



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

RAKENNUSTEKNIIKAN LAITOS
TUTKIMUSSELOSTUS NRO TRT/2433/2016

KERROSTALON ERI JULKISIVUVAIHTOEHTOJEN ELINKAARITARKASTELU

26.09.2016

Tämä tutkimusselostus korvaa 27.6.2016 päivätyn version

**Tutkimusselostus Nro 2433**

16 sivua + 13 liitesivua

Tilaaaja	Suomen Tiiliteollisuusliitto ry Juha Karilainen Strömberginkuja 2 00380 HELSINKI puh. +358 207 489 271	
Tehtävä	Kerrostalon eri julkisivuvaihtoehtojen elinkaarikustannusten ja eri toteutustapojen vaikutus julkisivurakenteen kokonaistaloudellisuuteen.	
Tutkimusryhmä	Toni Pakkala, projektipäällikkö, dipl.ins. Arto Köliö, tutkija, dipl.ins Jussa Pikkuvirta, tekn. kand. Jukka Lahdensivu, dosentti, tekn. toht. Matti Pentti, professori, tekn. toht. Tampereen teknillinen yliopisto Rakennustekniikan laitos PL 600 33101 Tampere Yhteyshenkilö: Toni Pakkala puhelin: 040 198 1962 sähköposti: toni.pakkala@tut.fi	
Jakelu	Tilaaaja / Juha Karilainen TTY / Rakennustekniikan arkisto Tutkimusryhmä	1 kpl + pdf 1 kpl 1 kpl

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille rakenteille ja olosuhteille
Tutkimusselostuksen saa kopioida vain kokonaisuudessaan.

**KERROSTALON ERI JULKISIVUVAIHTOEHTOJEN ELINKAARITARKASTELU**

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	3
1.1	Yleistä.....	3
1.2	Tutkimukset tavoite	3
2	ELINKAARILASKENNAN LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT	3
2.1	Tutkittavat rakenteet	3
2.2	Julkisivurakenteiden käyttöiät ja huoltojaksot.....	4
2.3	Elinkaarikustannuslaskenta.....	6
3	TULOKSET	8
3.1	Julkisivurakenteiden käyttöiät ja huoltojaksot.....	8
3.2	Elinkaarikustannuslaskenta.....	10
4	YHTEENVETO	14
	LÄHTEET.....	16

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille rakenteille ja olosuhteille
Tutkimusselostuksen saa kopioida vain kokonaisuudessaan.



1 JOHDANTO

1.1 Yleistä

1.2 Tutkimukset tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on tarkastella kerrostalon eri julkisivuvaihtoehtojen elinkaarikustannuksia ja verrata eri huoltotasojen sekä -toimenpiteiden vaikutusta julkisivurakenteen kokonaistaloudellisuuteen. Tutkimuksessa tarkastellaan uudisrakentamisessa käytössä olevia julkisivurakenteita (tiilimuuri-, puu-, ohutrappaus-, paksurappaus- sekä betonijulkisivu) siten, että tutkittava rakennus on nykynormit täyttävä normaalikorkuinen uudisrakennus. Julkisivurakenteiden korjausratkaisuina käytetään yleisesti käytettyjä korjaustapoja. Seinärakenteina käytetään ratkaisuja, joissa rakenteiden lämmön- ja ääneneristävyydet ovat mahdollisimman hyvin toisiaan vastaavat. Elinkaaritarkastelussa otetaan huomioon seinärakenteen koko elinkaari rakennusvaiheesta huoltotarpeisiin sekä purkuun.

Tutkimuksessa ei tehdä herkkyytarkastelua eli tarkastella eri lähtöarvojen muutosten vaikutusta tuloksiin.

2 ELINKAARILASKENNAN LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT

2.1 Tutkittavat rakenteet

Tutkittaviksi rakenteiksi valittiin yhdessä tilaajan kanssa viisi yleisesti käytössä olevaa uudiskerrostalon julkisivurakennetta: tiilimuuri, puu, ohut eristerappaus, paksu eristerappaus ja betoni kahdella eri pinnalla (tiililaatta ja valkobetoni). Kaikki tutkittavat julkisivurakenteet ajateltiin nykylämmöneristysmääräykset (U-arvo $<0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) täyttäviksi. Tarkasteltavan talon kooksi valittiin taulukon 1 mukainen tyypillinen viisikerroksinen uudiskerrostalo.

Taulukko 1 Laskennassa käytetyn esimerkkirakennuksen mitat

Korkeus	15 m
Runkosyvyys	15 m
Leveys	45 m
Julkisivujen kokonaisala	1800 m ²
Kokonaisala ilman ikkunoita	1260 m ²
Pohjapinta-ala	675 m ²

Tiilimuurin rakenteena on betonisisäkuoren ulkopintaan rakennettu lämmöneriste sekä tuuletettava kuorimuuri. Kuorimuurin pitkä käyttöikä perustuu rakenteen saumojen (sekä laasti-, että liikuntasaumamat) tarpeenmukaisiin ylläpitokorjauksiin.



Puujulkisivun rakenteena on betonisen sisäkuoren ulkopintaan rakennettu rankarunko sisältäen lämmöneristekerroksen sekä tuulettuvan puuverhouksen. Puujulkisivun käyttöikä perustuu maalipinnan uusimiseen riittävän usein.

Ohutrappaus-eristejärjestelmäisen julkisivun rakenne on betonisen sisäkuoren ulkopintaan kiinnitetty lämmöneristekerros, jonka päälle on tehty ohutrappaus. Järjestelmä kiinnittyy alustaan lämmöneristekerroksen lujuuden ja liimauksen välityksellä. Rappaus on pinnoitettu siliikonipinnoitteella. Ohutrappaus-eristejärjestelmän käyttöikä perustuu suurelta osin rappauksen pinnoitteen eheyteen, jolloin ylläpitokorjausten laiminlyönnillä on rakenteen käyttöikään suuri merkitys.

Paksurappaus-eristejärjestelmäisen julkisivun rakenne on betoniseen sisäkuoreen mekaanisin kiinnikkein kiinnitetty lämmöneristekerroksen päälle tehty rappaus. Itse rappaus on avo-
huokoinen ja silikaattimaalipintainen. Paksurappaus-eristejärjestelmän käyttöikä perustuu suurelta osin rappauksen pinnoitteen eheyteen, jolloin huollon laiminlyönnillä on rakenteen käyttöikään suuri merkitys.

Mineraalivillaeristeisistä betonisandwichelementeistä valittiin tarkasteluun **valkobetonipintainen** sekä **tiililaattapintainen**. Huoltotoimenpidemääriin pinta ei vaikuta, mutta niillä on erivät rakentamis- ja uusimiskustannukset. Betonisandwichelementtien pitkä käyttöikä perustuu liikuntasaumojen kunnossapitoon ja uusimiseen riittävän usein.

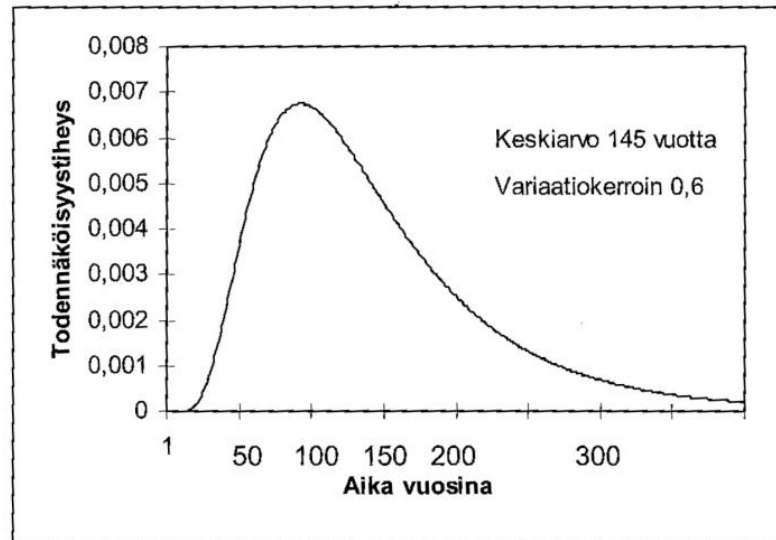
2.2 Julkisivurakenteiden käyttöiät ja huoltojaksot

Julkisivurakenteiden tavanomaiset käyttöiät ja huoltojaksot selvitettiin tutkimuksen lähtötiedoiksi perustuen kirjallisuusselvitykseen sekä TTY:n rakennustekniikan laitoksella toteutettuun aikaisempaan tutkimustyöhön. Rasituksille alttiiden rakenteiden käyttöikä vaihtelee käytännössä paljon riippuen rakenteellisista ratkaisuista ja yksityiskohdista, materiaalivalinnoista, laadun vaihtelusta ja ylläpidon laadusta. Käyttöiällä tarkoitetaan tässä tutkimuksessa käyttöikäsuunnittelun periaatteiden mukaisesti ikää, jonka ylittää 95 % kyseisen julkisivutyypin rakenteista, ks. kuva 1.

Julkisivurakenteiden käyttöikä määriteltiin aikajaksoksi, jonka jälkeen rakenteeseen on tehtävä vähintään puolta julkisivuvalasta koskeva raskas korjaus tai rakenne on uusittava kautaltaan. Tarkastelun tasapuolisuuden vuoksi tässä tutkimuksessa rakenteen uusimisen lähtökohtana on käytetty sitä, että korjauksen jälkeen julkisivupinta on sama kuin korjausta ennen, vaikka käytännössä nykyisin peittävän korjauksen yhteydessä korjauksen jälkeinen julkisivumateriaali on hyvin usein eri kuin alkuperäinen julkisivumateriaali.

Käyttöikä määriteltiin erikseen rannikko- ja sisämaasijainnille tapauksessa, jossa rakenteen huolto on toteutettu ohjeistuksen mukaisesti sekä tapauksessa, jossa huolto on laiminlyöty.

Huoltotoimenpiteiksi määriteltiin toimenpiteet, jotka on mainittu KH 90–00403 ”*Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot*” (2008) –kortissa.



Kuva 1 Rakennuksen tai rakenteen käyttöikä määritellään siten, että 95 % rakenteista ylittää laskennallisen käyttöiän. Kuvassa esimerkki 50 vuoden käyttöiän log-normaalista jakaumakäyrästä (by51 Betonirakenteiden käyttöikäsuunnittelu).

KH 90-00403 –kortin käyttöiät ja kunnossapitojaksot perustuvat olemassa olevasta rakennuskannasta saatuihin kokemuksiin sekä aiempiin tutkimuksiin. Esimerkiksi kortissa arvioitu käyttöikä lautaverhoukselle perustuu kokemuksiin pientaloista, koska kokemuksia puukerrostalorakentamisesta on vielä vähän. Samoin eristerappauksia on kerrostalojen julkisivurakenteena käytetty käyttöikätaivoitteisiin nähden niin vähän aikaa, ettei kokemuksia käyttöiän pituudesta ole vielä merkittävästi. Näissä tapauksissa kunnossapitojaksojen pituuksia päätettäessä on KH-kortin mukaisia kunnossapitojaksoja tarkennettu TTY:n tutkijoiden omaan arvioon sekä aiemmin tehtyihin tutkimuksiin perustuen.

Koska edellä mainitun KH-kortin tiedot perustuvat nykyrakennuksista saatuihin kokemuksiin, sen esittämät huoltajakset eivät välttämättä vastaa uudisrakentamisen parantuneen laadun myötä odotettavissa olevia tarpeellisia huoltajaksoja ja käyttöiä. Tämän vuoksi KH-korttiin perustuvan elinkaarilaskennan rinnalle on laskettu parantuneen laadun mukainen tarkastelu, jossa esimerkiksi tiilijulkisivujen saumojen muurauslaastin kestävyys on nostettu vastaamaan nykyisen rakennustavan mukaisten ruostumattomien raudotteiden ja tiiviin muurauslaastin mukaista odotettavissa olevaa 50 vuoden käyttöikä. Toisaalta esimerkiksi elastisten saumausten odotettavissa oleva käyttöikä ei ole viime vuosikymmeninä noussut, joten parantuneen laadun laskentatapauksissa elastisten saumausten uusimisväli pysyy samana kuin normaalissa tapauksessa. Tässä tarkastelussa myöskään puujulkisivuilla korjaustoimenpiteet ja ajankohdat eivät ole muuttuneet, koska pidemmän huoltovälin saavuttamiseksi tulisi käyttää sekä kalliimpaa puutavaraa että sen käsittelyä.



Huollon laiminlyönnin tapauksessa on ajateltu, että ainoa käytettävä huoltotoimenpide on raskas korjaus eli julkisivurakenteen uusiminen eristeineen siten, että vähintään puolet julkisivu- alasta uusitaan. Esimerkiksi puujulkisivulla maalipinnoitteen uusimatta jättäminen saattaa nopeuttaa julkisivurakenteen vaurioitumista uusimista vaativaan kuntoon hyvinkin merkittävästi. Tiili- ja betonijulkisivuilla sen sijaan itse julkisivumateriaali ei huoltamattomuudesta kärsi, mutta elastisten saumojen varioituminen ja siten eristetilaan päätynyt vesi johtavat lopulta siihen, että raskas korjaus saattaa olla perusteltu.

Julkisivurakenteiden käyttöiässä otettiin huomioon myös rakenteiden rasitustaso ilmansuunnasta riippuen. Suomessa tyypillisesti ilmastorasitus on keskittynyt merkittävästi tiettyihin ilmansuuntiin, pääasiassa lännen ja kaakon välille, koska vesi- tai räntäsateen aikana tuulen suunta on kyseisistä ilmansuunnista. Kesäisin myös auringon UV-säteily vaikuttaa varsinkin puujulkisivujen kestävytyteen rasituksen ollessa suurinta etelä- ja länsijulkisivuilla. Tämän vuoksi tarkasteluissa ensimmäinen käyttöiän päättymisestä aiheutuva julkisivurakenteen uusiminen on käsitelty puolikkaana julkisivupinnan kokonaisalasta. Ensimmäiset huoltotoimenpiteet on käsitelty pääsääntöisesti puolikkaana, poikkeuksina elastiset saumat sekä tiilijulkisivun laastisaumojen pintakorjaus. Tiilijulkisivun laastisaumojen pintakorjaukset ovat usein paikallisia eivätkä vaadi korjaustoimenpidettä kokonaisen julkisivun alalta, joten tässä tutkimuksessa laastisauman laaja pintakorjaus on käsitelty 10 % ja 20 % koko julkisivualueen nähden riippuen pintakorjauksen ajankohdasta. Sen sijaan esimerkiksi maalatessa on usein esteettisesti järkevää hoitaa koko julkisivun maalaus kerralla paikallisen maalauksen sijaan, vaikka kunnossapidon kannalta saattaa olla tarve käsitellä vain suurimman rasituksen alaiset julkisivut.

2.3 Elinkaarikustannuslaskenta

Elinkaarikustannuslaskennassa tarkasteltiin vain julkisivurakenteiden elinkaarikustannuksia ottamatta kantaa kaikille rakenteille yhteneviksi oletettuihin elinkaarilaskennan eriin, esim. maa-alueen hinta, muut rakennusosat tai energiankulutus. Laskennassa on otettu siten huomioon vain kyseisen julkisivun rakentamiskustannus, huolto- ja kunnossapitokustannukset, julkisivun ulkokuoren mahdollinen uusiminen sekä purku käyttöiän loppumisen vuoksi. Tämän vuoksi saadut arvot eivät vastaa suhteiltaan suoraan kokonaiselinkaarikustannuksia vaan soveltuvat vain eri julkisivurakenteiden rakentamiskustannusten sekä kunnossapitotoimenpidekustannusten vertailuun.

Taulukossa 2 on esitetty huoltotoimenpiteiden kustannukset sekä rakentamis- ja purkukustannukset, jotka ovat mukana jokaisessa laskelmassa: rakentaminen nykyhetkellä ja purku tavoiteikätyöissä (50 tai 100 vuotta).

Taulukon 2 hinnat perustuvat Haahtelan *Talorakennuksen kustannustieto 2016* –julkaisun kappaleen 3.3 *Rakennusosa-arvion tiedot* alakappaleeseen 12 *Talo-osat*. Alueellisena hinta-



tasona on käytetty korkeaa eli pääkaupunkiseudun hintatasoa. Hinnat on esitetty ilman arvonlisäveroa. Hinnoitteluun sisältyy kaikki työn tekemiseksi tarvittavat työkustannukset sivukuluineen ja palkanlisineen mukaan lukien tarvittavan työnjohdon kustannukset, materiaali- ja kalustokustannukset sekä tekijän kate.

Taulukko 2 Tutkimuksessa käytetyt huoltotoimenpiteiden sekä rakentamisen ja purun kustannukset.

Toimenpide	Seinätyyppi	Hinta	Yksikkö	Tarkennus
Elastiset saumat	tiilimuuri	1,8	€/m ²	Liikuntasaumat, joita on pitkissä julkisivuissa
	paksurappaus	2,2	€/m ²	Tiilimuuria vastaava + yksi vaakasauma
	betoni	20	€/m ²	
Maalaus	puu	17	€/m ²	Naulauskorjaus, irtotaisen maalin poistaminen ja uudelleen maalaus
	ohutrappaus	19	€/m ²	Silikoniemulsio
	paksurappaus	16	€/m ²	Silikaattimaali
Vanhan maalipinnan poisto + maalaus	puu	18,8	€/m ²	Korkeapainepesu 1,8 € + maalaus 17 €
Laastisauman pintakorjaus	tiilimuuri	20	€/m ²	
Uusiminen	tiilimuuri	126	€/m ²	
	puu	115	€/m ²	Sisältää maalauksen + arvioitu telinetyö
	ohutrappaus	180	€/m ²	Elementin ulkokuoren purku 25€+rappaus ja lisälämmöneriste 155€
	paksurappaus	180	€/m ²	Elementin ulkokuoren purku 25€+rappaus ja lisälämmöneriste 155€
	betoni, valko	149	€/m ²	Ulkokuoren purku + uusi kuorielementti
	betoni, tiililaatta	179	€/m ²	Ulkokuoren purku + uusi kuorielementti
Eristeen vaihto	tiilimuuri, puu, betoni	14	€/m ²	Vain erityistapauksissa uusimisen yhteydessä
Rakentamiskustannus	tiilimuuri	235	€/m ²	
	puu	205	€/m ²	
	ohutrappaus	220	€/m ²	Ei kantava sisäkuorielem. + eriste + ohutrappaus
	paksueristerappaus	260	€/m ²	Ei kantava sisäkuorielem. + eriste + lämpörappaus
	betoni, valko	172	€/m ²	
	betoni, tiililaatta	185	€/m ²	
Purkukustannukset	tiilimuuri	74	€/m ²	Tiiliverhotun betonirakenteisen ulkoseinän purun mukaan
	puu	74	€/m ²	Tiiliverhotun betonirakenteisen ulkoseinän purun mukaan
	ohutrappaus	74	€/m ²	Tiiliverhotun betonirakenteisen ulkoseinän purun mukaan
	paksueristerappaus	74	€/m ²	Tiiliverhotun betonirakenteisen ulkoseinän purun mukaan
	betoni, valko	93	€/m ²	Betonielementin purku
	betoni, tiililaatta	93	€/m ²	Betonielementin purku

Ne tapaukset, joita julkaisusta ei löytynyt, on arvioitu Rakennustiedon julkaiseman *ROK – Rakennusosien kustannuksia 2016* –julkaisun sekä kokemuksen avulla. Esimerkiksi puujulkisivun uusimiselle löytyi arvo vain pientalorakentamisen tapauksessa ilman telinestikustannuksia, jolloin korjauskustannuksen suuruus päätettiin muiden vastaavien korjaustoimenpiteiden hintojen nousun perusteella siirryttäessä pientalokorjaamisesta kerrostalokorjaamiseen.

Betonijulkisivujen uusimisen tapauksessa on käytetty toimenpiteenä ulkokuoren purkua ja uutta kuorielementtiä, mikä soveltuu käytännössä lähinnä pienialaiseen elementtien ulkokuorien uusimiseen. Kokonaisen julkisivun uusimista kyseisellä menetelmällä ei ole yleisesti käytetty, mutta tämän tutkimuksen laskennassa huollon laiminlyönnin tapauksessa käytettiin kyseistä tapaa laskennan selkeyden vuoksi, koska pyrkimyksenä oli säilyttää jokaisella julkisivumateriaalilla alkuperäinen julkisivupinta.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille rakenteille ja olosuhteille
Tutkimusselostuksen saa kopioida vain kokonaisuudessaan.



Elinkaarikustannuslaskenta toteutettiin sekä nimellisarvoilla että diskontattuna nykyarvoksi kahdella eri korkokannalla, 3 % ja 5 %. Laskennassa selvitettiin julkisivurakenteiden elinkaarikustannukset sekä normaalisti huollettujen julkisivujen että huollon laiminlyönnin tapauksissa ja parantuneen laadun tapauksessa. Kaikissa tapauksissa tarkasteltiin sekä 50 että 100 vuoden tavoiteikätyöikä. Nimellisarvot diskontattiin nykyarvoon kaavalla:

$$\frac{1}{(1+k)^n}$$

, missä k on käytetty korkokanta ja n laskettavan toimenpiteen ajankohta vuosissa nykyhetkeen nähden.

3 TULOKSET

3.1 Julkisivurakenteiden käyttöiät ja huoltojaksot

Taulukossa 3 on koottu julkisivurakenteiden oletetut käyttöiät rannikko- sekä sisämaasijainnilla normaalin huollon ja huollon laiminlyönnin tapauksissa sekä parantuneiden materiaalien ja toteutustapojen tapauksessa (normaali huolto). Käyttöiällä tarkoitetaan tässä tapauksessa aikaa siihen, kun ensimmäisen kerran joudutaan uusimaan eniten ilmastorasitusta saavat julkisivut. Suojaisella puolella sijaitsevat julkisivut uusitaan mahdollisella toisella uusimiskierroksella. Käyttöiän maksimiarvona on käytetty 100 vuotta, vaikka varsinkin kivipohjaisilla materiaaleilla ja oikeilla huoltotoimenpiteillä saavutetaan pidempiäkin käyttöiä. Käyttöikäsuunnittelussa yleinen tavoiteltava käyttöikä on kuitenkin edelleen 50 vuotta ja käytännössä yli 100 vuoden käyttöikää tavoitellaan vain erikoistapauksissa, vaikka se rakenteiden osalta mahdollista olisikin.

Taulukko 3 Eri julkisivurakenteiden tätä tarkastelua varten oletetut käyttöiät määriteltynä sijainnin ja rakenteen huollon perusteella sekä parantuneiden materiaalien ja toteutustapojen tapauksessa.

Julkisivumateriaali/-rakente	Sijainti	Huolto ohjeistuksen mukaan	Ei huoltoa	Parantunut laatu
Tiilimuuri	sisämaa	100	75	100
	rannikko	100	65	100
Puu	sisämaa	55	30	55
	rannikko	45	15	45
Ohut eristerappaus	sisämaa	30	25	35
	rannikko	25	20	30
Paksu eristerappaus	sisämaa	35	30	40
	rannikko	30	25	35
Betoni	sisämaa	100	80	100
	rannikko	100	70	100

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille rakenteille ja olosuhteille
Tutkimusselostuksen saa kopioida vain kokonaisuudessaan.



Taulukoissa 4, 5 ja 6 on esitetty laskennassa käytettyjen huoltotoimenpiteiden määrät kunkin julkisivun käyttöiän aikana. Taulukoissa käytetyt lyhenteet ovat:

ES	elastisten saumojen uusiminen
PK	laastisauman pintakorjaus
M	maalaus
VP	vanhan maalipinnan poisto
UU	ulkokuoren uusiminen (eristerappauksilla mukana eristeen vaihto uusimisen yhteydessä, muilla vain erikoistapauksissa, ks. taulukko 5)
RA	rakentamiskustannus
PU	purkukustannus

Puujulkisivulla eristeen vaihtoa ei pääsääntöisesti tehdä poikkeuksena huollon laiminlyönnin tapauksessa toinen ulkokuoren uusiminen rannikkoilmastossa. Huoltotoimenpidelyhenteiden alla oleva prosenttimäärä kuvastaa huoltotoimenpiteen laajuutta. Esimerkiksi maalauksen kohdalla 50 % tarkoittaa kahden julkisivun kokoisen alan maalausta ja 100 % koko julkisivun maalausta.

Taulukkojen 4 ja 6 korjaustoimenpidemäärät ovat sidoksissa toisiinsa. Esimerkiksi elastisten saumausten uusimismäärä on paksurappaus-eristejärjestelmällä pienempi kuin tiilimuurilla ja betoniilla, koska paksurappaus-eristejärjestelmällä ensimmäinen uusiminen ja eristeen vaihto tulee 30–35 vuoden jälkeen, jolloin pintarakenteen uusimisen yhteydessä uusitaan myös saumat.

Huoltotoimenpiteet, niiden ajankohdat ja kattavuus on esitetty tarkemmin liitteessä 1.

Taulukko 4 Laskennassa käytettyjen huoltotoimenpiteiden lukumäärät riippuen tavoitekäytöstä ohjeistuksen mukaisten huoltotoimenpiteiden tapauksessa.

		Normaali huolto																	
Julkisivutyyppe	Sijainti	50 vuotta							100 vuotta										
		ES		PK		M		VP + M	UU		ES		PK		M		VP + M	UU	
		100 %	10 %	50 %	100 %	100 %	50 %	100 %	100 %	10 %	20 %	50 %	100 %	100 %	50 %	100 %			
Tiilimuuri	Sisämaa	3	1	-	-	-	-	-	6	2	1	-	-	-	-	-			
	Rannikko	3	1	-	-	-	-	-	6	2	1	-	-	-	-	-			
Puu	Sisämaa	-	-	2	1	1	-	-	-	-	-	4	3	2	1	-			
	Rannikko	-	-	2	2	2	1	-	-	-	-	5	4	4	1	1			
Ohut eristerappaus	Sisämaa	-	-	3	-	-	1	-	-	-	-	5	-	-	2	1			
	Rannikko	-	-	3	-	-	1	-	-	-	-	6	-	-	2	1			
Paksu eristerappaus	Sisämaa	2	-	2	-	-	1	-	5	-	-	4	-	-	1	1			
	Rannikko	2	-	3	-	-	1	-	3	-	-	6	-	-	2	1			
Betoni, valkobetonipinta	Sisämaa	3	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-			
	Rannikko	3	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-			
Betoni, tiililaattapinta	Sisämaa	3	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-			
	Rannikko	3	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-			

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille rakenteille ja olosuhteille
Tutkimusselostuksen saa kopioida vain kokonaisuudessaan.



Taulukko 5 Laskennassa käytettyjen huoltotoimenpiteiden määrät riippuen tavoitekäytöstä huoltotoimenpiteiden laiminlyönnin tapauksessa.

Ei huoltoa					
Julkisivutyyppe	Sijainti	50 vuotta		100 vuotta	
		UU		UU	
		50 %	100 %	50 %	100 %
Tiilimuuri	Sisämaa	-	-	1*	-
	Rannikko	-	-	1*	-
Puu	Sisämaa	1	-	2	1
	Rannikko	2	1	3	3**
Ohut eristerappaus	Sisämaa	1	-	2	1
	Rannikko	1	1	2	2
Paksu eristerappaus	Sisämaa	1	-	2	1
	Rannikko	1	-	2	1
Betoni, valkobetoni-pinta	Sisämaa	-	-	1*	-
	Rannikko	-	-	1*	-
Betoni, tiililaattapinta	Sisämaa	-	-	1*	-
	Rannikko	-	-	1*	-

*eristeen vaihto ulkokuoren uusimisen yhteydessä

**eristeen vaihto yhdessä ulkokuoren uusimistapauksessa

Taulukko 6 Laskennassa käytettyjen huoltotoimenpiteiden määrät riippuen tavoitekäytöstä ohjeistuksen mukaisten huoltotoimenpiteiden sekä parantuneiden materiaalien ja toimintatapojen tapauksessa.

Parantuneet materiaalit, normaali huolto																					
Julkisivutyyppe	Sijainti	50 vuotta								100 vuotta											
		ES		PK		M		VP + M		UU		ES		PK		M		VP + M		UU	
		100 %	10 %	50 %	100 %	100 %	50 %	100 %	50 %	100 %	100 %	10 %	20 %	50 %	100 %	100 %	50 %	100 %	50 %	100 %	
Tiilimuuri	Sisämaa	3	-	-	-	-	-	-	-	6	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Rannikko	3	-	-	-	-	-	-	-	6	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
Puu	Sisämaa	-	-	2	1	1	-	-	-	-	-	-	4	3	2	1	-	-	-	-	
	Rannikko	-	-	2	2	2	1	-	-	-	-	-	5	4	4	1	1	-	-	-	
Ohut eristerappaus	Sisämaa	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	4	-	-	1	1	-	-	-	
	Rannikko	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	5	-	-	2	1	-	-	-	
Paksu eristerappaus	Sisämaa	2	-	2	-	-	1	-	-	5	-	-	3	-	-	1	1	-	-	-	
	Rannikko	2	-	2	-	-	1	-	-	5	-	-	4	-	-	1	1	-	-	-	
Betoni, valkobetoni-pinta	Sisämaa	3	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Rannikko	3	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Betoni, tiililaattapinta	Sisämaa	3	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Rannikko	3	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

3.2 Elinkaarikustannuslaskenta

Elinkaarikustannuslaskelmissa on eroteltu esimerkkitalon rakentamis-, käytönaikaiset sekä purkukustannukset. Taulukoissa 7-10 on esitetty elinkaarikustannuslaskennan mukaiset, 3

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille rakenteille ja olosuhteille
Tutkimusselostuksen saa kopioida vain kokonaisuudessaan.



%:n korkokannalla nykyarvoksi diskontatut arvot 50 sekä 100 vuoden käyttöiällä normaalin ja laiminlyödyn huollon tapauksissa. Nimellisarvoilla sekä 5 %:n korkokannalla tehdyt laskelmat on esitetty liitteessä 2.

Taulukko 7 Elinkaarikustannuslaskennan mukaiset 3 %:n korkokannalla nykyarvoksi diskontatut arvot eri julkisivutyypeille ohjeistuksen mukaisen huollon tapauksissa 50 vuoden käyttöiälle.

Koko elinkaari, normaali huolto, 3% korko					
Julkisivutyyppi	Sijainti	50 vuotta			Koko elinkaari
		Rakentamis-kustannukset	Käytönaikaiset kustannukset	Purku-kustannukset	
Tiilimuuri	Sisämaa	423 000 €	5 991 €	21 269 €	450 259 €
	Rannikko	423 000 €	5 991 €	21 269 €	450 259 €
Puu	Sisämaa	369 000 €	46 959 €	21 269 €	437 228 €
	Rannikko	369 000 €	112 361 €	21 269 €	502 630 €
Ohut eristerappaus	Sisämaa	396 000 €	89 285 €	21 269 €	506 553 €
	Rannikko	396 000 €	101 757 €	21 269 €	519 026 €
Paksu eristerappaus	Sisämaa	468 000 €	76 667 €	21 269 €	565 935 €
	Rannikko	468 000 €	89 314 €	21 269 €	578 583 €
Betoni, valkobetonipinta	Sisämaa	309 600 €	47 458 €	26 730 €	383 788 €
	Rannikko	309 600 €	47 458 €	26 730 €	383 788 €
Betoni, tiillilaattapinta	Sisämaa	333 000 €	47 458 €	26 730 €	407 188 €
	Rannikko	333 000 €	47 458 €	26 730 €	407 188 €

Taulukko 8 Elinkaarikustannuslaskennan mukaiset 3 %:n korkokannalla nykyarvoksi diskontatut arvot eri julkisivutyypeille ohjeistuksen mukaisen huollon tapauksissa 100 vuoden käyttöiälle.

Koko elinkaari, normaali huolto, 3% korko					
Julkisivutyyppi	Sijainti	100 vuotta			Koko elinkaari
		Rakentamis-kustannukset	Käytönaikaiset kustannukset	Purku-kustannukset	
Tiilimuuri	Sisämaa	423 000 €	8 802 €	6 931 €	438 732 €
	Rannikko	423 000 €	8 802 €	6 931 €	438 732 €
Puu	Sisämaa	369 000 €	83 545 €	6 931 €	459 475 €
	Rannikko	369 000 €	150 234 €	6 931 €	526 165 €
Ohut eristerappaus	Sisämaa	396 000 €	158 665 €	6 931 €	561 596 €
	Rannikko	396 000 €	198 875 €	6 931 €	601 806 €
Paksu eristerappaus	Sisämaa	468 000 €	124 043 €	6 931 €	598 973 €
	Rannikko	468 000 €	175 861 €	6 931 €	650 792 €
Betoni, valkobetonipinta	Sisämaa	309 600 €	60 008 €	8 710 €	378 318 €
	Rannikko	309 600 €	60 008 €	8 710 €	378 318 €
Betoni, tiillilaattapinta	Sisämaa	333 000 €	60 008 €	8 710 €	401 718 €
	Rannikko	333 000 €	60 008 €	8 710 €	401 718 €

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille rakenteille ja olosuhteille
Tutkimusselostuksen saa kopioida vain kokonaisuudessaan.

**Taulukko 9 Elinkaarikustannuslaskennan mukaiset 3 %:n korkokannalla nykyarvoksi diskontatut arvot eri julkisivutyypeille huollon laiminlyönnin tapauksissa 50 vuoden käyttöiälle.**

Koko elinkaari, ei huoltoa, 3% korko					
Julkisivutyyppi	Sijainti	50 vuotta			Koko elinkaari
		Rakentamis-kustannukset	Käytönaikaiset kustannukset	Purku-kustannukset	
Tiilimuuri	Sisämaa	423 000 €	- €	21 269 €	444 269 €
	Rannikko	423 000 €	- €	21 269 €	444 269 €
Puu	Sisämaa	369 000 €	42 641 €	21 269 €	432 909 €
	Rannikko	369 000 €	179 083 €	21 269 €	569 352 €
Ohut eristerappaus	Sisämaa	396 000 €	77 372 €	21 269 €	494 641 €
	Rannikko	396 000 €	189 020 €	21 269 €	606 289 €
Paksu eristerappaus	Sisämaa	468 000 €	66 742 €	21 269 €	556 011 €
	Rannikko	468 000 €	77 372 €	21 269 €	566 641 €
Betoni, valkobetoni-pinta	Sisämaa	309 600 €	- €	26 730 €	336 330 €
	Rannikko	309 600 €	- €	26 730 €	336 330 €
Betoni, tiililaattapinta	Sisämaa	333 000 €	- €	26 730 €	359 730 €
	Rannikko	333 000 €	- €	26 730 €	359 730 €

Taulukko 10 Elinkaarikustannuslaskennan mukaiset 3 %:n korkokannalla nykyarvoksi diskontatut arvot eri julkisivutyypeille huollon laiminlyönnin tapauksissa 100 vuoden käyttöiälle.

Koko elinkaari, ei huoltoa, 3% korko					
Julkisivutyyppi	Sijainti	100 vuotta			Koko elinkaari
		Rakentamis-kustannukset	Käytönaikaiset kustannukset	Purku-kustannukset	
Tiilimuuri	Sisämaa	423 000 €	13 727 €	6 931 €	443 658 €
	Rannikko	423 000 €	18 448 €	6 931 €	448 379 €
Puu	Sisämaa	369 000 €	85 013 €	6 931 €	460 944 €
	Rannikko	369 000 €	244 246 €	6 931 €	620 177 €
Ohut eristerappaus	Sisämaa	396 000 €	168 928 €	6 931 €	571 859 €
	Rannikko	396 000 €	246 965 €	6 931 €	649 896 €
Paksu eristerappaus	Sisämaa	468 000 €	133 064 €	6 931 €	607 994 €
	Rannikko	468 000 €	168 928 €	6 931 €	643 859 €
Betoni, valkobetoni-pinta	Sisämaa	309 600 €	13 786 €	8 710 €	332 097 €
	Rannikko	309 600 €	18 528 €	8 710 €	336 838 €
Betoni, tiililaattapinta	Sisämaa	333 000 €	16 324 €	8 710 €	358 034 €
	Rannikko	333 000 €	21 938 €	8 710 €	363 648 €

Betonijulkisivuilla käytönaikaiset kustannukset muodostuvat julkisivuelementin ulkokuoren vaihtamisesta kuorielementtiin, joka ei ole laaja-alaisissa korjauksissa käytetty menetelmä, ks. sivu 7.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille rakenteille ja olosuhteille
Tutkimusselostuksen saa kopioida vain kokonaisuudessaan.



Valituilla lähtöarvoilla tehdyn elinkaarikustannuslaskennan perusteella huoltotoimenpiteistä aiheutuvilla kustannuksilla on lopulta melko pieni vaikutus koko elinkaaren aikaisiin kustannuksiin, mikä korostuisi entisestään, jos laskentaan otettaisiin mukaan myös muut rakenneosat ja rakennusprosessiin kuuluvat kustannukset. Esimerkiksi 3 %:n korkokannalla jokaisella julkisivumateriaalilla normaalin huollon tapauksessa rakentamiskustannukset muodostavat vähintään 73 % (puu, rannikko) ja enintään 94 % (tiili) koko elinkaaren kustannuksista 50 vuoden käyttöiällä. 100 vuoden käyttöiällä vastaavat luvut ovat 66 % (ohut eristerappaus, rannikko) ja 96 % (tiili). Rakentamiskustannukset korostuvat luonnollisesti sitä enemmän mitä korkeampaa korkokantaa käytetään.

Selvästi pienin osuus huoltotoimenpiteillä koko elinkaaren aikaisista kustannuksista on tiilijulkisivuilla, joilla osuus on vain 1 % 50 vuoden käyttöiällä ja 2 % 100 vuoden käyttöiällä. 5 %:n korolla vastaavat lukemat ovat molemmissa tapauksissa 1 %. Koska rapatut sekä puujulkisivut tarvitsevat käytön aikana enemmän huoltoa, on käytönaikaisilla kustannuksilla selvästi suurin vaikutus koko elinkaaren aikaisiin kustannuksiin.

Vaikka betonijulkisivuilla huoltotoimenpiteistä aiheutuvat kustannukset ovat 12 % koko elinkaaren aikaisista kustannuksista 50 vuoden käyttöiällä ja 15 – 16 % 100 vuoden käyttöiällä, ovat betonijulkisivut kokonaiskustannuksiltaan selkeästi halvimmat vaihtoehdot, pääosin halpojen rakentamiskustannusten ansiosta. Sisämaan suojaisammassa ilmastossa myös puujulkisivut pärjäävät tiilijulkisivuille, mutta rannikolla kustannukset nousevat merkittävästi lyhentyneistä huoltoväleistä johtuen.

Tarkasteluista voidaan myös havaita, että käyttöiän pidentäminen 50 vuodesta 100 vuoteen pienentää vähäistä huoltoa vaativilla julkisivumateriaaleilla, tiilellä ja betonilla, diskontattuja kokonaiselinkaarikustannuksia, koska purkukustannukset siirtyvät eteenpäin ja alenevat siten nykyrahaksi muutettuna merkittävästi. Käyttöiän pidentämisen ei tässä oletettu lisäävän rakentamiskustannusta.

Huollon laiminlyönnin tapauksissa koko elinkaaren kustannukset ovat vähäistä huoltoa vaativilla julkisivumateriaaleilla jopa pienemmät kuin normaalin huollon tapauksissa. Ero pienenee kuitenkin sitä mukaa mitä pidempää käyttöikää tavoitellaan ja tiili- ja betonijulkisivuilla saavutettavissa oleva käyttöikä normaalilla huollolla voi olla myös nyt tarkasteltua 100 vuotta pidempi. Tässä tapauksessa merkittävämmät hyödyt huollosta saadaan arvoista, jotka eivät ole tässä tutkimuksessa mukana, kuten ulkonäkö ja asukkaiden terveys, jotka vaikuttavat myös rakennuksen arvoon. Molemmilla julkisivuilla esimerkiksi elastisten saumausten huollon laiminlyönti johtaa vedenpääsyyn eristetilaan aiheuttaen mahdollisesti mikrobiongelmia ja heikentynyttä lämmöneristyskykyä.

Materiaalien parantunut laatu vaikuttaa eniten puu sekä ohut- ja paksurappaus-eristejärjestelmien tapauksissa, koska julkisivujen raskaat korjaukset vähenevät ja siirtyvät myöhempisiin



ajankohtiin. Rannikolla elinkaarikustannussäästö 100 vuoden käyttöiällä voi vähentyä paksurappaus-eristejulkisivuilla 9 % ja ohutrappaus-eristejulkisivuilla 7 %. Tiilijulkisivuilla laasti-
saumojen korjausten vähentymisestä aiheutuva säästö on 0,3 % kokonaiskustannuksista. Puujulkisivuilla käyttöiän pidentäminen vaatii nykyistä kalliimpia materiaaleja (käytetty puu ja sen käsittely), mitä ei tässä laskennassa tarkasteltu.

4 YHTEENVETO

Tutkimuksessa tarkasteltiin esimerkkitalon viiden eri ulkoseinärakenteen elinkaarikustannuksia eri sijainneilla, huoltotoimenpiteillä ja käyttöikätaivoitteilla. Tutkittavat julkisivumateriaalit olivat nykykerrostalorakentamisessa yleisesti käytössä olevat tiili, puu, ohut eristerappaus, paksu eristerappaus sekä betoni kahdella eri pintavaihtoehdolla. Laskennan lähtöarvot perustuivat kunnossapitajaksojen ja käyttöiän osalta KH 90–00403 ”*Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajakso*” –korttiin, TTY:n tutkijoiden omaan arvioon sekä aiemmin tehtyihin tutkimuksiin. Elinkaarilaskennan kustannusten lähtöarvoina käytettiin Haahtelan *Talorakennuksen kustannustieto 2016* –julkaisua. Lähtöarvojen muutosten vaikutusta tuloksiin eli herkkystarkastelua ei tehty.

Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa valittiin laskennassa käytettävät tarkasteltavien julkisivuratkaisujen käyttöiät, huoltotoimenpiteet sekä huoltovälit. Kustannustarkastelut tehtiin kahdella eri käyttöikätaivoitteella: 50 ja 100 vuotta. Tarkastelut tehtiin normaalin huollon lisäksi huollon laiminlyönnin sekä paremman laadun tapauksilla. Huollon laiminlyönnin tapauksessa ensimmäinen huoltotoimenpide on raskas korjaus eli julkisivun uusiminen eristeineen. Parantuneen laadun tapauksessa on puolestaan arvioitu, miten nykyrakentamisessa käytetyt ratkaisut ovat mahdollisesti pidentäneet huoltovälejä tai raskaaseen korjaukseen vaadittavaa aikaa. Esimerkiksi tiilijulkisivujen laastisaumausten pintakorjaukset ovat vähentyneet laastin paranemisen sekä ruostumattomien raudoitteiden käytön myötä, mutta elastisten saumojen käyttöikä on pysynyt samana. Betonijulkisivuilla kyseinen tarkastelu ei siten muuttanut laskennan tuloksia, koska ainoat huoltotoimenpiteet ovat elastisten saumojen uusimiset.

Tarkastelun perusteella merkittävästi huoltoa vaativat puu- sekä rapatut julkisivut, varsinkin rannikolla. Kyseisillä materiaaleilla käytönaikaiset kustannukset ovat suhteessa suurimmat rakentamis- ja purkukustannuksiin nähden, koska kevyiden huoltotoimenpiteiden lisäksi tarvitaan useampia raskaita korjauksia varsinkin 100 vuoden käyttöiän saavuttamiseksi.

Tiili- ja betonijulkisivuilla huoltotoimenpiteiden osuus koko elinkaarikustannuksista on pientä ja jo 3 %:n korkokannalla nykyarvoon muutettuna on halvempaa tavoitella 100 vuoden kuin 50 vuoden käyttöikää, koska tällöin purkukustannukset alenevat huoltokustannusten lisääntymistä enemmän. Tästä syystä on kyseisillä julkisivumateriaaleilla perusteltua tavoitella pitkää käyttöikää lyhyttä käyttöikää ennemmin.



Kaikissa tapauksissa selvästi merkittävin kustannus on rakentamiskustannus. Rakentamiskustannus on suurin paksurappaus-eristejärjestelmällä ja tiilellä, mikä myös näkyy kokonaiskustannuksissa, kun verrataan tiiltä muihin vähän huoltoa vaativiin ja toisaalta paksurappaus-eristejärjestelmää paljon huoltoa vaativiin julkisivumateriaaleihin. Kokonaistaloudellisesti halvin ratkaisu on valkobetoni julkisivu kaikissa tutkituissa tapauksissa.

Normaaleilla huoltotoimenpiteillä saavutetaan merkittäviä säästöjä paksu- ja ohutrappaus-eristejärjestelmien sekä puujulkisivujen tapauksessa, koska niiden avulla voidaan siirtää raskaita korjauksia huomattavasti myöhemmäksi verrattuna huollon laiminlyönnin tapauksiin. Sen sijaan vähän huoltoa tarvitsevilla tiili- ja betonijulkisivuilla pelkän elinkaarikustannuslaskelman mukaan huollon merkitys on hyvin vähäinen. Kyseiseen tulokseen vaikuttaa kuitenkin esimerkiksi se, että tarkastelu lopetettiin 100 vuoteen, vaikka normaaleilla huoltotoimenpiteillä saataisiin kyseisillä julkisivurakenteilla jatkettua käyttöikää vielä merkittävästi pidemmäksi. Huolletulla julkisivulla on myös muitakin merkittäviä hyötyjä, jotka vaikuttavat kyseisen rakennuksen arvoon, mutta joita ei laskennassa oteta huomioon, kuten julkisivujen ulkonäkö ja asumisterveys. Toisaalta myös mitä harvemmin korjaustoimenpiteitä on tarve tehdä sitä vähemmän niistä koituu häiriötä ja haittaa asukkaille.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille rakenteille ja olosuhteille
Tutkimusselostuksen saa kopioida vain kokonaisuudessaan.



LÄHTEET

- Haahtela. 2016. Talonrakennuksen kustannustieto. Haahtela, Y., Kiiras, J. (toimittajat). Haah-
tela-kehitys Oy. Tampere.
- Rakennustieto. 2016. ROK – Rakennusosien kustannuksia. Rakennustieto Oy.
- Suomen Betoniyhdistys r.y. 2007. Betonirakenteiden käyttöikäsuunnittelu, by51. Suomen Be-
tonitieto Oy, Helsinki.

Tampereella 26.09.2016

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
Rakennustekniikan laitos
Rakennetekniikka

Toni Pakkala
Tohtorikoulutettava, projektipäällikkö
dipl.ins.

Arto Köliö
Tohtorikoulutettava,
dipl.ins.

Jukka Lahdensivu
Dosentti
tekn. toht.

Matti Pentti
Professori
tekn. toht.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille rakenteille ja olosuhteille
Tutkimusselostuksen saa kopioida vain kokonaisuudessaan.

Normaalit huoltotoimenpiteet ja huoltovälit

Huollettu			0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Tiilimuuri	Sisämaa	100	Rakentaminen					Laasti-sauman pinta-korjaus (1/10)	Elastiset saumat			Elastiset saumat	Laasti-sauman pinta-korjaus (1/5)		Elastiset saumat			Laasti-sauman pinta-korjaus (1/10)			Elastiset saumat		Purku
	Rannikko	100	Rakentaminen					Laasti-sauman pinta-korjaus (1/10)	Elastiset saumat			Elastiset saumat	Laasti-sauman pinta-korjaus (1/5)		Elastiset saumat			Laasti-sauman pinta-korjaus (1/10)			Elastiset saumat		Purku
Puu	Sisämaa	55	Rakentaminen		Maalaus (1/2)				Vanhan poisto + maalaus		Maalaus (1/2)		Maalaus	Uusiminen (1/2)		Maalaus (1/2)		Maalaus		Vanhan poisto + maalaus		Maalaus (1/2)	Purku
	Rannikko	45	Rakentaminen	Maalaus (1/2)	Maalaus		Vanhan poisto + maalaus	Maalaus (1/2)	Maalaus		Vanhan poisto + maalaus	Uusiminen (1/2)	Maalaus (1/2)	Maalaus		Vanhan poisto + maalaus	Maalaus (1/2)	Maalaus		Vanhan poisto + maalaus	Uusiminen	Maalaus (1/2)	Purku
Ohut eristerappaus	Sisämaa	30	Rakentaminen			Maalaus (1/2)			Uusiminen (1/2) / maalaus (1/2)			Maalaus (1/2)			Uusiminen			Maalaus (1/2)			Uusiminen (1/2) / maalaus (1/2)		Purku
	Rannikko	25	Rakentaminen			Maalaus (1/2)		Uusiminen (1/2) / maalaus (1/2)			Maalaus (1/2)		Uusiminen			Maalaus (1/2)		Uusiminen (1/2) / maalaus (1/2)			Maalaus (1/2)		Purku
Paksu eristerappaus	Sisämaa	35	Rakentaminen			Elastiset saumat / maalaus (1/2)			Elastiset saumat	Uusiminen (1/2) / maalaus (1/2)			Elastiset saumat / maalaus (1/2)			Elastiset saumat	Uusiminen			Elastiset saumat / maalaus (1/2)			Purku
	Rannikko	30	Rakentaminen			Elastiset saumat / maalaus (1/2)			Uusiminen (1/2) / maalaus (1/2)			Elastiset saumat / maalaus (1/2)			Uusiminen		Elastiset saumat / maalaus (1/2)			Elastiset saumat / maalaus (1/2)	Uusiminen (1/2) / maalaus (1/2)		Purku
Betoni, valko	Sisämaa	100	Rakentaminen			Elastiset saumat			Elastiset saumat			Elastiset saumat			Elastiset saumat			Elastiset saumat			Elastiset saumat		Purku
	Rannikko	100	Rakentaminen			Elastiset saumat			Elastiset saumat			Elastiset saumat			Elastiset saumat			Elastiset saumat			Elastiset saumat		Purku
Betoni, tiililaatta	Sisämaa	100	Rakentaminen			Elastiset saumat			Elastiset saumat			Elastiset saumat			Elastiset saumat			Elastiset saumat			Elastiset saumat		Purku
	Rannikko	100	Rakentaminen			Elastiset saumat			Elastiset saumat			Elastiset saumat			Elastiset saumat			Elastiset saumat			Elastiset saumat		Purku

Eristerappauksilla eristeen vaihto jokaisen uusimisen yhteydessä.

 Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille rakenteille ja olosuhteille
 Tutkimusselostuksen saa kopioida vain kokonaisuudessaan.

Huollon laiminlyönti

Ei huoltoa			0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Tiilimuuri	Sisämaa	Rakentaminen	75															Uusiminen (1/2)*					Purku
	Rannikko	Rakentaminen	65													Uusiminen (1/2)*							Purku
Puu	Sisämaa	Rakentaminen	30						Uusiminen (1/2)						Uusiminen						Uusiminen (1/2)		Purku
	Rannikko	Rakentaminen	15				Uusiminen (1/2)		Uusiminen		Uusiminen (1/2)				Uusiminen*			Uusiminen (1/2)			Uusiminen		Purku
Ohut eristerappaus	Sisämaa	Rakentaminen	25					Uusiminen (1/2)					Uusiminen					Uusiminen (1/2)					Purku
	Rannikko	Rakentaminen	20				Uusiminen (1/2)			Uusiminen					Uusiminen (1/2)				Uusiminen				Purku
Paksu eristerappaus	Sisämaa	Rakentaminen	30					Uusiminen (1/2)							Uusiminen						Uusiminen (1/2)		Purku
	Rannikko	Rakentaminen	25					Uusiminen (1/2)					Uusiminen					Uusiminen (1/2)					Purku
Betoni, valko	Sisämaa	Rakentaminen	80																Uusiminen (1/2)*				Purku
	Rannikko	Rakentaminen	70														Uusiminen (1/2)*						Purku
Betoni, tiililaatta	Sisämaa	Rakentaminen	80																Uusiminen (1/2)*				Purku
	Rannikko	Rakentaminen	70														Uusiminen (1/2)*						Purku

*eristeen vaihto uusimisen yhteydessä

Eristerappauksilla eristeen vaihto jokaisen uusimisen yhteydessä.

 Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille rakenteille ja olosuhteille
 Tutkimusselostuksen saa kopioida vain kokonaisuudessaan.

Parempilaatuiset materiaalit ja menetelmät

Huollettu			0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
Tiilimuuri	Sisämaa	100	Rakentaminen			Elastiset saumat				Elastiset saumat			Elastiset saumat		Elastiset saumat						Elastiset saumat			Purku
	Rannikko	100	Rakentaminen			Elastiset saumat				Elastiset saumat			Elastiset saumat		Elastiset saumat							Elastiset saumat		
Puu	Sisämaa	55	Rakentaminen		Maalaus (1/2)					Vanhan poisto + maalaus		Maalaus (1/2)		Maalaus	Uusiminen (1/2)		Maalaus (1/2)				Vanhan poisto + maalaus		Maalaus (1/2)	Purku
	Rannikko	45	Rakentaminen	Maalaus (1/2)	Maalaus		Vanhan poisto + maalaus	Maalaus (1/2)	Maalaus		Vanhan poisto + maalaus	Uusiminen (1/2)	Maalaus (1/2)	Maalaus		Vanhan poisto + maalaus	Maalaus (1/2)	Maalaus			Vanhan poisto + maalaus	Uusiminen	Maalaus (1/2)	Purku
Ohut eristerappaus	Sisämaa	35	Rakentaminen			Maalaus (1/2)				Uusiminen (1/2) / maalaus (1/2)				Maalaus (1/2)			Uusiminen					Maalaus (1/2)		Purku
	Rannikko	30	Rakentaminen			Maalaus (1/2)				Uusiminen (1/2) / maalaus (1/2)			Maalaus (1/2)		Uusiminen					Maalaus (1/2)		Uusiminen (1/2) / maalaus (1/2)		Purku
Paksu eristerappaus	Sisämaa	40	Rakentaminen			Elastiset saumat	Maalaus (1/2)			Elastiset saumat		Uusiminen (1/2) / maalaus (1/2)			Elastiset saumat	Maalaus (1/2)		Elastiset saumat			Uusiminen		Elastiset saumat	Purku
	Rannikko	35	Rakentaminen			Elastiset saumat	Maalaus (1/2)			Elastiset saumat		Uusiminen (1/2) / maalaus (1/2)		Elastiset saumat	Maalaus (1/2)		Elastiset saumat	Uusiminen			Elastiset saumat	Maalaus (1/2)		Purku
Betoni, valko	Sisämaa	100	Rakentaminen			Elastiset saumat				Elastiset saumat		Elastiset saumat			Elastiset saumat						Elastiset saumat			Purku
	Rannikko	100	Rakentaminen			Elastiset saumat				Elastiset saumat		Elastiset saumat			Elastiset saumat							Elastiset saumat		
Betoni, tiililaatta	Sisämaa	100	Rakentaminen			Elastiset saumat				Elastiset saumat		Elastiset saumat			Elastiset saumat						Elastiset saumat			Purku
	Rannikko	100	Rakentaminen			Elastiset saumat				Elastiset saumat		Elastiset saumat			Elastiset saumat						Elastiset saumat			Purku

Eristerappauksilla eristeen vaihto jokaisen uusimisen yhteydessä.

 Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille rakenteille ja olosuhteille
 Tutkimusselostuksen saa kopioida vain kokonaisuudessaan.



Koko elinkaari, normaali huolto, nimellisarvot					
Julkisivutyyppe	Sijainti	50 vuotta			
		Rakentamis- kustannukset	Käytönaikaiset kustannukset	Purku- kustannukset	Koko elinkaari
Tiilimuuri	Sisämaa	423 000 €	13 320 €	133 200 €	569 520 €
	Rannikko	423 000 €	13 320 €	133 200 €	569 520 €
Puu	Sisämaa	369 000 €	95 040 €	133 200 €	597 240 €
	Rannikko	369 000 €	262 980 €	133 200 €	765 180 €
Ohut eristerappaus	Sisämaa	396 000 €	213 300 €	133 200 €	742 500 €
	Rannikko	396 000 €	213 300 €	133 200 €	742 500 €
Paksu eristerappaus	Sisämaa	468 000 €	198 720 €	133 200 €	799 920 €
	Rannikko	468 000 €	213 120 €	133 200 €	814 320 €
Betoni, valkobetonipinta	Sisämaa	309 600 €	108 000 €	167 400 €	585 000 €
	Rannikko	309 600 €	108 000 €	167 400 €	585 000 €
Betoni, tiililaattapinta	Sisämaa	333 000 €	108 000 €	167 400 €	608 400 €
	Rannikko	333 000 €	108 000 €	167 400 €	608 400 €

Koko elinkaari, normaali huolto, nimellisarvot					
Julkisivutyyppe	Sijainti	100 vuotta			
		Rakentamis- kustannukset	Käytönaikaiset kustannukset	Purku- kustannukset	Koko elinkaari
Tiilimuuri	Sisämaa	423 000 €	33 840 €	133 200 €	590 040 €
	Rannikko	423 000 €	33 840 €	133 200 €	590 040 €
Puu	Sisämaa	369 000 €	324 180 €	133 200 €	826 380 €
	Rannikko	369 000 €	644 760 €	133 200 €	1 146 960 €
Ohut eristerappaus	Sisämaa	396 000 €	733 500 €	133 200 €	1 262 700 €
	Rannikko	396 000 €	750 600 €	133 200 €	1 279 800 €
Paksu eristerappaus	Sisämaa	468 000 €	563 400 €	133 200 €	1 164 600 €
	Rannikko	468 000 €	731 880 €	133 200 €	1 333 080 €
Betoni, valkobetonipinta	Sisämaa	309 600 €	216 000 €	167 400 €	693 000 €
	Rannikko	309 600 €	216 000 €	167 400 €	693 000 €
Betoni, tiililaattapinta	Sisämaa	333 000 €	216 000 €	167 400 €	716 400 €
	Rannikko	333 000 €	216 000 €	167 400 €	716 400 €

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille rakenteille ja olosuhteille
Tutkimusselostuksen saa kopioida vain kokonaisuudessaan.



Koko elinkaari, normaali huolto, 3% korko					
Julkisivutyyppe	Sijainti	50 vuotta			Koko elinkaari
		Rakentamis- kustannukset	Käytönaikaiset kustannukset	Purku- kustannukset	
Tiilimuuri	Sisämaa	423 000 €	5 991 €	21 269 €	450 259 €
	Rannikko	423 000 €	5 991 €	21 269 €	450 259 €
Puu	Sisämaa	369 000 €	46 959 €	21 269 €	437 228 €
	Rannikko	369 000 €	112 361 €	21 269 €	502 630 €
Ohut eristerappaus	Sisämaa	396 000 €	89 285 €	21 269 €	506 553 €
	Rannikko	396 000 €	101 757 €	21 269 €	519 026 €
Paksu eristerappaus	Sisämaa	468 000 €	76 667 €	21 269 €	565 935 €
	Rannikko	468 000 €	89 314 €	21 269 €	578 583 €
Betoni, valkobetonipinta	Sisämaa	309 600 €	47 458 €	26 730 €	383 788 €
	Rannikko	309 600 €	47 458 €	26 730 €	383 788 €
Betoni, tiililaattapinta	Sisämaa	333 000 €	47 458 €	26 730 €	407 188 €
	Rannikko	333 000 €	47 458 €	26 730 €	407 188 €

Koko elinkaari, normaali huolto, 3% korko					
Julkisivutyyppe	Sijainti	100 vuotta			Koko elinkaari
		Rakentamis- kustannukset	Käytönaikaiset kustannukset	Purku- kustannukset	
Tiilimuuri	Sisämaa	423 000 €	8 802 €	6 931 €	438 732 €
	Rannikko	423 000 €	8 802 €	6 931 €	438 732 €
Puu	Sisämaa	369 000 €	83 545 €	6 931 €	459 475 €
	Rannikko	369 000 €	150 234 €	6 931 €	526 165 €
Ohut eristerappaus	Sisämaa	396 000 €	158 665 €	6 931 €	561 596 €
	Rannikko	396 000 €	198 875 €	6 931 €	601 806 €
Paksu eristerappaus	Sisämaa	468 000 €	124 043 €	6 931 €	598 973 €
	Rannikko	468 000 €	175 861 €	6 931 €	650 792 €
Betoni, valkobetonipinta	Sisämaa	309 600 €	60 008 €	8 710 €	378 318 €
	Rannikko	309 600 €	60 008 €	8 710 €	378 318 €
Betoni, tiililaattapinta	Sisämaa	333 000 €	60 008 €	8 710 €	401 718 €
	Rannikko	333 000 €	60 008 €	8 710 €	401 718 €

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille rakenteille ja olosuhteille
Tutkimusselostuksen saa kopioida vain kokonaisuudessaan.



Koko elinkaari, normaali huolto, 5% korko					
Julkisivutyyppe	Sijainti	50 vuotta			Koko elinkaari
		Rakentamis- kustannukset	Käytönaikaiset kustannukset	Purku- kustannukset	
Tiilimuuri	Sisämaa	423 000 €	3 732 €	8 131 €	434 863 €
	Rannikko	423 000 €	3 732 €	8 131 €	434 863 €
Puu	Sisämaa	369 000 €	30 929 €	8 131 €	408 060 €
	Rannikko	369 000 €	71 452 €	8 131 €	448 583 €
Ohut eristerappaus	Sisämaa	396 000 €	51 568 €	8 131 €	455 699 €
	Rannikko	396 000 €	63 543 €	8 131 €	467 674 €
Paksu eristerappaus	Sisämaa	468 000 €	42 304 €	8 131 €	518 434 €
	Rannikko	468 000 €	51 690 €	8 131 €	527 821 €
Betoni, valkobetonipinta	Sisämaa	309 600 €	29 653 €	10 219 €	349 471 €
	Rannikko	309 600 €	29 653 €	10 219 €	349 471 €
Betoni, tiililaattapinta	Sisämaa	333 000 €	29 653 €	10 219 €	372 871 €
	Rannikko	333 000 €	29 653 €	10 219 €	372 871 €

Koko elinkaari, normaali huolto, 5% korko					
Julkisivutyyppe	Sijainti	100 vuotta			Koko elinkaari
		Rakentamis- kustannukset	Käytönaikaiset kustannukset	Purku- kustannukset	
Tiilimuuri	Sisämaa	423 000 €	4 666 €	1 013 €	428 679 €
	Rannikko	423 000 €	4 666 €	1 013 €	428 679 €
Puu	Sisämaa	369 000 €	42 782 €	1 013 €	412 795 €
	Rannikko	369 000 €	80 835 €	1 013 €	450 848 €
Ohut eristerappaus	Sisämaa	396 000 €	71 573 €	1 013 €	468 586 €
	Rannikko	396 000 €	97 338 €	1 013 €	494 351 €
Paksu eristerappaus	Sisämaa	468 000 €	55 114 €	1 013 €	524 127 €
	Rannikko	468 000 €	75 763 €	1 013 €	544 776 €
Betoni, valkobetonipinta	Sisämaa	309 600 €	32 953 €	1 273 €	343 826 €
	Rannikko	309 600 €	32 953 €	1 273 €	343 826 €
Betoni, tiililaattapinta	Sisämaa	333 000 €	32 953 €	1 273 €	367 226 €
	Rannikko	333 000 €	32 953 €	1 273 €	367 226 €

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille rakenteille ja olosuhteille
Tutkimusselostuksen saa kopioida vain kokonaisuudessaan.



Koko elinkaari, ei huoltoa, nimellisarvot					
Julkisivutyyppe	Sijainti	50 vuotta			Koko elinkaari
		Rakentamis- kustannukset	Käytönaikaiset kustannukset	Purku- kustannukset	
Tiilimuuri	Sisämaa	423 000 €	- €	133 200 €	556 200 €
	Rannikko	423 000 €	- €	133 200 €	556 200 €
Puu	Sisämaa	369 000 €	103 500 €	133 200 €	605 700 €
	Rannikko	369 000 €	414 000 €	133 200 €	916 200 €
Ohut eristerappaus	Sisämaa	396 000 €	162 000 €	133 200 €	691 200 €
	Rannikko	396 000 €	486 000 €	133 200 €	1 015 200 €
Paksu eristerappaus	Sisämaa	468 000 €	162 000 €	133 200 €	763 200 €
	Rannikko	468 000 €	162 000 €	133 200 €	763 200 €
Betoni, valkobetonipinta	Sisämaa	309 600 €	- €	167 400 €	477 000 €
	Rannikko	309 600 €	- €	167 400 €	477 000 €
Betoni, tiililaattapinta	Sisämaa	333 000 €	- €	167 400 €	500 400 €
	Rannikko	333 000 €	- €	167 400 €	500 400 €

Koko elinkaari, ei huoltoa, nimellisarvot					
Julkisivutyyppe	Sijainti	100 vuotta			Koko elinkaari
		Rakentamis- kustannukset	Käytönaikaiset kustannukset	Purku- kustannukset	
Tiilimuuri	Sisämaa	423 000 €	126 000 €	133 200 €	682 200 €
	Rannikko	423 000 €	126 000 €	133 200 €	682 200 €
Puu	Sisämaa	369 000 €	414 000 €	133 200 €	916 200 €
	Rannikko	369 000 €	956 700 €	133 200 €	1 458 900 €
Ohut eristerappaus	Sisämaa	396 000 €	648 000 €	133 200 €	1 177 200 €
	Rannikko	396 000 €	972 000 €	133 200 €	1 501 200 €
Paksu eristerappaus	Sisämaa	468 000 €	648 000 €	133 200 €	1 249 200 €
	Rannikko	468 000 €	648 000 €	133 200 €	1 249 200 €
Betoni, valkobetonipinta	Sisämaa	309 600 €	146 700 €	167 400 €	623 700 €
	Rannikko	309 600 €	146 700 €	167 400 €	623 700 €
Betoni, tiililaattapinta	Sisämaa	333 000 €	173 700 €	167 400 €	674 100 €
	Rannikko	333 000 €	173 700 €	167 400 €	674 100 €

Betonijulkisivuilla käytönaikaiset kustannukset muodostuvat julkisivuelementin ulkokuoren vaihtamisesta kuorielementtiin, joka ei ole laaja-alaisissa korjauksissa käytetty menetelmä, ks. sivu 7.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille rakenteille ja olosuhteille
Tutkimusselostuksen saa kopioida vain kokonaisuudessaan.



Koko elinkaari, ei huoltoa, 3% korko					
Julkisivutyyppe	Sijainti	50 vuotta			Koko elinkaari
		Rakentamis- kustannukset	Käytönaikaiset kustannukset	Purku- kustannukset	
Tiilimuuri	Sisämaa	423 000 €	- €	21 269 €	444 269 €
	Rannikko	423 000 €	- €	21 269 €	444 269 €
Puu	Sisämaa	369 000 €	42 641 €	21 269 €	432 909 €
	Rannikko	369 000 €	179 083 €	21 269 €	569 352 €
Ohut eristerappaus	Sisämaa	396 000 €	77 372 €	21 269 €	494 641 €
	Rannikko	396 000 €	189 020 €	21 269 €	606 289 €
Paksu eristerappaus	Sisämaa	468 000 €	66 742 €	21 269 €	556 011 €
	Rannikko	468 000 €	77 372 €	21 269 €	566 641 €
Betoni, valkobetonipinta	Sisämaa	309 600 €	- €	26 730 €	336 330 €
	Rannikko	309 600 €	- €	26 730 €	336 330 €
Betoni, tiililaattapinta	Sisämaa	333 000 €	- €	26 730 €	359 730 €
	Rannikko	333 000 €	- €	26 730 €	359 730 €

Koko elinkaari, ei huoltoa, 3% korko					
Julkisivutyyppe	Sijainti	100 vuotta			Koko elinkaari
		Rakentamis- kustannukset	Käytönaikaiset kustannukset	Purku- kustannukset	
Tiilimuuri	Sisämaa	423 000 €	13 727 €	6 931 €	443 658 €
	Rannikko	423 000 €	18 448 €	6 931 €	448 379 €
Puu	Sisämaa	369 000 €	85 013 €	6 931 €	460 944 €
	Rannikko	369 000 €	244 246 €	6 931 €	620 177 €
Ohut eristerappaus	Sisämaa	396 000 €	168 928 €	6 931 €	571 859 €
	Rannikko	396 000 €	246 965 €	6 931 €	649 896 €
Paksu eristerappaus	Sisämaa	468 000 €	133 064 €	6 931 €	607 994 €
	Rannikko	468 000 €	168 928 €	6 931 €	643 859 €
Betoni, valkobetonipinta	Sisämaa	309 600 €	13 786 €	8 710 €	332 097 €
	Rannikko	309 600 €	18 528 €	8 710 €	336 838 €
Betoni, tiililaattapinta	Sisämaa	333 000 €	16 324 €	8 710 €	358 034 €
	Rannikko	333 000 €	21 938 €	8 710 €	363 648 €

Betonijulkisivuilla käytönaikaiset kustannukset muodostuvat julkisivuelementin ulkokuoren vaihtamisesta kuorielementtiin, joka ei ole laaja-alaisissa korjauksissa käytetty menetelmä, ks. sivu 7.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille rakenteille ja olosuhteille
Tutkimusselostuksen saa kopioida vain kokonaisuudessaan.



Koko elinkaari, ei huoltoa, 5% korko					
Julkisivutyyppe	Sijainti	50 vuotta			
		Rakentamis- kustannukset	Käytönaikaiset kustannukset	Purku- kustannukset	Koko elinkaari
Tiilimuuri	Sisämaa	423 000 €	- €	8 131 €	431 131 €
	Rannikko	423 000 €	- €	8 131 €	431 131 €
Puu	Sisämaa	369 000 €	23 948 €	8 131 €	401 078 €
	Rannikko	369 000 €	109 200 €	8 131 €	486 330 €
Ohut eristerappaus	Sisämaa	396 000 €	47 839 €	8 131 €	451 970 €
	Rannikko	396 000 €	107 079 €	8 131 €	511 210 €
Paksu eristerappaus	Sisämaa	468 000 €	37 483 €	8 131 €	513 614 €
	Rannikko	468 000 €	47 839 €	8 131 €	523 970 €
Betoni, valkobetonipinta	Sisämaa	309 600 €	- €	10 219 €	319 819 €
	Rannikko	309 600 €	- €	10 219 €	319 819 €
Betoni, tiililaattapinta	Sisämaa	333 000 €	- €	10 219 €	343 219 €
	Rannikko	333 000 €	- €	10 219 €	343 219 €

Koko elinkaari, ei huoltoa, 5% korko					
Julkisivutyyppe	Sijainti	100 vuotta			
		Rakentamis- kustannukset	Käytönaikaiset kustannukset	Purku- kustannukset	Koko elinkaari
Tiilimuuri	Sisämaa	423 000 €	3 245 €	1 013 €	427 258 €
	Rannikko	423 000 €	5 285 €	1 013 €	429 298 €
Puu	Sisämaa	369 000 €	36 311 €	1 013 €	406 324 €
	Rannikko	369 000 €	126 860 €	1 013 €	496 873 €
Ohut eristerappaus	Sisämaa	396 000 €	80 265 €	1 013 €	477 278 €
	Rannikko	396 000 €	122 289 €	1 013 €	519 302 €
Paksu eristerappaus	Sisämaa	468 000 €	56 835 €	1 013 €	525 848 €
	Rannikko	468 000 €	80 265 €	1 013 €	549 278 €
Betoni, valkobetonipinta	Sisämaa	309 600 €	2 960 €	1 273 €	313 833 €
	Rannikko	309 600 €	4 821 €	1 273 €	315 694 €
Betoni, tiililaattapinta	Sisämaa	333 000 €	3 505 €	1 273 €	337 778 €
	Rannikko	333 000 €	5 709 €	1 273 €	339 982 €

Betonijulkisivuilla käytönaikaiset kustannukset muodostuvat julkisivuelementin ulkokuoren vaihtamisesta kuorielementtiin, joka ei ole laaja-alaisissa korjauksissa käytetty menetelmä, ks. sivu 7.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille rakenteille ja olosuhteille
Tutkimusselostuksen saa kopioida vain kokonaisuudessaan.



Parantunut laatu, normaali huolto, nimellisarvot					
Julkisivutyyppe	Sijainti	50 vuotta			
		Rakentamis- kustannukset	Käytönaikaiset kustannukset	Purku- kustannukset	Koko elinkaari
Tiilimuuri	Sisämaa	423 000 €	9 720 €	133 200 €	565 920 €
	Rannikko	423 000 €	9 720 €	133 200 €	565 920 €
Puu	Sisämaa	369 000 €	95 040 €	133 200 €	597 240 €
	Rannikko	369 000 €	262 980 €	133 200 €	765 180 €
Ohut eristerappaus	Sisämaa	396 000 €	196 200 €	133 200 €	725 400 €
	Rannikko	396 000 €	196 200 €	133 200 €	725 400 €
Paksu eristerappaus	Sisämaa	468 000 €	198 720 €	133 200 €	799 920 €
	Rannikko	468 000 €	198 720 €	133 200 €	799 920 €
Betoni, valkobetonipinta	Sisämaa	309 600 €	108 000 €	167 400 €	585 000 €
	Rannikko	309 600 €	108 000 €	167 400 €	585 000 €
Betoni, tiililaattapinta	Sisämaa	333 000 €	108 000 €	167 400 €	608 400 €
	Rannikko	333 000 €	108 000 €	167 400 €	608 400 €

Parantunut laatu, normaali huolto, nimellisarvot					
Julkisivutyyppe	Sijainti	100 vuotta			
		Rakentamis- kustannukset	Käytönaikaiset kustannukset	Purku- kustannukset	Koko elinkaari
Tiilimuuri	Sisämaa	423 000 €	26 640 €	133 200 €	582 840 €
	Rannikko	423 000 €	26 640 €	133 200 €	582 840 €
Puu	Sisämaa	369 000 €	324 180 €	133 200 €	826 380 €
	Rannikko	369 000 €	644 760 €	133 200 €	1 146 960 €
Ohut eristerappaus	Sisämaa	396 000 €	716 400 €	133 200 €	1 245 600 €
	Rannikko	396 000 €	733 500 €	133 200 €	1 262 700 €
Paksu eristerappaus	Sisämaa	468 000 €	549 000 €	133 200 €	1 150 200 €
	Rannikko	468 000 €	563 400 €	133 200 €	1 164 600 €
Betoni, valkobetonipinta	Sisämaa	309 600 €	216 000 €	167 400 €	693 000 €
	Rannikko	309 600 €	216 000 €	167 400 €	693 000 €
Betoni, tiililaattapinta	Sisämaa	333 000 €	216 000 €	167 400 €	716 400 €
	Rannikko	333 000 €	216 000 €	167 400 €	716 400 €

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille rakenteille ja olosuhteille
Tutkimusselostuksen saa kopioida vain kokonaisuudessaan.



Parantunut laatu, normaali huolto, 3% korko					
Julkisivutyyppe	Sijainti	50 vuotta			
		Rakentamis- kustannukset	Käytönaikaiset kustannukset	Purku- kustannukset	Koko elinkaari
Tiilimuuri	Sisämaa	423 000 €	4 271 €	21 269 €	448 540 €
	Rannikko	423 000 €	4 271 €	21 269 €	448 540 €
Puu	Sisämaa	369 000 €	46 959 €	21 269 €	437 228 €
	Rannikko	369 000 €	112 361 €	21 269 €	502 630 €
Ohut eristerappaus	Sisämaa	396 000 €	73 117 €	21 269 €	490 386 €
	Rannikko	396 000 €	83 255 €	21 269 €	500 523 €
Paksu eristerappaus	Sisämaa	468 000 €	66 223 €	21 269 €	555 492 €
	Rannikko	468 000 €	74 836 €	21 269 €	564 105 €
Betoni, valkobetonipinta	Sisämaa	309 600 €	47 458 €	26 730 €	383 788 €
	Rannikko	309 600 €	47 458 €	26 730 €	383 788 €
Betoni, tiililaattapinta	Sisämaa	333 000 €	47 458 €	26 730 €	407 188 €
	Rannikko	333 000 €	47 458 €	26 730 €	407 188 €

Parantunut laatu, normaali huolto, 3% korko					
Julkisivutyyppe	Sijainti	100 vuotta			
		Rakentamis- kustannukset	Käytönaikaiset kustannukset	Purku- kustannukset	Koko elinkaari
Tiilimuuri	Sisämaa	423 000 €	7 294 €	6 931 €	437 225 €
	Rannikko	423 000 €	7 294 €	6 931 €	437 225 €
Puu	Sisämaa	369 000 €	83 545 €	6 931 €	459 475 €
	Rannikko	369 000 €	150 234 €	6 931 €	526 165 €
Ohut eristerappaus	Sisämaa	396 000 €	118 598 €	6 931 €	521 529 €
	Rannikko	396 000 €	156 280 €	6 931 €	559 211 €
Paksu eristerappaus	Sisämaa	468 000 €	95 390 €	6 931 €	570 321 €
	Rannikko	468 000 €	114 353 €	6 931 €	589 284 €
Betoni, valkobetonipinta	Sisämaa	309 600 €	60 008 €	8 710 €	378 318 €
	Rannikko	309 600 €	60 008 €	8 710 €	378 318 €
Betoni, tiililaattapinta	Sisämaa	333 000 €	60 008 €	8 710 €	401 718 €
	Rannikko	333 000 €	60 008 €	8 710 €	401 718 €

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille rakenteille ja olosuhteille
Tutkimusselostuksen saa kopioida vain kokonaisuudessaan.



Parantunut laatu, normaali huolto, 5% korko					
Julkisivutyyppe	Sijainti	50 vuotta			
		Rakentamis- kustannukset	Käytönaikaiset kustannukset	Purku- kustannukset	Koko elinkaari
Tiilimuuri	Sisämaa	423 000 €	2 669 €	8 131 €	433 800 €
	Rannikko	423 000 €	2 669 €	8 131 €	433 800 €
Puu	Sisämaa	369 000 €	30 929 €	8 131 €	408 060 €
	Rannikko	369 000 €	71 452 €	8 131 €	448 583 €
Ohut eristerappaus	Sisämaa	396 000 €	38 914 €	8 131 €	443 045 €
	Rannikko	396 000 €	47 885 €	8 131 €	452 015 €
Paksu eristerappaus	Sisämaa	468 000 €	33 305 €	8 131 €	509 436 €
	Rannikko	468 000 €	40 228 €	8 131 €	516 359 €
Betoni, valkobetonipinta	Sisämaa	309 600 €	29 653 €	10 219 €	349 471 €
	Rannikko	309 600 €	29 653 €	10 219 €	349 471 €
Betoni, tiililaattapinta	Sisämaa	333 000 €	29 653 €	10 219 €	372 871 €
	Rannikko	333 000 €	29 653 €	10 219 €	372 871 €

Parantunut laatu, normaali huolto, 5% korko					
Julkisivutyyppe	Sijainti	100 vuotta			
		Rakentamis- kustannukset	Käytönaikaiset kustannukset	Purku- kustannukset	Koko elinkaari
Tiilimuuri	Sisämaa	423 000 €	3 660 €	1 013 €	427 673 €
	Rannikko	423 000 €	3 660 €	1 013 €	427 673 €
Puu	Sisämaa	369 000 €	42 782 €	1 013 €	412 795 €
	Rannikko	369 000 €	80 835 €	1 013 €	450 848 €
Ohut eristerappaus	Sisämaa	396 000 €	50 943 €	1 013 €	447 956 €
	Rannikko	396 000 €	69 285 €	1 013 €	466 298 €
Paksu eristerappaus	Sisämaa	468 000 €	39 927 €	1 013 €	508 940 €
	Rannikko	468 000 €	50 779 €	1 013 €	519 792 €
Betoni, valkobetonipinta	Sisämaa	309 600 €	32 953 €	1 273 €	343 826 €
	Rannikko	309 600 €	32 953 €	1 273 €	343 826 €
Betoni, tiililaattapinta	Sisämaa	333 000 €	32 953 €	1 273 €	367 226 €
	Rannikko	333 000 €	32 953 €	1 273 €	367 226 €

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille rakenteille ja olosuhteille
Tutkimusselostuksen saa kopioida vain kokonaisuudessaan.



Käytönaikaiset kustannukset, normaali huolto							
Julkisivutyyppe	Sijainti	50 vuotta			100 vuotta		
		Nimellisarvo	3 % korko	5 % korko	Nimellisarvo	3 % korko	5 % korko
Tiilimuuri	Sisämaa	13 320 €	5 991 €	3 732 €	33 840 €	8 802 €	4 666 €
	Rannikko	13 320 €	5 991 €	3 732 €	33 840 €	8 802 €	4 666 €
Puu	Sisämaa	95 040 €	46 959 €	30 929 €	324 180 €	83 545 €	42 782 €
	Rannikko	262 980 €	112 361 €	71 452 €	644 760 €	150 234 €	80 835 €
Ohut eristerappaus	Sisämaa	213 300 €	89 285 €	51 568 €	733 500 €	158 665 €	71 573 €
	Rannikko	213 300 €	101 757 €	63 543 €	750 600 €	198 875 €	97 338 €
Paksu eristerappaus	Sisämaa	198 720 €	76 667 €	42 304 €	563 400 €	124 043 €	55 114 €
	Rannikko	213 120 €	89 314 €	51 690 €	731 880 €	175 861 €	75 763 €
Betoni, valkobetoni-pinta	Sisämaa	108 000 €	47 458 €	29 653 €	216 000 €	60 008 €	32 953 €
	Rannikko	108 000 €	47 458 €	29 653 €	216 000 €	60 008 €	32 953 €
Betoni, tiililaattapinta	Sisämaa	108 000 €	47 458 €	29 653 €	216 000 €	60 008 €	32 953 €
	Rannikko	108 000 €	47 458 €	29 653 €	216 000 €	60 008 €	32 953 €

Käytönaikaiset kustannukset, ei huoltoa							
Julkisivutyyppe	Sijainti	50 vuotta			100 vuotta		
		Nimellisarvo	3 % korko	5 % korko	Nimellisarvo	3 % korko	5 % korko
Tiilimuuri	Sisämaa	- €	- €	- €	126 000 €	13 727 €	3 245 €
	Rannikko	- €	- €	- €	126 000 €	18 448 €	5 285 €
Puu	Sisämaa	103 500 €	42 641 €	23 948 €	414 000 €	85 013 €	36 311 €
	Rannikko	414 000 €	179 083 €	109 200 €	956 700 €	244 246 €	126 860 €
Ohut eristerappaus	Sisämaa	162 000 €	77 372 €	47 839 €	648 000 €	168 928 €	80 265 €
	Rannikko	486 000 €	189 020 €	107 079 €	972 000 €	246 965 €	122 289 €
Paksu eristerappaus	Sisämaa	162 000 €	66 742 €	37 483 €	648 000 €	133 064 €	56 835 €
	Rannikko	162 000 €	77 372 €	47 839 €	648 000 €	168 928 €	80 265 €
Betoni, valkobetoni-pinta	Sisämaa	- €	- €	- €	146 700 €	13 786 €	2 960 €
	Rannikko	- €	- €	- €	146 700 €	18 528 €	4 821 €
Betoni, tiililaattapinta	Sisämaa	- €	- €	- €	173 700 €	16 324 €	3 505 €
	Rannikko	- €	- €	- €	173 700 €	21 938 €	5 709 €

Betonijulkisivuilla käytönaikaiset kustannukset muodostuvat julkisivuelementin ulkokuoren vaihtamisesta kuorielementtiin, joka ei ole laaja-alaisissa korjauksissa käytetty menetelmä, ks. sivu 7.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille rakenteille ja olosuhteille
Tutkimusselostuksen saa kopioida vain kokonaisuudessaan.