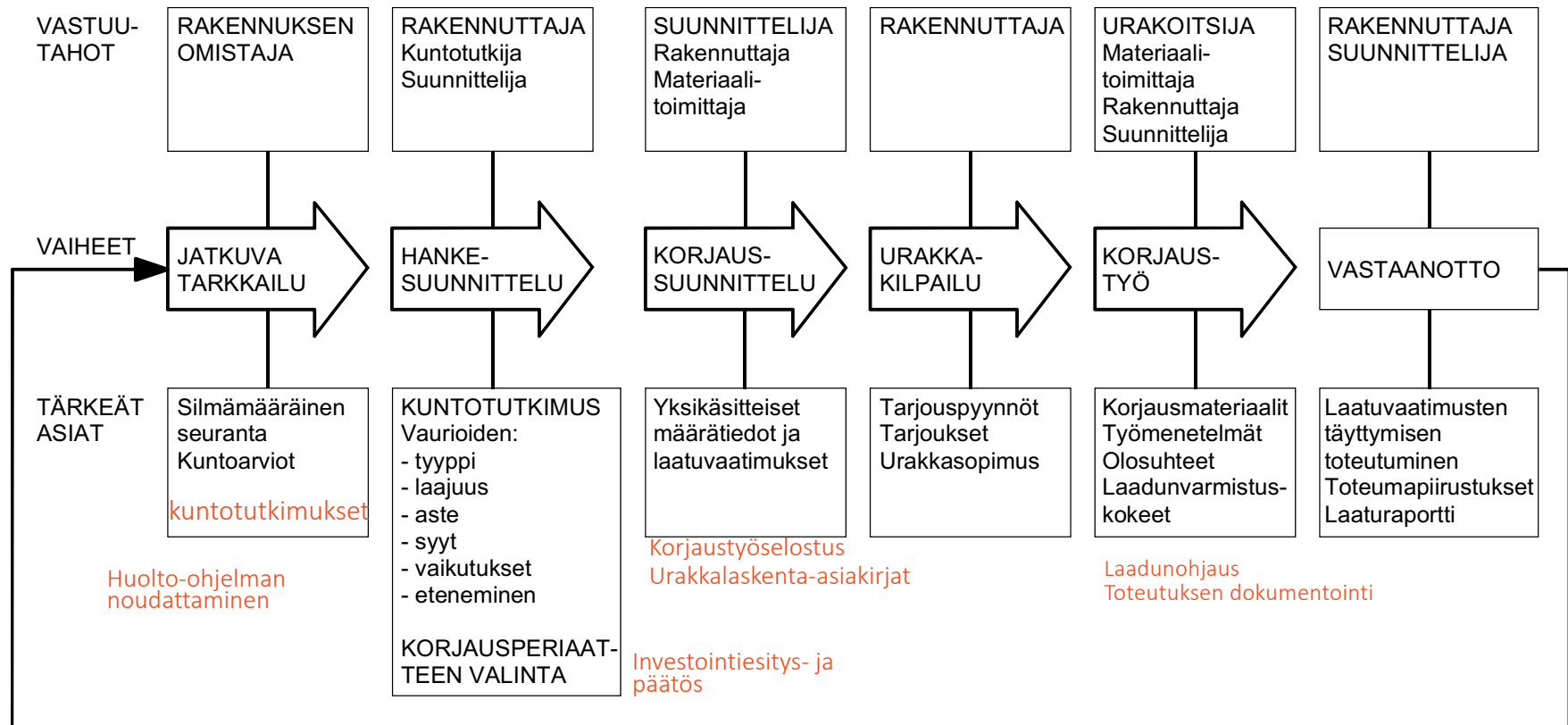
- Käyttäjille aiheutuvat terveysriskit vaativat korjaustoimenpiteitä
- Erityisesti julkisen rakennuskannan ikääntyminen
- Tavoitteena käyttäjien terveys, terveydenhuoltokustannukset

- **Modernisointi ja laajennus**

- Käyttäjän/omistajan toiminnan ohjaamaa



Korjaushanke prosessina



Korjausprosessi

- hankkeen käynnistää pääsääntöisesti käyttäjän/isännöitsijän/ylläpitovastuullisen havainto vaurioista = harmi, koska tällöin vauriot ovat jo pitkällä, ja kevyimmät korjausvaihtoehdot voivat olla jo pois pelistä
- kuntotutkimus toteutetaan ammattimaisesti hallinnoituissa/isännöidyissä yhtiössä pääsääntöisesti. Tutkimuksen tilaamisella keskeinen rooli onnistumisessa (by42 tilaajan ohje). Lähtötieto hankkeen suunnittelulle (tekninen korjaustarve) mutta parhaimmillaan myös korjaussuunnittelulle
- Hankesuunnitelman tärkein funktio on määritellä soveltuvat korjaustoimenpiteet, suuret tavoitteet (mm. käyttöikä, laatuvaatimukset, teknisten syiden lisäksi muut syyt) sekä budjetti. Mitä syitä korjaamiselle voi olla? Hankesuunnitelman merkitys kustannuksiin 1x...5x.
- Korjaussuunnitelma tehdään pääsääntöisesti yhdestä valitusta korjausvaihtoehdosta (tässä vaiheessa budjetti hyvin pitkälti lyöty lukkoon). Korjaussuunnitelmissa on oleellista määritellä yksiselitteisesti korjaustavat, työmenetelmät ja materiaalit sekä laadunvarmistustoimenpiteet.
- Korjaushankkeelle tyypillisesti urakkaan kuuluu määräsidonnaisia työsuorituksia, joiden määrät on arvioitu. Näiden hallinta ja ennakointi on tärkeää korjaussuunnitelmissa sekä tarjouspyynnöissä.
- Korjaustyön aikana tärkeää valvoa suunnitelmien mukaista toteutusta. Perusteet suunnitteluvaiheessa tehdyille valinnoille pitää olla kunnossa! Toteutuksen ja tehtyjen muutosten dokumentointi on tärkeää. Tulee myös varautua ”yllätyksiin”.



Talon kunnan seuranta

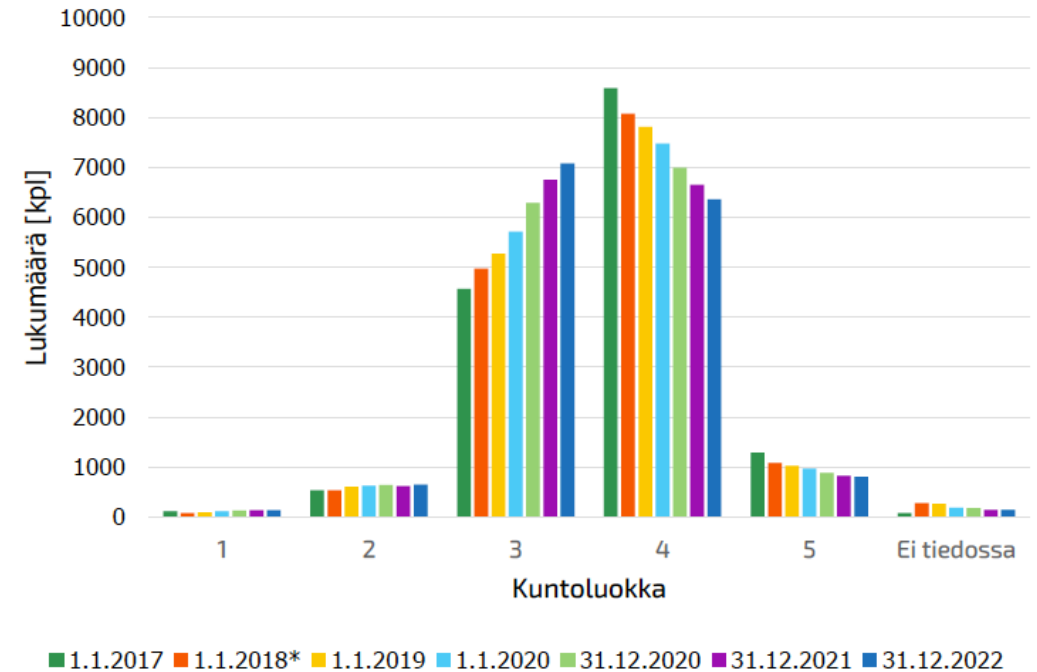
- Tavoitteena päästä hallittavaan ja ennustettavaan kiinteistönpitoon
- kohteisiin joiden käyttöikätaavoite on pitkä ja riskit vaurioitumisesta ovat suuret
- mittarointi rakennuksen ja rakenteiden kunnosta SEKÄ raja-arvot korjaustarpeen syntymiselle
- Kuntoluokitus (esimerkiksi RT 103003, kuntoluokka 1...5)
- Tekniset käyttöiät ja huoltojaksot (KH 90-00403)
- Indeksin ja sen kehityksen tulee perustua säännölliseen kuntoarviointiin(, minkä perusteella teetetään tarkemmat kuntotutkimukset korjaustarpeen määrittämiseksi)
- Omistajan tulee sitoutua toimenpiteiden toteuttamiseen luokituksen mukaisesti

Ei ole sama asia kuin
kuntotutkimus

Esimerkkinä siltojen kunnon seuranta

- Sama omistaja hallinnoi useampia vastaavanlaisia rakenteita
- Kuntoluokitus
- Kuntoluokkien kehityksen seuranta tarkastuksin/tutkimuksin
 - Korjaustarve
 - Työn resursointi
 - Budjetointi
 - Ennustettavuus
- Näissä yleensä käyttöikätaivoite on pitkä

**Siltojen yhtenäisten kuntoluokkien kehitys
1.1.2016-31.12.2022**



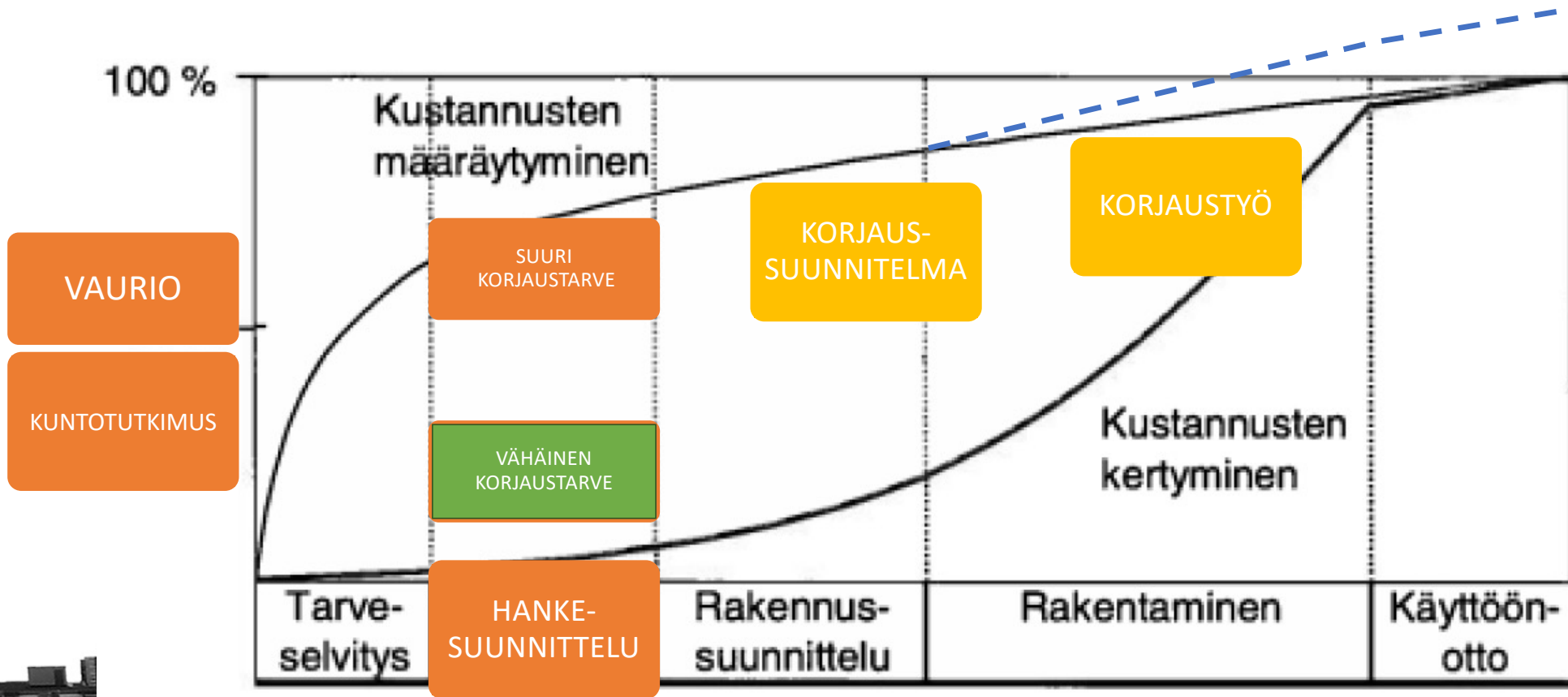
Korjaushankkeen hankesuunnittelu

Hankesuunnittelu sisältää tarvittavat tarkastelut hankkeen määrittelemiseksi:

- **Korjaustavan ja korjausmenetelmien valinta**
 - Tekninen soveltuvuus puutteiden ja vaurioiden korjaamiseksi
 - Muut valintakriteerit
- **Korjaushankkeen budjetti**
- **Aikataulu hankkeelle**
- **Korjausten laatuvaatimukset**
- **Korjauksen käyttöikä ja huoltojaksot**

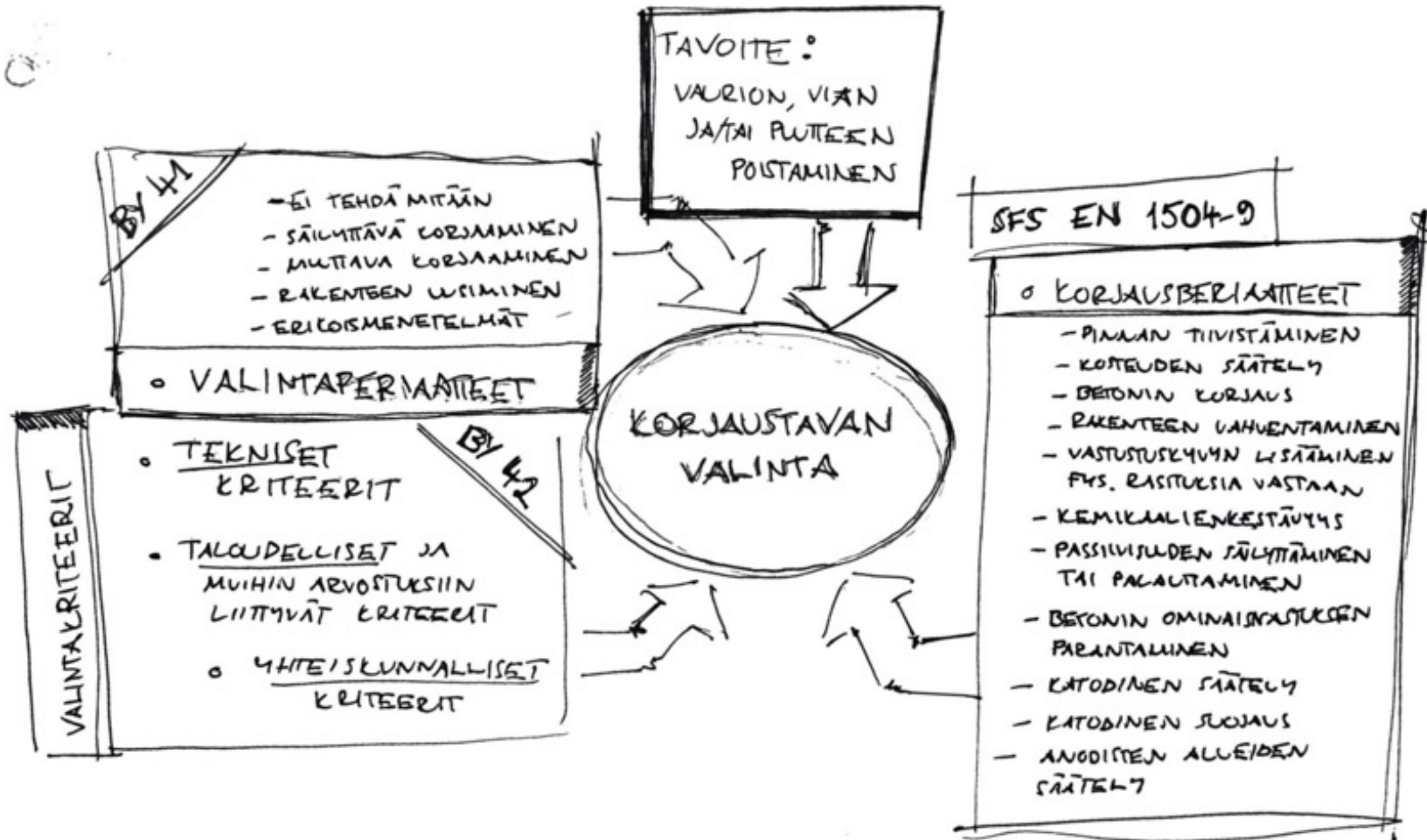


Korjaushankkeen kustannukset



Lähde: Kankainen & Junnonen 2000

Betonirakenteiden korjaustavan valinta



Betonirakenteiden korjausperiaatteiden valinta

Korjausperiaatteiden valinta (vaihtoehdot) on tiukasti sidottu kohteen kiinteistöstrategiaan ja esiselvityksiin

Korjaus vaihtoehdot (options) voidaan ryhmitellä seuraavasti (SFS-EN 1504-9):

- a) do nothing & monitor
- b) re-analyse & downgrade in function
- c) prevent & reduce further degradation
- d) repair & protect
- e) replace with new
- f) demolish

Erityisesti **betonirakenteiden** korjausperiaatteet (by 41 2016):

- a) Ei tehdä toimenpiteitä (seurataan)
- b) Säilyttävä korjaaminen
- c) Muuttava korjaaminen
- d) Rakenteen uusiminen
- e) Erikoismenetelmät

Betonirakenteiden korjaustavat (SFS EN 1504-9)

Korjausperiaate	Korjaustapa	Korjausperiaate	Korjaustapa
1. Pinnan tiivistäminen	1.1 Vettähylyvä 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	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 diffuusion avulla 7.5 Sähkökemiallinen kloridien poisto
2. Kosteuden säätely	2.1 Vettähylyvä impregnointi 2.2 Impregnointi 2.3 Pinnoittaminen 2.4 Ulkopuolisten levyjen asentaminen 2.5 Sähkökemiallinen käsittely	8. Betonin ominaisvaston parantaminen	8.1 Vettä hylkivä impregnointi 8.2 Impregnointi 8.3 Pinnoittaminen
3. Betonin korjaus	3.1 Käsin tehtävä laastipaikkaus 3.2 Valaminen uudelleen betonilla tai laastilla 3.3 Ruiskubetonointi 3.4 Elementtien uusiminen	9. Katodinen säätely	9.1 Happipitoisuuden rajoittaminen (katodilla) kyllästämällä tai pintakäsittelyllä
4. Rakenteen vahventaminen	4.1 Betoniraudituksen tai ulkopuolisten raudoitteiden 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)	10. Katodinen suojaus	10.1 Sähköisen potentiaalın hyväksikäyttö
5. Vastustuskyvyn lisääminen fyysisiä rasituksia vastaan	5.1 Pinnoittaminen 5.2 Impregnointi 5.3 Laastin tai betonin lisääminen	11. Anodisten alueiden säätely	11.1 Raudituksen suojaus aktiivisilla pinnoitteilla 11.2 Raudituksen käsittely suoja-pinnoitteilla 11.3 Betonin inhibointi
6. Kemikaalienkestävyys	6.1 Pintakäsittelyt 6.2 Impregnointi 6.3 Laastin tai betonin lisääminen		

Korjausperiaatteen ja –tavan valinta

By 41 Betonirakenteiden korjausohjeet 2016. Suomen betoniyhdistys r.y.

- **Tekniset seikat:**

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

- **Taloudelliset seikat:**

- korjatun rakenteen käyttöikä
- korjauskustannukset
- ylläpito- ja käyttökustannukset
- vaikutukset energiatehokkuuteen

- **Arvostuksiin liittyvät seikat:**

- vaikutukset ulkonäköön ja arkkitehtuuriin
- korjaustyön aikaiset haitat korjauskohteen käytölle
- ympäristöystävällisyys
- toiminnalliset vaikutukset (esim. vedontunteen väheneminen asunnossa tai parvekkeen käytettävyyden parantuminen).
- Materiaalitehokkuus, materiaalien kierrätys

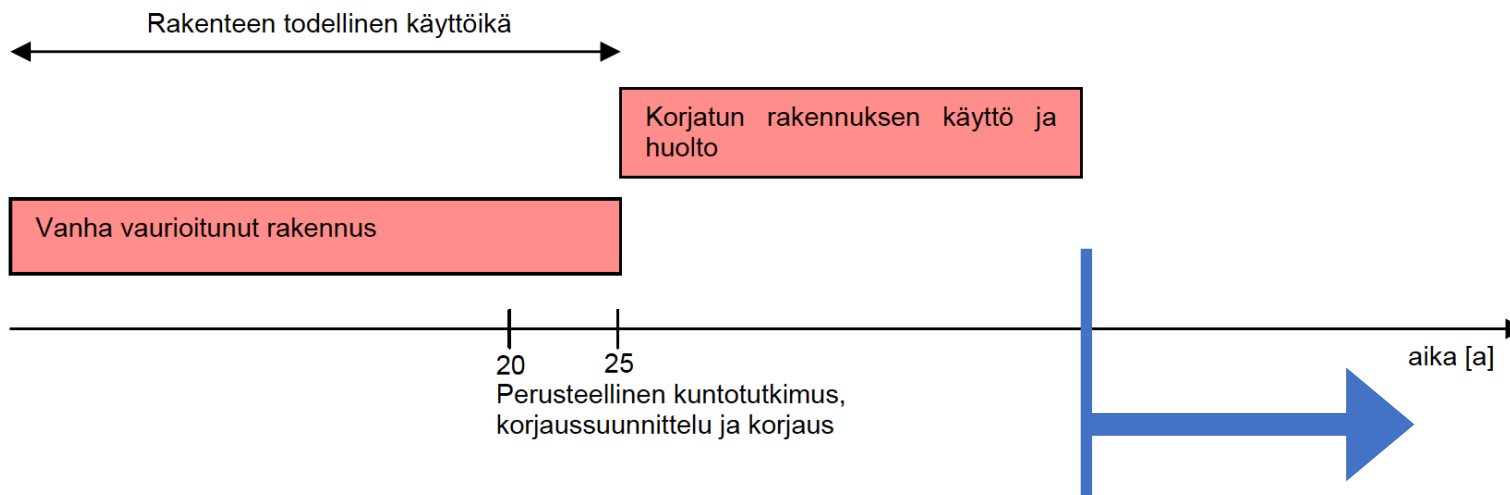
- **Yhteiskunnalliset seikat:**

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

Esimerkki korjauksen käyttöiästä

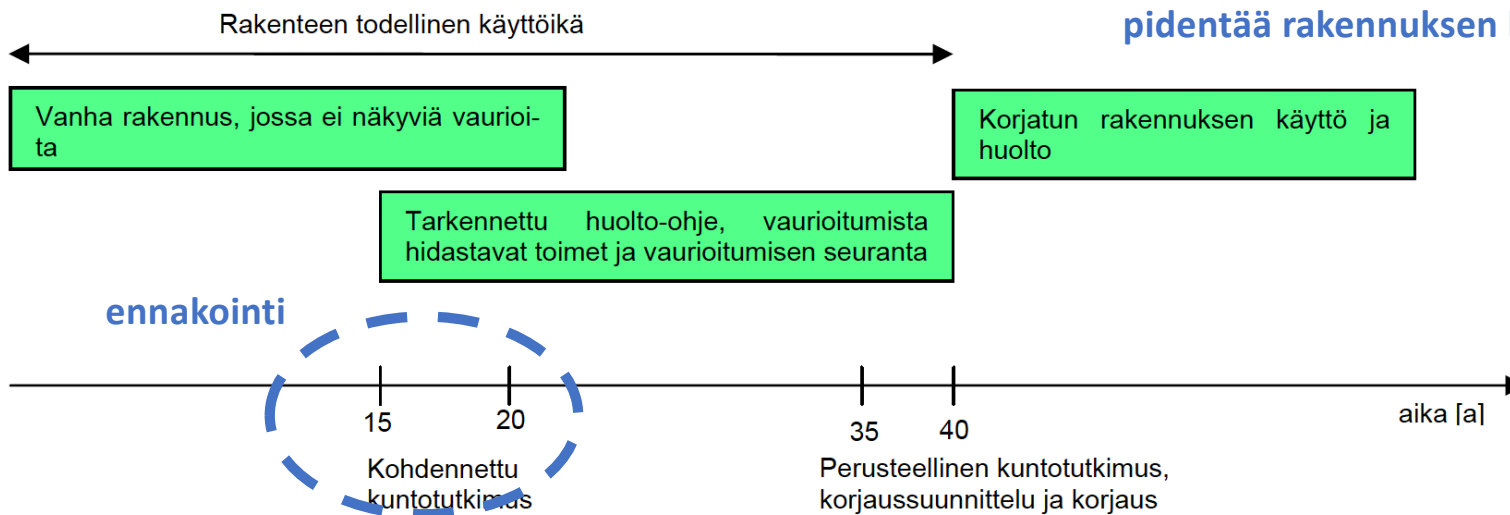
BeKo –Betonijulkisivujen korjausstrategiat –hanke 2006-2012

A



Suunnitelmallinen kunnossapito pidentää rakennuksen käyttöikä

B



ennakointi



Korjausvaihtoehtojen vertailu

- Halpa ja lyhytikäinen vai kallis ja kestävä?
- Miten arvotetaan investointikustannuksia ja elinkaarikustannuksia?
- Hyväksytäänkö korjausmenetelmään sisältyvä epävarmuus ja miten sitä arvioidaan?
- Voidaanko korjausta lykätä?
- Voiko korjauksen vaiheistaa?
- Voidaanko eri rakenteisiin tai sen kohtiin valita eri menetelmät?
- Miten verrataan eri vaihtoehtojen arvoja/hyötyjä ja haittoja?
- Miten päätöksentekoon vaikuttavien parametrien, kustannusten, käyttöiän luotettavuutta voidaan arvioida?



Korjaushankkeen (korjaussuunnittelun) lähtötiedot

Korjauskohteen perustiedot	(osoite & yhteystiedot, rakennusvuosi, kerrosluku, mitta- ja laajuustiedot, rakenne-/elementtityypit) Lähde: Isännöitsijä
Alkuperäinen suunnitelma-aineisto	(piirustukset, työselostukset, työmaapöytäkirjat, laadunvarmistusdokumentit, jne.) Lähde: 1) sähköiset arkistot (kauppa.lupapiste.fi) Asiakirjojen laatu vaihtelevaa 2) "kellariarkistot"
Korjaus- ja huoltohistoria	Tehtyjen korjausten ja huoltojen kuvaus ja toteutusvuosi. Kuvaukset välillä haastavia "julkisivukunnostus" Lähde: Isännöitsijä ja omistajan/käyttäjän "perimätieto"
Korjaustarpeet, rakenteiden tekninen kunto ja jäljellä oleva käyttöikä	→ Kuntotutkimukset

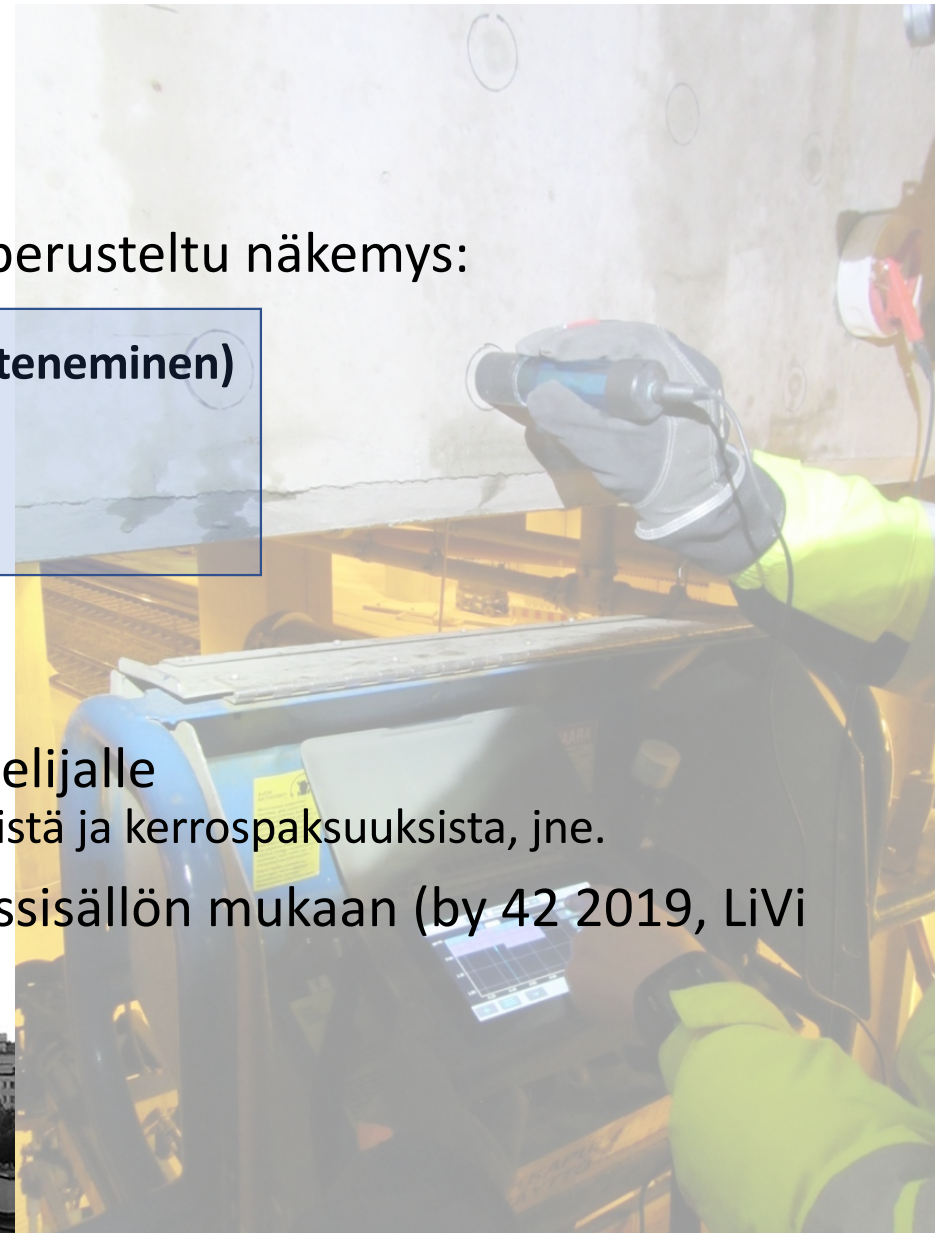
Rakenteiden kuntotutkimus

Kuntotutkimuksen tavoitteena on muodostaa perusteltu näkemys:

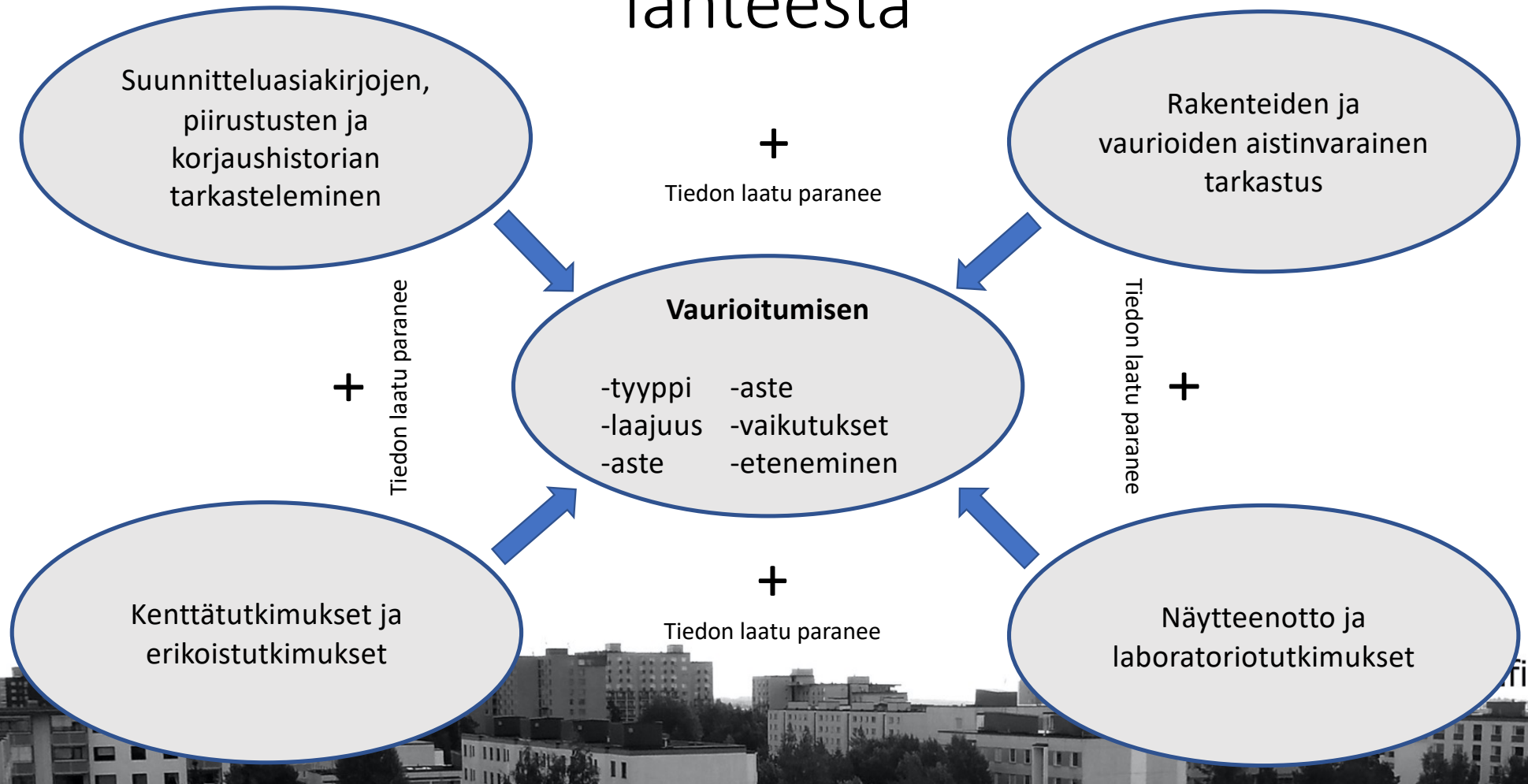
- Rakenteiden vaurioitumisesta (aste, laajuus ja eteneminen)
- Rakenteiden nykyisestä kunnosta
- korjaustarpeesta
- Teknisesti soveltuvista korjaustavoista

1. Perustelee korjaustavan valinnan
 - Määrittelee korjaushankkeen kustannustason
2. Toimii lähtötietoaineistona korjaussuunnittelijalle
 - Lukuarvoja mitoitusta varten, tieto rakennetyypeistä ja kerrospaksuuksista, jne.

Toteutetaan vakioidun ohjeistuksen ja tutkimussisällön mukaan (by 42 2019, LiVi ohjeita 28/2018)



Kuntotutkimustiedon varmentaminen useasta lähteestä



Kuntotutkimustiedon priorisointi

TIEDON TÄRKEYSJÄRJESTYS

Luokka 1: turvallisuuden ja terveellisyteen vaikuttavat seikat

- Rakenneosien kantavuus ja kiinnitysvarmuus
- Rakenteiden kosteustekninen toimivuus silloin, kun vesivuodot voivat aiheuttaa kosteusvaurioita ja terveyshaittoja sisätiloissa
- Rakenteissa ja rakennusmateriaaleissa esiintyvät terveydelle ja ympäristölle vaaralliset aineet

Luokka 2: korjausmenetelmän valintaan ja vaurioiden etenemisen selvittämiseen vaikuttavat seikat

- Betonin pakkasenkestävyys ja rapautumistilanne
- Raudoitteiden korroosiovauriot, niiden syy, laajuus ja eteneminen tulevaisuudessa, korroosioriski
- Kosteustekninen toimivuus silloin, kun sillä on vaikutus vaurioiden etenemiseen

Luokka 3: muut seikat

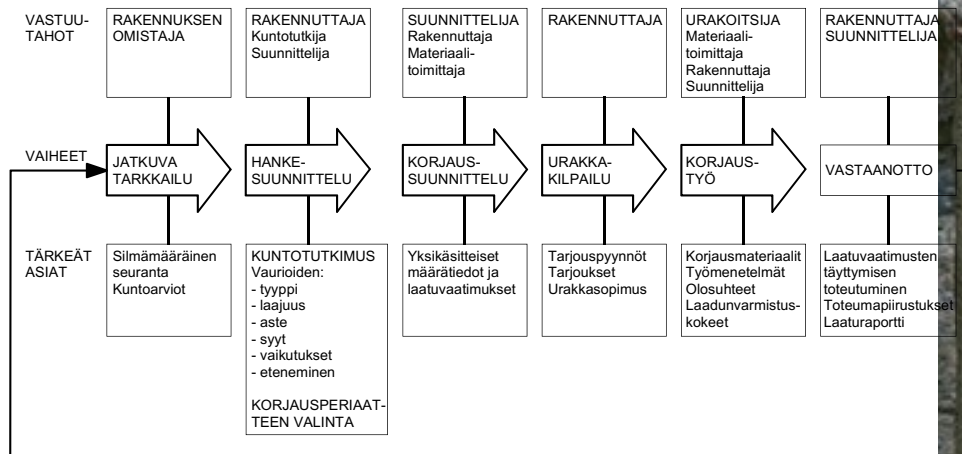
- Esteettinen kunto
- Maalipinnoitteiden kunto, kun sen vaikutus on vain ulkonäöllinen

Mahdollisia virheitä korjaushankkeen suunnittelussa

- Korjaustarve, -laajuus arvioidaan väärin
 - Korjaustyön aikana ilmenee lisäkustannuksia
 - Korjausmenetelmä on saatettu valita väärin
- Liian raskaan korjausvaihtoehdon valinta → tarpeeton ylikorjaus
 - Joissakin tapauksissa ”ylikorjaus” on järkevää
- Liian aikainen korjaus
- Väärin arvioidut hankintakustannukset
- Väärin arvioidut käyttöiät ja ylläpito- ja kunnossapitokustannukset
- Arkkitehtonisesti sopimaton korjaus laskee rakennuksen/rakenteen arvostusta

Laadunvarmistus

- Varmistuminen siitä että rakenne on a) korjattu suunnitelmien mukaisesti ja b) täyttää työlle asetetut tekniset vaatimukset
- Korjaussuunnittelija määrittelee laadunvarmistustoimenpiteet
- Laadunvarmistus sisältää:
 - Materiaalitestejä / mekaaniset ominaisuudet (vetolujuus, tartuntavetolujuus, puristuslujuus)
 - Materiaalitestejä / kosteusmittaukset ja kuivuminen (pinnoitettavuus)
 - Mallitöiden tarkastuksia ja hyväksyntöjä (esim. laastipaikkauksen työvaiheet)
 - Mittaamista (mm. halkeamaleveyksiä, pituuksia, määriä)
 - Käsittelylaajuuksien ja riittävyyden arvioimista (esimerkiksi vaurioituneen betonin purku tai pinnoitteen poisto)
 - Pintakäsittelyjen, sävyjen ja struktuurien hyväksymistä
- Urakoitsija vastaa suunnitelmissa määriteltyjen laadunvarmistustoimenpiteiden toteutumisesta. Toisaalta rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee valvoa näiden toteutumista
- **Huolellinen laadunvarmistus ja dokumentointi hyödyttää kaikkia osapuolia**



Lopetus dia