

SISÄPUOLELTA LÄMMÖNERISTETYN MAANVASTAISEN SEINÄN RAKENNUSFYSIKAALINEN TOIMINTA JA KORJAUSVAIHTOEHDOT



RTA Opinnäytetyö
Loppuseminaari



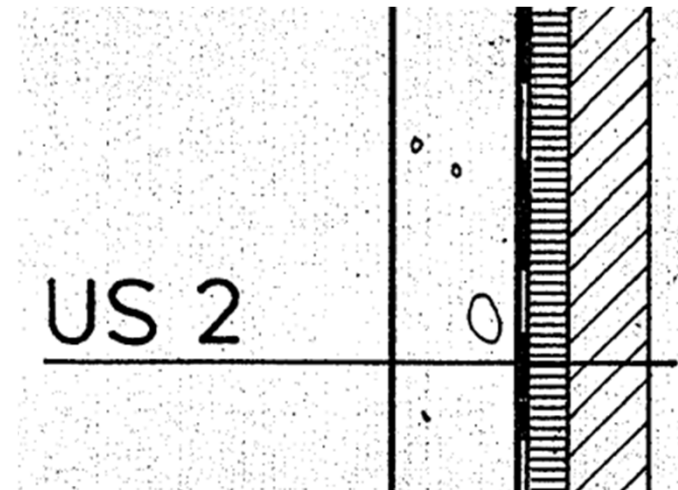
RAMBOLL



Jussi Aromaa
7.6.2018

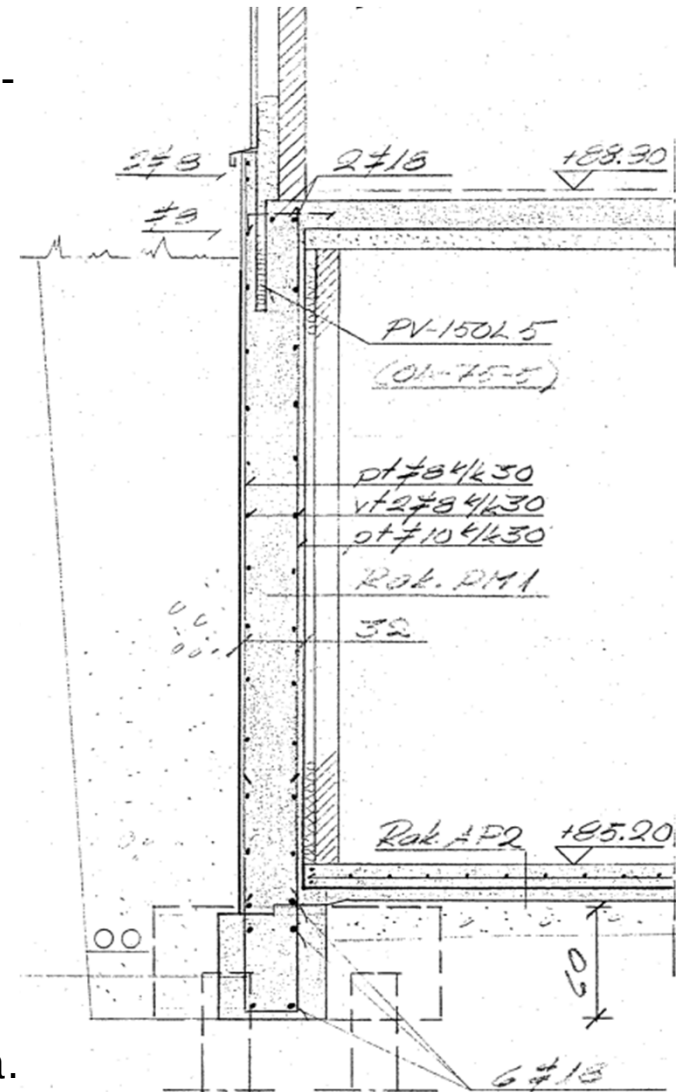
MAANVASTAINEN SEINÄ

- Koostuu erilaisista rakennekerroksista, joiden kosteuden- ja lämmönläpäisy vaihtelevat suuresti.
- Tässä työssä syvennyttään rakenteeseen, joka koostuu seuraavista rakennekerroksista:
 - Maanvastainen betoniseinä
 - Sisäpinnassa vedeneristys bitumisively tai -kermi.
 - Lämmöneristeenä usein lastuvillalevy, mineraalivilla tai korkki sekä mahdollinen puukoolaus
 - Tiilimuuraus tai muu pintarakenne
 - pintakäsittely.



TAUSTAA

- Rakenne on aikakaudelleen tyypillinen 1950 - 1970-luvun julkisissa rakennuksissa, kouluissa ja kerrostaloissa.
- Nykytietämyksen mukaan rakenne luetaan riskirakenteeksi, johon kohdistuu usein monentyyppisiä kosteusrasituksia.
- Korjaamisen haastavuutta lisäävät:
 - Rakenteen hankalasti hallittavissa oleva rakennusfysikaalinen toiminta
 - Rakenteen liittymien onnistuminen
 - Korkeat korjauskustannukset
 - Korjaukset halutaan usein suorittaa vain sisäpuolisina korjauksina kustannussyistä.



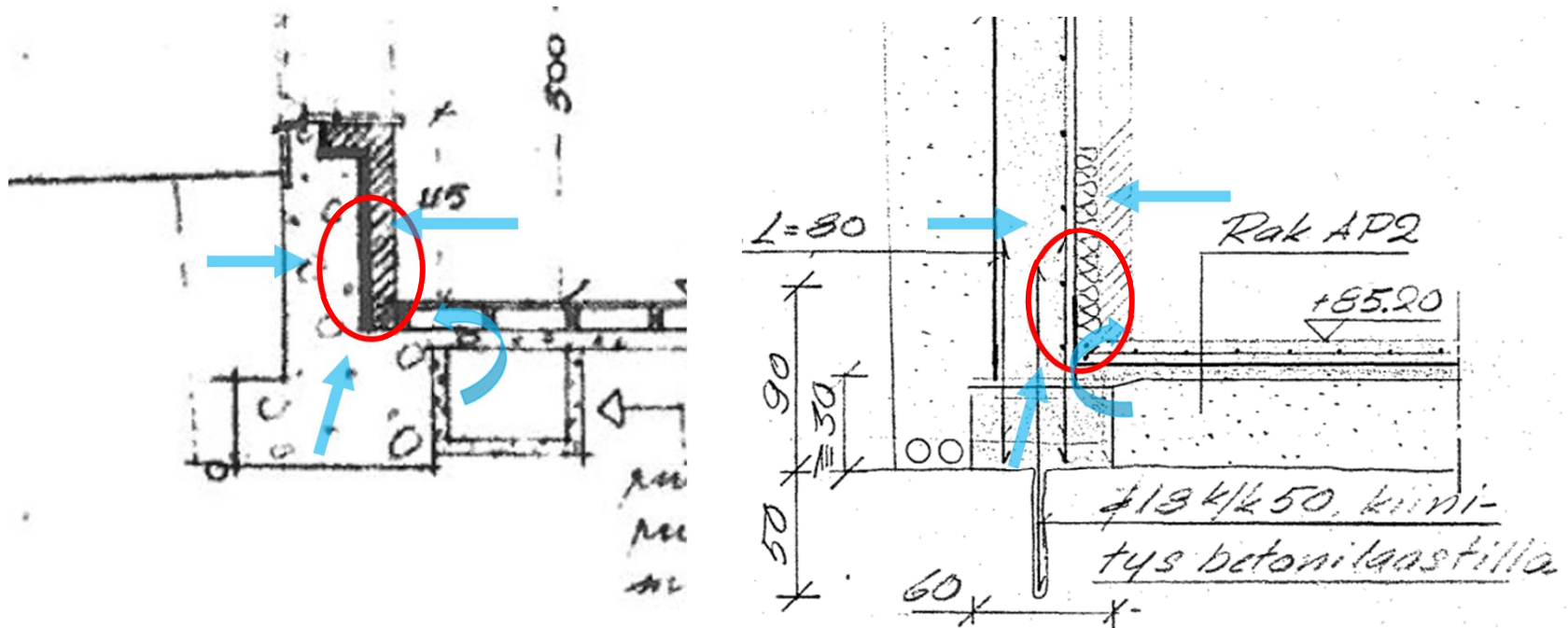
OPINNÄYTETYÖN TAVOITTEET

- Käydä läpi rakenteeseen liittyviä ongelma-kohtia
- Käsitellä ulkoseinärakenteen kosteusteknistä toimivuutta käytännön esimerkkien sekä laskennallisten tarkastelujen näkökulmasta.
- Vertailla periaatteellisia korjausratkaisuja ja niiden rakennusfysikaalista toimivuutta ja niillä saavutettavaa käyttöikää.
- Vertailla vielä julkaisemattoman *Kosteus- ja mikrobivaurioituneen rakennuksen korjausoppaan* mukaisten korjausvaihtoehtojen suuntaa-antavia korjauskustannuksia suhteessa niiden käyttöikään.



KOSTEUSRASITUKSIA

- Sadevedet ja pintavedet, maastonmuodot ja maanpinnan kallistukset
- Salaojituksen puuttuminen tai puutteellinen toiminta
- Vedeneristysten epätiiviyskohdat, talotekniikka, läpiviennit
- Diffuusio, kapillaarisuus, ilmavuodot ja konvektio



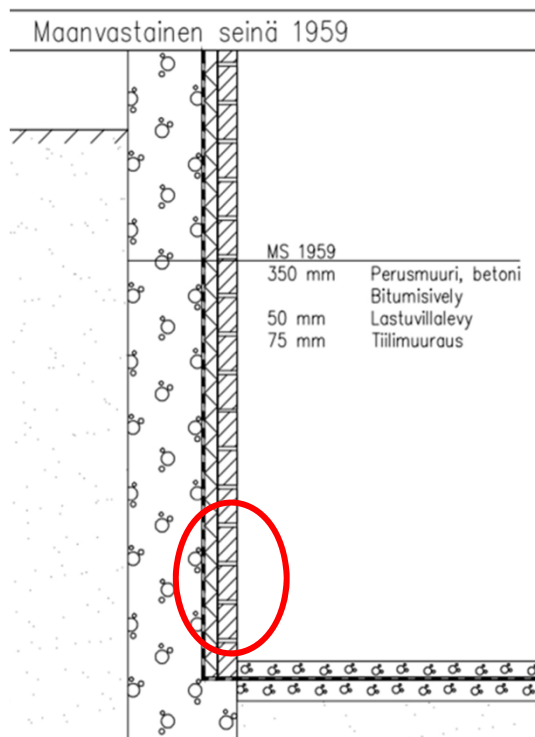
KOSTEUSRASITUKSET KÄYTÄNNÖSSÄ

- Esimerkkejä työelämässä vastaan tulleista kuntotutkimus- ja korjauskohteista



SISÄPUOLISESSA LÄMMÖNERISTÄMISESSÄ LASKENNALLISESTI TOIMIVAT MATERIAALIVALINNAT

- Laskennalliset homeindeksit betonin ja sisäpuolisen eristeen rajapinnassa.
- Tarkastelupisteet seinän 1 yläosassa, 2 keskellä ja 3 seinän alaosassa.
- Rasitetuin kohta on seinän alaosassa
- Toimivin eriste on 50 mm CaSi-levy (eri valmistajien levyissä on eroja!)

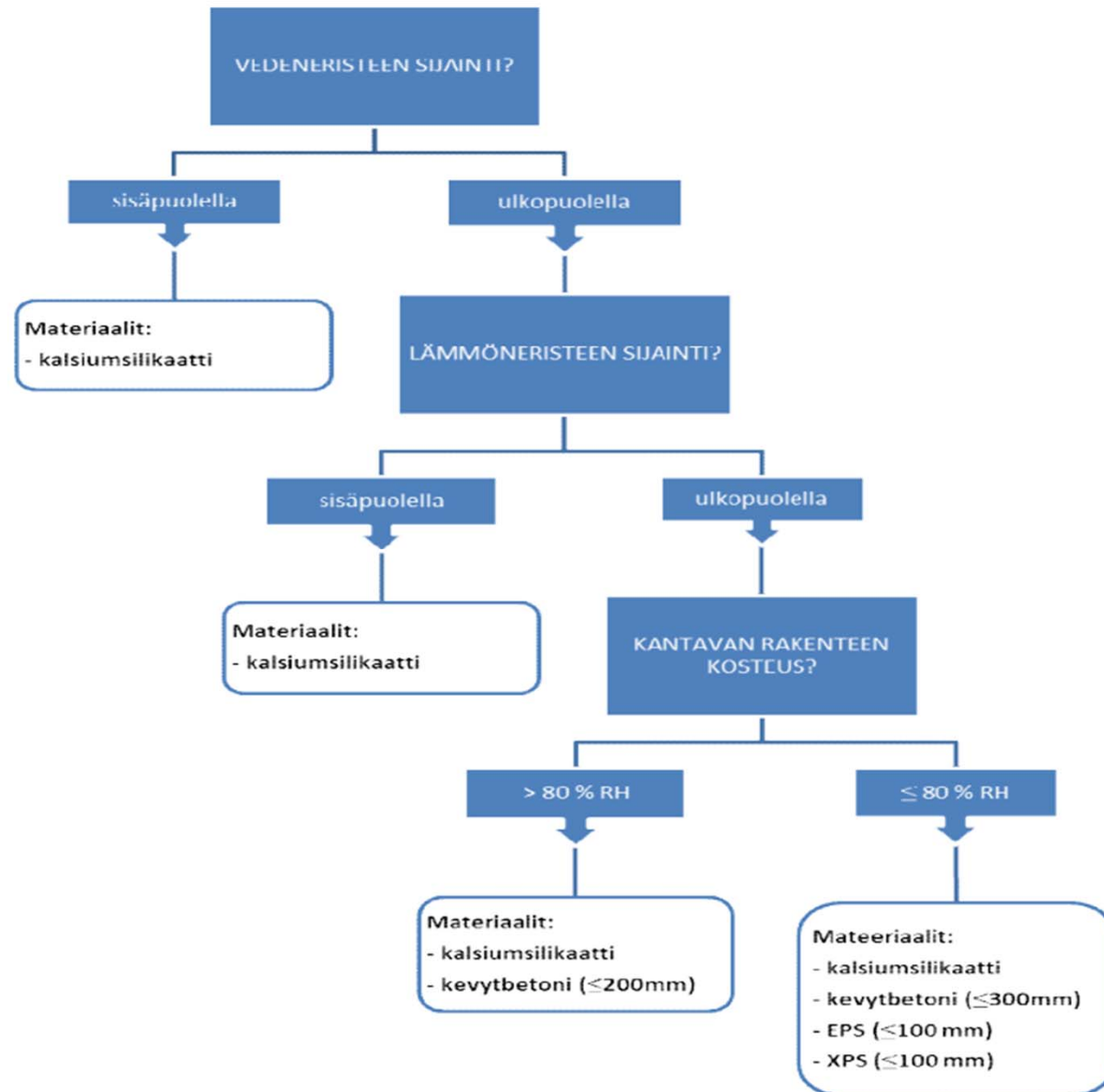


Taulukko 10.3.1 Vuoden 1959 rakenteen homeindeksien maksimiavot (Heiskanen 2015)

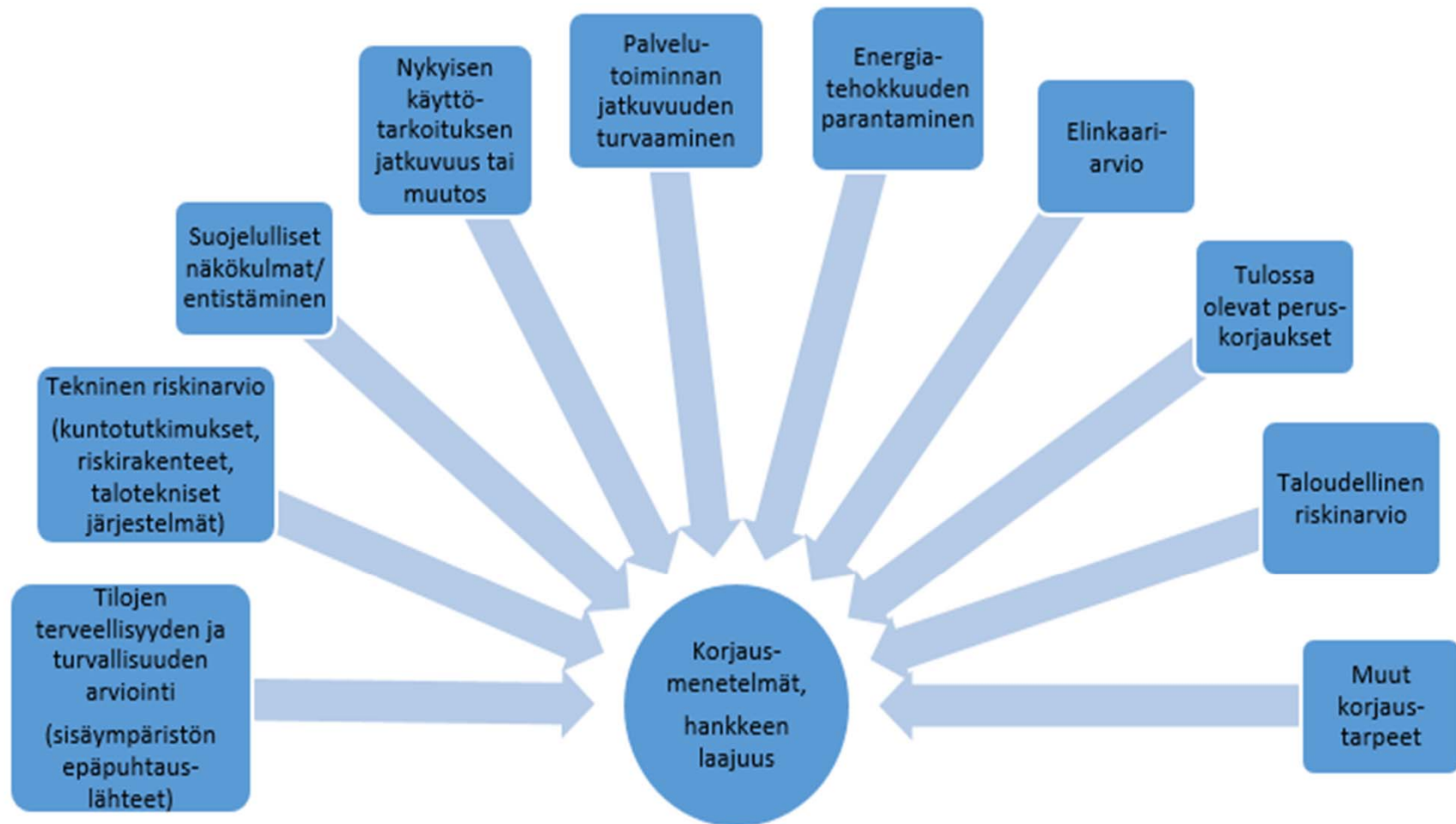
Rakenne	Materiaalit rajapinnassa	HHL	Tarkastelupiste		
			1	2	3
lähtötilanne	bitumi + sementtilastuvillalevy	2	5.28	0.26	0.00
eristämätön	betoni + sisäilma	3	0.01	0.00	0.01
up EPS 100 mm	bitumi + sementtilastuvillalevy	2	5.28	0.00	0.00
up + mpy EPS 100 mm	bitumi + sementtilastuvillalevy	2	0.00	0.00	0.00
up EPS 100 mm, sp purettu	betoni + sisäilma	3	0.01	0.00	0.01
up + mpy EPS 100 mm, sp purettu	betoni + sisäilma	3	0.00	0.00	0.01
sp EPS 50 mm	betoni + EPS	3	2.24	2.77	3.41
sp EPS 100 mm	betoni + EPS	3	1.99	2.97	3.41
sp CaSi1 50 mm	betoni + CaSi	3	0.30	0.00	2.82
sp CaSi1 100 mm	betoni + CaSi	3	0.65	0.05	2.95
sp CaSi1 200 mm	betoni + CaSi	3	1.22	0.95	3.00
sp CaSi2 50 mm	betoni + CaSi	3	0.00	0.00	0.31
sp CaSi2 100 mm	betoni + CaSi	3	0.00	0.00	1.55
sp CaSi2 200 mm	betoni + CaSi	3	0.00	0.00	2.42
sp kevytbetoni 50 mm	betoni + kevytbetoni	2/3	0.99	0.00	3.36
sp kevytbetoni 100 mm	betoni + kevytbetoni	2/3	1.60	0.13	3.45

Lähde: Roosa Heiskanen, Maanvastaisten seinien sisäpuolinen lisälämmöneristäminen, diplomityö, Tampereen Teknillinen yliopisto, 2015

SISÄPUOLISEN LÄMMÖNERISTÄMINEN, TTY, COMBI-HANKE, ROOSA HEISKANEN 2015



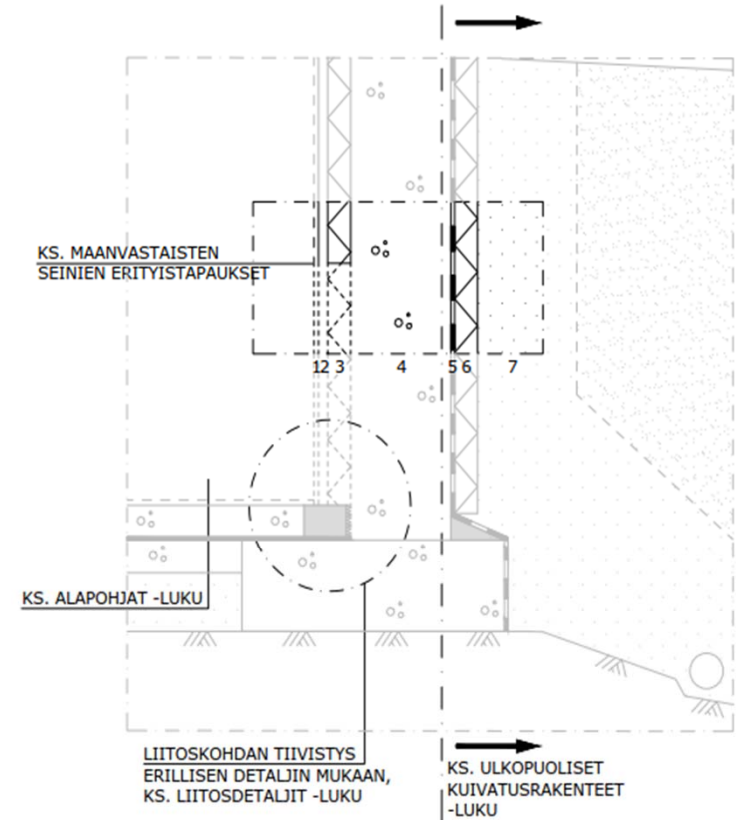
KOSTEUS- JA MIKROBIVAURIOITUNEEN RAKENNUKSEN KORJAUSMENETELMIEN VALINTAAN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ



RAKENTEEN KORJAUSVAIHTOEHDOT

Vaihtoehto 1 Rakenteen purkaminen sisäpuolelta ja ulkopuolelle tehtävät lämmön- ja vedeneristys

- Rakenne korjataan perusteellisesti rakennusfysikaalista toimivuutta parantaen.
- Aina ensin suoritetaan ulkopuolinen korjaus.
 - Vedeneristys, kaivanto suojataan sateelta.
 - Solu-muovipohjainen lämmöneriste ja kaivanto täytetään salaojasoralla tarvittavilta osin.
 - Uusitaan salaojitus, sadevesiviemäröinti sekä maanpinnan kallistukset.
- Tämän jälkeen rakenteen sisäpuoliset rakenteet puretaan betonipintaan saakka
 - Säilytettävää seinärakennetta kuivataan.
 - Sisäpuoliset rakennekerrokset uusitaan, kuten vaihtoehdossa korjausvaihtoehdossa 2.
- Korjauksen käyttöikä: 30-40 vuotta
- Normaalin uudisrakentamisen riskit

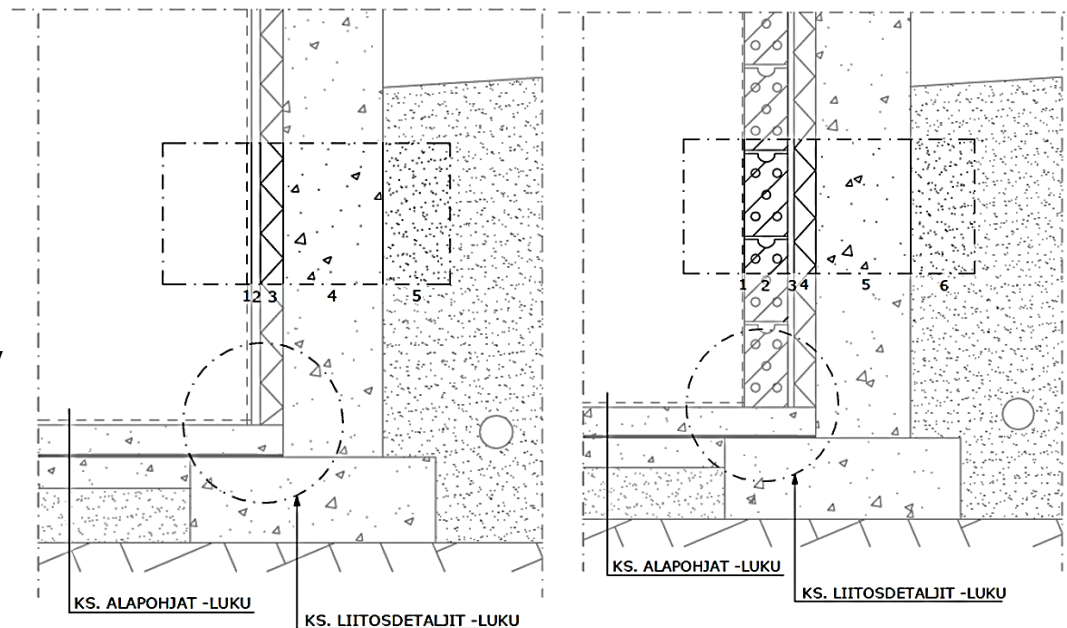


- 1 Uusi vesihöyryä läpäisevä pintamateriaali + tiivistykset (tarvittaessa)
- 2 Sementtipohjainen rakennuslevy (kiinnitys epäorgaanisella liimalla)
- 3 Uusi lämmöneriste (EPS), kiinnitys liimalla
- 4 Vanha betoniseinä
- 5 Uusi perusmuurin vedeneristys
- 6 Uusi perusmuurin ulkopuolinen lämmöneristys
- 7 Uudet täyttömateriaalit

RAKENTEEN KORJAUSVAIHTOEHDOT

Vaihtoehto 2 Rakenteen purkaminen kantavaan rakenteeseen saakka, uusi lämmöneristys sisäpuolelle

- Seinän sisäpintaan asennettava kosteutta kestävä lämmöneristys kiinnitetään epäorgaanisella liimalaastilla alustaan.
- Lämmöneristeen pintaan kiinnitetään epäorgaanisella liimalaastilla sementtipohjainen rakennuslevy tai muurataan kuori kevytsora- tai betoniharkoista.
- Tasoitetyöt tehdään sementtipohjaisilla tuotteilla.
- Pinnoitteena suositellaan käytettäväksi vesihöyryä läpäisevää maalia.
- Korjauksen käyttöikä: 20-25 v
- Myös ikkunoiden ja ovien uusimista suositellaan korjaustyön yhteydessä



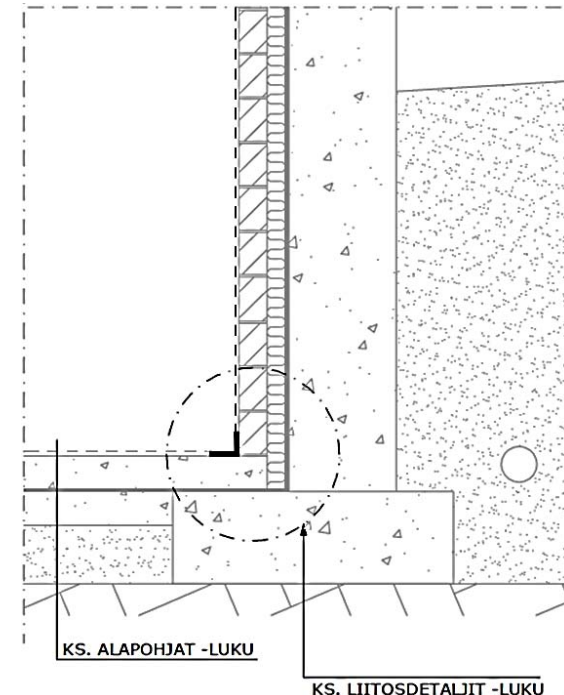
1 Uusi vesihöyryä läpäisevä pinnoite
2 Sementtipohjainen rakennuslevy (kiinnitys epäorgaanisella liimalaastilla)
3 Uusi kapillaarinen, vesihöyryä läpäisevä lämmöneriste TAI tapauskohtaisesti harkittuna solumuovipohjainen lämmöneriste, kiinnitys liimalaastilla
4 Vanha betoniseinä
5 Vanha täyttömateriaali

1 Uusi vesihöyryä läpäisevä pinnoite
2 Uusi harkkomuuraus
3 Ilmaväli
4 Uusi kapillaarinen, vesihöyryä läpäisevä lämmöneriste TAI tapauskohtaisesti harkittuna solumuovipohjainen lämmöneriste, kiinnitys liimalaastilla
5 Vanha betoniseinä
6 Vanha täyttömateriaali

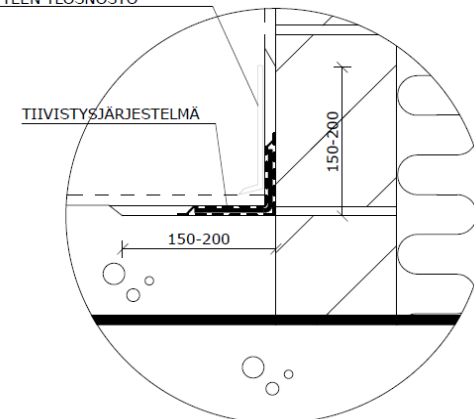
RAKENTEEN KORJAUSVAIHTOEHDOT

Vaihtoehto 3 Seinärakenteen ilmatiiveyden parantaminen

- Ilmavuotojen estämiseksi yleensä koko verhomuurauksen sisäpinta tulee käsitellä esim. vedeneristejärjestelmällä
- Kaikki rakenteiden liitokset tulee tiivistää
- Korjauksen onnistumisen kannalta olennaista:
 - detaljien suunnittelu ja toteutus
 - Laadunvarmistussuunnitelma
 - ilmanvaihdon tasapainotus ja/tai korjaaminen
 - salaoja- ja sadevesijärjestelmien toimivuuden varmistaminen
- Korjauksen käyttöikä
 - ulkoseinän ja ikkunaliittymien osalta 10-15 v
 - muiden rakenteiden osalta 20-25 vuotta
- Rakenteen toimivuuden seuranta
 - Merkkiainekokein määrävälein



MUOVINEN JALKALISTA TAI
LATTIAPINNOITTEEN YLÖSNOSTO



KORJAUSVAIHTOEHTOJEN KUSTANNUKSET LASKENTAESIMERKISSÄ

- Kustannukset rajattiin koskemaan em. korjausvaihtoehtojen mukaisia rakennustöitä. Esimerkiksi seuraavia tapauskohtaisia asioita ei huomioitu:

- Rakennuttamis-, kuntotutkimus- ja suunnittelukustannuksia
- Haitta-ainepurkua
- Purkujätteiden kuljetus- ja kaato- paikkakuluja
- Työmaan yleiskustannuksia
- Tilavarusteiden ja tekniikkaosien purkua
- Pihan pintarakenteita
- Korjausvelan korkojen vaikutusta
- Korjattujen lämmöneristeiden tuomaa energian säästöä

Liite 2 Kustannuslaskentataulukko, korjausvaihtoehto 2, Rakenteen purkaminen kantavaan rakenteeseen saakka, uusi lämmöneristys sisäpuolelle

Talo 2000	lähde	nimike	määrä yks	materiaali- kustannus €/yks	työ- kustannus €/yks	€/yks	alv 0% €
1		Rakennusosat	70 m2				
13		Tilaosat					
132		Tilapinnat					
	arvio	Purku, tasoite 10...20	70 m2		0,1	26,63	1864
	KOR s.63	Purku, tiiliseinä	70 m2		1,05	26,63	1864
	KOR s.34	Purku, lämmöneristeet, mikrobipurku	70 m2		0,2	4,98	349
	KOR s.26	Purku, pikisively	70 m2		0,15	3,8	266
	arvio	Radonkermi tai lattian sauman tiivistys tiivistysjärjestelmällä	23 jm	20	20	40	920
	KOR s.78	Liimalaasti	70 m2	3	8	11	770
	arvio	Kalsiumsilikaattilevy	70 m2	30	10	40	2800
	KOR s.65	Kevytsoharkkomuuraus	70 m2	18,75	30,08	48,83	3418
	KOR s.193	Oikaisutasoitus	70 m2	1,6	11,29	12,89	902
	KOR s.196	Maalaus, 2 kertaa	70 m2	3,58	2,77	6,35	445
	ROK s.207	Lattian listoitus, muovinen jalkalista	23 jm	1,4	5	6,4	147
133		Tilapinnat					
	arvio	Mikrobivaurioituneen jätteen pussitus ja kuljetus	1 erä	400			400
	arvio	Imurointi purkuöiden jälkeen	1 erä	200			200
3		Hanketehtävät					
34		Työmaatehtävät					
341		Työmaapalvelut					
	KOR s.89	Lattian suojaus	50 m2	0,37	1,61	1,98	99
	KOR s.90	Sisätilan osastointi, suojaseinä	1 erä	317,52	1120	1437,52	1438
	arvio	Seinäpinnan imurointi	1 erä	200			200
	arvio	Siivous	1 erä	200			200
	arvio	Seinäarakenteen kuivatus, kuivaaja (1 vrk vuokra)	30 vrk	21,23			637
	arvio	Korjattavan tilan alipaineistus	100 vrk	24,5			2450
Yhteensä							19368 €

KORJAUSVAIHTOEHTOJEN KUSTANNUSVERTAILU SUHTEESSA KORJAUKSEN KÄYTTÖIKÄÄN

- Korjausvaihtoehto 3 (tiivistyskorjaus) on luonnollisesti selvästi edullisin korjaustapa kertakorjauksena
- Käyttöikään suhteutettuna korjattavan seinän neliöhinta on kuitenkin samaa suuruusluokkaa kaikissa korjausvaihtoehdoissa

→ Pohdintaa: Kustannuslaskennasta rajattujen asioiden vaikutus, haluttu käyttöikä, rakenteeseen jäävät riskit, korjausratkaisun soveltuvuus?

Taulukko 13.1.1 Laskentatulokset

Korjattavaa seinäpintaa [m ²]	Korjausvaihtoehto	käyttöikä [vuotta]	kokonaiskustannus [€]	Korjauskustannus / seinäneliö [€/m ²]	Korjauskustannus / seinäneliö / käyttöikävuosi [€/m ² /v]
70	1	40	30545	436	10,90
70	2	25	19368	277	11,10
70	3	15	12064	172	11,50

YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

- Käytännössä kosteusrasitukset ovat usein moninaisia, vaikeasti hallittavia ja ongelmat perustuvat rakenteen rakennusfysikaaliseen toimimattomuuteen.
- Maanvastaisten seinien lämpö- ja kosteusteknisen toimivuuden arvioinnissa pitää kiinnittää huomioita seinän alaosiin.
- Rakenteen todentaminen rakenneavauksilla on edellytys luotettavan riskiarvion, tarvittavien laskennallisten tarkastelujen ja korjaussuunnittelun lähtötiedoiksi.
- Vaurion poistava korjaustapa on suositeltava lähtökohta, mikä yleensä tarkoittaa vaurioituneen materiaalin sekä vaurion syyn poistamista. Toissijaisena vaihtoehtona on epäpuhtauksien jättäminen rakenteisiin, jolloin korjausten tavoitteena on estää epäpuhtauksien pääsy sisäilmaan.
- Uuden lämmöneristeen valinnan osalta ei voida antaa yleispätevää ohjetta.
- Pelkät kertakorjauskustannukset eivät välttämättä ohjaa halvimpaan mahdolliseen korjaustapaan, kun huomioidaan käyttöikä.
- Olennaista on korjata ja hallita ongelmalliseen tilaan liittyviä kosteusrasituksia, rakenteita, ilmanvaihtoa ja sisäilman olosuhteita kokonaisuutena.

**KIITOS!
KYSYMYKSIÄ?**

