



# Melkinlaiturin ja Hernesaaren asemakaavat

Merellisten olosuhteiden vaikutus rakentamiseen

---

Tutkimusraportti

31.10.2018

## SISÄLLYS

<b>1</b>	<b>Hankkeen kuvaus ja laajuus .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Perusteet .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Merellisten olosuhteiden vaikutukset .....</b>	<b>4</b>
	3.1 Korttelirakenteelle .....	4
	3.2 Rakentamiselle .....	5
	3.3 Rakenteille .....	6
<b>4</b>	<b>Julkisivurakenteet merellisissä olosuhteissa .....</b>	<b>8</b>
	4.1 Puhtaaksimuuratut rakenteet .....	8
	4.2 Muuratut ja rapatut rakenteet .....	8
	4.3 Puurakenteet .....	9
	4.4 Lasirakenteet .....	10
	4.5 Muut rakenteet .....	11
<b>5</b>	<b>Arkkitehtoniset erityishuomiot .....</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>Rakennuttamisen ja rakentamisen näkökulmat .....</b>	<b>13</b>
<b>7</b>	<b>Asuinrakentamisen erityispiirteet .....</b>	<b>14</b>
<b>8</b>	<b>Rakennusfysiikan huomioiminen .....</b>	<b>15</b>
	8.1 Kosteuden hallinta .....	15
	8.2 Terve Talo .....	16
<b>9</b>	<b>Ääneneristävyys ja laivamelu .....</b>	<b>17</b>
<b>10</b>	<b>Kustannusten huomioiminen .....</b>	<b>18</b>
<b>11</b>	<b>Johtaminen ja valvonta .....</b>	<b>21</b>
<b>12</b>	<b>Huolto ja huoltovälit .....</b>	<b>22</b>
<b>13</b>	<b>BREEAM- ja LEED-ympäristösertifikaatit .....</b>	<b>23</b>
<b>14</b>	<b>Tutkimustulokset .....</b>	<b>25</b>
	14.1 Toimivat ja pitkäikäiset rakennusmateriaalit .....	25
	14.2 Suositellut rakenneratkaisut .....	25
	14.3 Kustannusvaikutukset verrattuna ns. normaalirakentamiseen .....	25
<b>15</b>	<b>Johtopäätökset ja ohjeet tulevaa rakentamista varten .....</b>	<b>26</b>
<b>16</b>	<b>Viitteet .....</b>	<b>27</b>
<b>17</b>	<b>Liitteet .....</b>	<b>28</b>

# Melkinlaiturin ja Hernesaaren asemakaavat Merellisten olosuhteiden vaikutus rakentamiseen Tutkimusraportti

## 1 Hankkeen kuvaus ja laajuus

Hanke sisältää Melkinlaiturin ja Hernesaaren asemakaavaluonnosten alueet 5.4.2018, Helsingin kaupunkiympäristön toimittaman lähtötietomateriaalin mukaisesti. Laajuutta ja sisältöä on käsitelty myös neuvottelussa 27.3.2018 sekä aloituskokouksessa 9.8.2018 ja suunnittelukokouksessa 18.9.2018, Kansakoulunkatu 3, Helsinki.

Hankkeen tilaajana toimii Helsingin kaupunkiympäristön toimiala – Maankäyttö- ja kaupunkirakenteen teknistaloudellinen suunnitteluosasto. Tutkimusraportin ja sen liitteet koosti DI Ville Riikonen ja raportin kokonaisuudesta vastasi johtava erikoissuunnittelija, yksikönjohtaja Jukka Oja-Lipasti A-Insinöörit Suunnittelu Oy:stä. Lisäksi hankkeeseen osallistui useita muita A-Insinöörien erityisasiantuntijoita.

Työn ohjausryhmään kuuluivat:

Helsingin kaupunkiympäristö: Mikko Juvonen, Teo Tammivuori ja Jarkko Nyman

Arkkitehdit Kirsi Korhonen ja Mika Penttinen Oy: Kirsi Korhonen

Melkinlaiturin asemakaava mahdollistaa meren äärelle sijoittuvien asuinkortteleiden, puistojen sekä koulun ja päiväkodin rakentamisen satamatoiminnoilta vapautuneelle alueelle. Hernesaaren asemakaava mahdollistaa asumisen ja työpaikkojen sekä satama- ja puistoalueiden sijoittamisen alueelle.

Suunnittelutehtävässä arvioidaan Melkinlaiturin ja Hernesaaren merellisiä olosuhteita, sekä niiden erityisvaikutuksia korttelirakenteelle, rakentamiseen ja rakenteille. Arvioinnin pohjana käytetään asemakaavaluonnoksia ja muuta saatua asiaan liittyvää suunnitteluaineistoa. Pääpaino on erilaisten rakennusmateriaalien ja rakenneratkaisujen soveltuvuuden ja riskien arvioinnissa. Tuloksena esitetään suosituksia ja suunnitteluohjeita periaateratkaisuineen.

Suunnittelussa arvioidaan alustavasti paikalla muurattujen, muuratun pinnan päälle rapattujen, sekä puisten julkisivumateriaalien toimivuutta ja pitkäaikaiskestävyyttä alueilla. Edellisten lisäksi myös lasirakenteita käsitellään ohuesti.

Hernesaaren asemakaavan havainnekuva



Melkinlaiturin asemakaavan havainnekuva





## 2 Perusteet

Rantarakentaminen on jo sijaintinsa puolesta merkittävästi haastavampaa kuin tyyppillinen sisämaan rakentaminen. Melkinlaiturin ja Hernesaaren alueiden sijainti aiheuttaa muita alueita suurempia vaatimuksia esimerkiksi haastavien kosteus- ja tuuliolosuhteiden takia. Rannikolla rasiustekijät poikkeavat sisämaasta intensiteetiltään, kun esimerkiksi rannikon voimakkaammat tuulet lisäävät viistosateen aiheuttamia rasituksia rakennuksille. Myös mereltä ajoittain kulkeutuva suolarasitus aiheuttaa etenkin rakennuksien vaipan rakenteille ja materiaaleille lisävaatimuksia.

Tutkimus on tehty hakemalla tietoa aiheeseen liittyvistä kirjallisuuslähteistä, julkaisuista, tutustumalla rantarakentamisessa käytettyihin rakenneratkaisuihin ja -detaljeihin, sekä haastatteleamalla A-Insinöörit Suunnittelu Oy:n, A-Insinöörit Rakennuttaminen Oy:n ja Arkkitehdit Kirsi Korhonen ja Mika Penttinen Oy:n asiantuntijoita, jotka ovat aiemmin työskennelleet aiheen parissa.

## 3 Merellisten olosuhteiden vaikutukset

### 3.1 Korttelirakenteelle

Korttelirakenteen asumisviihtyvyyteen voidaan vaikuttaa suuresti huomioimalla esimerkiksi tilastollisesti yleisimmät tuulen suunnat, jotta sisäpihoista saadaan suunniteltua suojaisia. Vaikka tuuli on rannan läheisyydessä väistämätön ilmiö, tulee pohtia kuinka tuuli puhaltaa asuinkorttelin sisäpihoille ja kuinka se vaimennetaan. Tuuli pyrkii aiheuttamaan pyörteitä ja nk. tuulitunneleita rakennusten väliin. Rakennusten huono sijoittelu voi vahvistaa tuulen virtauksia ja pyörteet saattavat kerryttää esimerkiksi roskia, lehtiä tai hiekkaa nurkkauksiin joissa pyörteen liike katkeaa.

Suoria ja pitkiä kulkuväyliä, katuja ja muita rakennuksien väliin jääviä aukkoja tulee välttää, ettei tuulitunneleita pääse syntymään. Tuulitunneli voidaan välttää tai ainakin sen haittavaikutusta voidaan pienentää katkaisemalla suorat reitit esim. rakennusmassojen sijoittelulla siten että rakennuksien väliin jää labyrinttinen kulkuväylä. Myös väylien suunnalla on iso merkitys varsinkin rannan läheisyydessä, ja siksi vallitsevien tuulien suuntaisia katuja ja muita aukkoja tulee välttää. Kapenevat kulkuväylät aiheuttavat kapeikoihin entistä kovemman tuulen virtauksen, joten rakennusmassat tulee sijoittaa siten, ettei tällaisia tilanteita pääse syntymään.

Korttelin suunnittelussa tulee kiinnittää erityistä huomiota asukasviihtyvyyteen ja siinä on tärkeä huomioida tuulisuuden aiheuttamat olosuhteet ja luoda mm. suojaiset sisäpihat, joissa tuulen virtaukset ja pyörteet pysyvät kohtuullisina kovemminkin tuulilla.

Polkupyörien pysäköinti- ja säilytystilat suositellaan toteuttamaan katettuna ja tämä olisi hyvä määritellä henkilöautojen pysäköintiä vastaavissa asemakaavamääräyksissä. Lisäksi näille on hyvä löytää tarkoituksen mukaiset suojaiset sijainnit, joista myös kulkeminen sujuu vaivattomasti niin katujen suuntaan kuin asuntoihin. Kohteen sijainti meren rannalla ja niemellä lisää entisestään liikkumisen vaatimuksia niin kevyen liikenteen kuin autojen osalta. Varsinkin lisääntyvän kevyen liikenteen tarpeisiin tulee varautua niin tilojen kuin riittävien ja turvallisten väylien osalta. Myös henkilöautojen pysäköintiratkaisut ovat olennaisessa osassa koko korttelin alueella. Autojen pysäköinnin oikea sijoituspaikka ja lyhyet sekä selkeät ajoreitit ovat erittäin tärkeässä roolissa mm. asukasviihtyvyyden ja turvallisuuden näkökulmasta. Autot on hyvä sijoittaa kohtuullisen matkan päähän ja autojen liikkumista tulee välttää kapeilla asuntokaduilla. Pysäköintiin liittyviä kustannusteknisiä asioita käsitelty kohdassa 10 Kustannusten huomiointi.

Rakennuksien huoltoliikenne ja pelastusajoneuvojen reitit on mietittävä sellaisiksi, että ne eivät vaaranna muun liikkumisen turvallisuutta.

Korttelin rakennusmassa on hyvä sijoittaa siten, että rannan läheisyydessä on matalampia rakennuksia ja rakennuksien korkeudet kasvavat sisämaan suuntaa. Näin tuuli kohdistuu tasaisemmin koko korttelialueelle ja korkeimpiin rakennuksiin ei kohdistu läheskään niin suuria tuulenpaineita, kuin jos ne olisi sijoitettu suoraan rantaan. Jokaisen erikorkuisen rakennuksen välillä on hyvä olla riittävä etäisyys, etteivät ne muodosta toisille rakennuksille ylimääräisiä lumikuormia tai tasoeroista johtuvia hankalia ja riskiherkkiä liittymiä. Myös rakennuskohtaisia tasoeroja, kattoterasseja, sisäänvetoja ja muita vastaavia erikoiskohtia tulee välttää erityisesti meren- ja vallitsevien tuulien puolella.

Alimpien suositeltavien rakentamiskorkeuksien täyttymiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota kaikkien rakennuksien alimpien lattioiden osalta ja myös kaikki rakenteet, perustukset ja salaojitukset mukaan lukien tulee nostaa niin korkealle, etteivät joudu missään tilanteessa merivedelle alltiiksi.

## 3.2 Rakentamiselle

Merenrantarakentamisen merkittävimmät haasteet rakentamisvaiheessa liittyvät luonnollisesti tuulen ja sateen vaikutuksiin sekä meriveden läheisyyteen. Ensisijainen tekijä rakennusvaiheen onnistuneessa läpiviennissä on työntekijöiden turvallisuus työpisteillä ja työmaa-alueella. Voimakkaiden tuulenpuuskien ja viistosateen kannalta vaarallisimpina voidaan pitää rakennuksen ulkopuolisilta telineiltä ja erilaisista nostimista suoritettavia tehtäviä, jolloin tuulen aiheuttama liike ja esimerkiksi sateen aiheuttama liukkaus työtasoilla korostuvat. Myös mahdollisten kaivantojen kuivana pito ja tuennat saattavat olla näissä olosuhteissa selvästi haastavampia.

Sääolojen vaikutus on rannalla ajoittain niin voimakas, että sillä on erittäin iso merkitys työturvallisuuteen ja siksi myös kaikki töiden valmistelevat tehtävät tulee suunnitella huolellisesti ennakkoon. Mm. telineissä ja nostovälineissä tulee huomioida huomattavasti kovemmat tuuliolosuhteet kuin sisempänä maassa rakennettaessa. Esim. telineet tulee mitoittaa ja suunnitella huolellisesti juuri näihin olosuhteisiin. Sisempiä työmaita voidaan suojata säärasituksilta rakentamalla ensin rannan puoleiset rakennukset. Rakennettaessa aivan merenrannalla nostot ja ulkopuolinen rakentaminen saattavat keskeytyä tai jopa estyä useamman päivän ajaksi sääoloista johtuen. Tämä asia tulee ottaa huomioon myös aikatauluja laadittaessa.

Rantarakentaminen sääsuojassa, eli rakennus ns. huputettuna on erityisesti kosteudenhallinnan kannalta suositeltavaa. Tavallisesti rakennus suojataan suurilla pressuilla, jotka kiinnitetään suurelta osin rakennuksen ulkopuolisiin telineisiin. Kiinnitys ja pressujen saumat on kuitenkin suunniteltava niin, ettei pressu ala tuulessa toimia rakennustelineisiin kiinnitettynä purjeena aiheuttaen telineiden liikettä tai muodostamalla tuulitunnelin rakennuksen ja pressun väliin, vaan tuulen on päästävä purkautumaan pois pressun alta tasaisin välimatkoin. Myös hupun paikallapysymiseen tulee luonnollisesti kiinnittää erityishuomiota ja suunnitella sen toteutus huolellisesti poikkeuksellisista sääoloista johtuen. Mikäli rakennus päätetään toteuttaa ilman huputusta, olisi rakennuksen runko hyvä suunnitella niin että se kestää säärasitusta vähintään 6 kk, kunnes julkisivu saadaan toteutettua. Huputtamisella on luonnollisesti oma kustannusvaikutuksensa, mutta esimerkiksi julkisivut voidaan silloin rakentaa keskeytyksettä suunnitellun aikataulun mukaan täysin sääsuojassa jolloin tasalaatuisista olosuhteista johtuen myös työn laatu ja lopputulos paranevat. Erityisesti muuraustyö vaatii poikkeuksetta huputtamisen, jotta lopputuloksesta saadaan laadukas. Huputtamisen kustannuksia onkin hyvä verrata sen avulla saavutettaviin kiistattomiin etuihin. Huputtamisen kustannuksia on esitelty kohdassa 10.

Merenpinnan vaihtelut ja tulvakorkeus tulee aina selvittää etukäteen ja ottaa huomioon koko rakentamisen aikana, sekä tarkastella myös riskitekijänä jokaisessa eri työvaiheessa. Esimerkiksi viheralueen käyttäminen tulvavallina on yksi keino turvata työmaa, mikäli rannassa joudutaan kaivamaan tulvakorkeuden alapuolelle. Lisäksi tulee huomioida, että merenpinnan alapuolelle rakentaminen on erittäin kallista varsinkin täyttömaalla. Tämä koskee myös perustuksia.

Työmaalla varastoitavien rakennustarpeiden sijainti on suunniteltava hyvin ennakkoon ja niiden suojaus niin ilmaston olosuhteiden, kuin myös työmaalla liikkuvien koneiden suhteen on mietittävä tarkoin. Logistiikka tulee näissä olosuhteissa vieläkin tärkeämpään rooliin ja siksi varastointi on syytä minimoida jokaisessa työvaiheessa.

Erityisesti Melkinlaiturin ja Hernesaaren kaltaisissa, sijainnin kannalta haastavissa kohteissa, on vaihteittaisen rakentamisen logistiikka mietittävä turvalliseksi ja toimivaksi. Työmaa-alueille kuljetetaan jatkuvasti raskaalla kalustolla rakennustarpeita ja valmiiden alueiden asukkaiden on päästävä liikkumaan turvallisesti erillään työmaaliikenteestä. Valmiiksi rakennetut alueet on eriytettävä turvallisilla kulkureiteillä työmaaliikenteestä, mikä vaikuttaa merkittävästi alueella jo asuvien asukkaiden turvallisuuteen ja viihtyvyyteen. Lisäksi on huomioitava jalankulku ja kevyt liikenne sekä henkilöautoliikenne.

Tällaisessa paikassa ja olosuhteissa rakentaminen vaatii myös rakennusalan ammattilaisilta erityisosaamista ja siksi heillä tulee olla osaamista vastaavista kohteista. Myös tarkka ja kattava perehdyttäminen nousee tärkeään rooliin heti projektin alussa sekä erityisesti jokaisen työvaiheen alussa.

### 3.3 Rakenteille

Jos ja kun Melkinlaiturin ja Hernesaaren alueilla rakennetaan sisämaata kohti aina hieman korkeampia rakennuksia porrastamalla, vaikuttavat sään rasitukset korkeampien rakennuksien yläosaan selvästi voimakkaammin. Tämä tulee huomioida materiaaleissa ja etenkin detaljeissa. Tällöin normaalit tyyppidetallit eivät ole riittäviä, vaan kaikki detaljit on suunniteltava hyvin huolellisesti ja tarkasti. Esimerkiksi julkisivun pinnan ulokkeet eivät ole suositeltavia, koska tällaisten rakenteiden vaurionsietokyky on moninkertaisesti huonompi, vaikka käytettäisiin laadukkaitakin materiaaleja. Rakenteiden yksityiskohdissa kannattaa käyttää sellaisia ratkaisuja, joista on aiempaa kokemusta tai ne on todettu muutenkin toimiviksi ratkaisuisiksi. Ratkaisujen tulee olla riittävän selkeitä ja tarpeeksi yksinkertaisia, jotta lopputulos saavutetaan suunnitelun mukaisesti ja voidaan olla varmoja ratkaisun toimivuudesta. Kattomuodot tulee pitää yksinkertaisina ja kallistukset riittävän suurina ja lyhyinä, ettei vesi missään olosuhteissa jää makaamaan katolle vaikka kova tuuli painaisi vettä väärään suuntaan. Myös työmaa-aikaiset rakenteet tulee mitoittaa tuulelle, lumelle ja mahdollisesti rakenteisiin tietyissä olosuhteissa kertyvälle jäälle.

Jäätymis-sulamissykli on rantaolosuhteissa paljon suurempi kuin sisämaassa ja vaurioittaa betoni- ja muita rakenteita huomattavasti nopeammin, joten kaiken veden johtaminen pois mahdollisimman nopeasti rakenteiden pinnalta on erityisen tärkeää näissä olosuhteissa. Rasitusluokat on valittava meriolo-suhteiden mukaan ja esimerkiksi betonipintoja tulee välttää paikoissa, joissa se on suoraan alltiina säärasituksille. Materiaalivalinnat tulee tehdä muutoinkin tarkasti rasitusluokkien vaatimuksia noudattaen. Esimerkiksi julkisivun muurauslaastin ja tiilen pakkasenkestävyys ja säärasitus tulee näissä olosuhteissa tarkastella hyvin huolellisesti. Varsinkin puhtaaksi muuratuissa rakenteissa muurauslaasti tulee valita sellaiseksi, että se imee mahdollisimman vähän vettä itseensä. Myös rappauslaastien valinta tulee tehdä siten, että pinta muodostaa vesitiiviin rappauspinnan mutta se on samalla myös hengittävä, jolloin rakenne pääsee kuivumaan myös ulospäin. Muurauksen ja muiden julkisivurakenteiden takana tulee olla vähintään 40 mm:n tuuletusrako. Rako tulee olla koko matkalta auki ja puhdas eikä muurauslaasti tai muu materiaali saa pienentää rakoja. Muurauksessa käytettävät muuraussiteet on aina kallistettava seinärakenteesta ulospäin, etteivät ne johda kosteutta seinärakenteeseen. Mikäli jostain syystä käytetään sellaisia julkisivun verhouksmateriaaleja, jotka päästävät vettä viistosateella tuuletusväliin, tulee verhouksen taakse asentaa erillinen sadetakki joka voidaan toteuttaa pellillä tai teräsmuotolevyllä. Esimerkki sadetakillisesta ulkoseinärakenteesta on esitetty rakennetyypissä US 403.

Ikkunoiden yläreunan vedenpoisto on suunniteltava huolella niin, että myös tuuletus toimii eikä vesi pääse julkisivun taakse kovallakaan tuulella. Detaljeissa DET 23 ja DET 24 on esitetty kaksi vaihtoehtoista ratkaisua näiden asioiden toteuttamiseksi. Ikkunan alareunassa tulee olla pellityksellä riittävä kallistus ulospäin ja tarkasti suunnitellut myrsky- ja tippapellit. Edellisten kaltaiset esimerkkiratkaisut ikkunan alareunan toteutuksesta on esitetty detaljeissa DET 21 ja DET 22. Mikäli ikkunapellit joudutaan limittämään, tehdään limitys huolellisesti riittävällä limityksellä ja lisäksi tiivistetään elastisella kitillä limitykseen syntyvä kapillaarirako.

Varastoinnin, asentamisen ja koko rakentamisen ajan tulee erityisesti huolehtia jokaisen rakenteen ja sen osan sääsuojauksesta kaikissa eri työvaiheissa, koska tuulenpaine ja viistosateet ovat selvästi kovempia kuin sisämaassa rakennettaessa. Suojaus tulee poistaa lopputilanteessa, kun rakennus on sääsuojassa. Vaipan lämmöneristeitä valittaessa tulee huomioida, että ne pysyvät varmasti kuivina koko rakennusprosessin ajan, vaikka niitä suojataankin.

Julkisivun elastisia kittisaumauksia ja vastaavia tulee välttää, sillä ne eivät kestä pitkään haastavissa olosuhteissa ja huoltovälit jäävät helposti lyhyiksi. Mikäli julkisivussa joudutaan kuitenkin tekemään elementtien tai muiden rakenteiden välisiä saumauksia tulee saumat suunnitella ja toteuttaa siten, että

ne kestävät kovat säärasitukset ja niille voidaan taata pitkät huoltovälit. Mikäli saumauksia tulisi julkisivuun enemmän, on julkisivu silloin syytä verhota erillisellä verhouksella, kuten esimerkiksi tiilimuurauksella. Jos julkisivuverhouksen taustalla käytetään Sandwich -elementtejä, saumataan elementtien saumat kumitiivisteillä, jotka ovat käyttöikältään pitkäikäisiä ja toimivat hyvin myös työnaikaisena tiivistyksenä.

Viime aikoina myös massiivitiilen käyttö julkisivuissa on noussut uudelleen esille. Näistä uudemmissa rakenteista ja niiden yhdistelmistä on vasta vähän kokemusta Suomen olosuhteissa ja eikä niitä voida suositella merellisten olosuhteiden kohteisiin. Massiiviseinien fysikaalinen toiminta on sinänsä selkeä mutta rakenne imee kuitenkin näissä olosuhteissa vähintään viistosateessa vettä sisäänsä ja imeytyvän veden määrä voi olla suuri. Veden tulisi ehtiä kuivua seinärakenteesta ennen jäätymistä ja jos näin ei tapahdu, alkaa julkisivun rapautuminen.

Laadunvalvonta ja -varmistus tulee olla ehdottoman aukoton ja kaikilta toimittajilta tulee vaatia tarkka dokumentointi kaikista tuotteista. Tämän tyyppisissä kohteissa on syytä tehdä kattavasti laadunvalvontakokeita myös työmaalla, jotta suunniteltu ja asetettu laatutaso saavutetaan kaikilta osin.



## 4 Julkisivurakenteet merellisissä olosuhteissa

### 4.1 Puhtaaksimuuratut rakenteet

Puhtaaksimuuraus on hyvin suosittu ja esteettisesti hyvä perusratkaisu myös arkkitehtuurin osalta. Tiilellä saadaan julkisivuihin riittävästi elävyyttä ja väri vaihtoehtojakin on melko hyvin tarjolla. Tiili on myös ulko-näöllisesti yhdistettävissä esimerkiksi puun kanssa. Arkkitehtejä kiinnostaa myös massiivisemmat tiilimuuraukset mutta nämä ratkaisut ovat jääneet vielä toistaiseksi hyvin harvinaisiksi, johtuen mm. korkeimmista kustannuksista ja myös siitä, että seinän paksuus on kasvanut liian paljon syöden arvokkaita myytäviä neliöitä. Sen sijaan uudet ohuimmat ja paremmat lämmöneristeet on otettu lämpimästi vastaan, jolloin seinän paksuutta on voitu pienentää ja silloin myös julkisivun ratkaisuvaihtoehdot ovat merkittävästi lisääntyneet. Myös pääsuunnittelijoiden ja arkkitehtien suunnittelun erityiskohteena ovat viime aikoina olleet rakennuksen vaipan luotettavan toiminnan varmistaminen mm. riittävän tuuletusvälin ja toimivien julkisivudetaljien osalta.

Tiilijulkisivun merkittävin säärasisä on viistosade ja vaikka tiilirakenteet ovat vettä läpäiseviä, ne kestävät hyvin merenrannan ilmastorasituksia. (Varis et al. 2009) Muuratut rakenteet imevät voimakkaasti vettä, minkä takia niissä esiintyvän jäätyvän veden määrä voi olla suuri. Tämä aiheuttaa rakenteille voimakasta pakkasrasitusta erityisesti alueilla, missä jäätymis- sulamissyklit ovat tiheitä. (Pajunen, 2014) Yleisesti pakkasrapautuminen on kuitenkin suurempi ongelma muurauslaasteille kuin poltetuille tiilille tai kalkkihiekkakiville. (Lahdensivu 2010)

Rannikkoalueilla tiiliverhouksessa tulisi aina käyttää vähintään 130 mm paksuista ulkokuorta ja riittävän leveää, vähintään 40 mm tuuletusväliä sekä vedenpitävää tuulensuojamateriaalia kuorimuurin yhteydessä. (Varis et al. 2009; RIL 107-2012) Esimerkki tyyppillisestä, vaatimukset täyttävästä tiiliverhoilusta ulkoseinärakenteesta esitetty rakennetyypissä US 401. Erityisen vaativissa olosuhteissa tuulensuojariste voidaan korvata saumoista tiivistettävällä säänkestävällä tuulensuojalevyllä. (RIL 250-2011)

Tiiliverhouksen rappaus vähentää viistosateen tunkeutumista rakenteeseen, mutta perinteisen paksurappauksen käyttäminen ei käytännössä vaikuta tiiliverhoukseen imeytyvän veden määrään. Myöskään tiiliverhouksen käsittelyä sadevedeltä suojaavalla ja vesihöyryä läpäisevällä pinnoiteaineella ei suositella, sillä seinälle tuleva sadevesi valuu verhouksen pintaa pitkin alaspäin ja tunkeutuu rakenteeseen suurempina määrinä siinä esiintyvistä raoista ja halkeamista heikentäen näin rakenteen toimintaa. (RIL 107-2012) Sen lisäksi että muuraustyö on tehtävä huolellisesti tekemällä täysiä saumoja ja käyttäen nokkalaastia, on muuraukseen haastavissa olosuhteissa syytä käyttää tiivislaastia. (Pajunen 2014)

Muurauksen vesitiiviyyden parantamiseksi voidaan käyttää esimerkiksi Weberin tiivismuurauslaastia ML 5 T, joka pienentää vedenläpäisyä jopa kolmannekseen tavanomaiseen muurauslaastiin verrattuna. Tuotetoimittajilta voi myös tiedustella tiiviimpiä tiiliä muurauksen vedenpitävyyden parantamiseksi.

### 4.2 Muuratut ja rapatut rakenteet

Huolellisesti suunniteltu ja toteutettu rapattu julkisivu on kestävä ja pitkäaikainen sekä tyylikäs julkisivu. Merellisissä olosuhteissa julkisivun suunnitteluun pitää kuitenkin panostaa vielä selvästi enemmän kuin esim. vähemmän tuulisissa olosuhteissa. Rapattu julkisivu likaantuu ja rapautuu nopeasti esimerkiksi silloin kun detaljit ja yksityiskohdat eivät ole kunnossa. Pahimmassa tapauksessa vesi saattaa valua suoraan rappauspinnalle muodostaen ikäviä vesivalumia ja myös mahdolliset kasvustot pääsevät kehittymään rapatulla pinnalla.

Rannikolla ja merellisessä ympäristössä on erityisen tärkeää valita oikeanlainen rappausjärjestelmä ja muurauslaasti. Molempien tulee olla sellaisia, että ne eivät ime vettä sisään vaan hylkivät sitä. Tämän lisäksi niiden tulee olla hengittäviä, että rakenne toimii oikein ja pääsee kuivumaan ulospäin. Siksi näissä

olosuhteissa julkisivurappaus ja muurauslaasti tulee aina valita erityisen huolella ja määritellä tarkat ja yhteensopivat tuotteet. Pelkästään kalkkipohjaisia laasteja tai kolmikerrosrappauslaastia kalkkimentistä ei suositella rannikolle, vaan olisi syytä käyttää synteettisiä laasteja. Tämä edellyttää tarkkuutta saumaustarvikkeiden valinnassa, sillä tavalliset saumausmassat eivät pysy kiinni kosteutta hylkivissä synteettisissä rappauslaasteissa. (Pajunen, 2014)

Toimivaa ja pitkäaikaista rapattua julkisivua haettaessa vaaka kääntyy poikkeuksetta poltetun ja säännestävän tiilen päälle tehtyyn kolmikerrosrappaukseen. Kolmikerrosrappaus voidaan toteuttaa esimerkiksi Weberin UniTop rappausmenetelmällä, jossa käytetään kolmea erikoislaastia. Se on suunniteltu erityisesti vaativien olosuhteiden kohteisiin kuten rantarakentamiseen. Menetelmässä käytettävät laastit ovat vettä hylkiviä, mutta myös vesihöyryä läpäiseviä, jolloin rapattusta pinnasta saadaan vesitiivis ja hengittävä. Rappausalustana toimivan muurauksen vesitiivyyden parantamiseksi voidaan käyttää edellämainittua Weberin tiivismuurauslaastia ML 5 T. UniTop rappausmenetelmän pinnassa on aina silikonihartsipohjainen pinnoite tai maali. Kohteeseen soveltuva rakenne on esitetty rakennetyypissä US 402. Mikäli käytetään muun toimittajan tuotteita, on varmistettava materiaalien pakkasenkestävyydestä, yhteensopivuudesta, sekä vedenpitävyydestä.

Muita rappausvaihtoehtoja ovat eristerappaus ja ohutrappaus. Eristerappaus on edullinen toteutusvaihtoehto mutta sen kestävyys on huono etenkin kohteissa, joissa on paljon viistosadetta kuten rannikolla. Tällöin vesi pääsee seinän sisään ja kastelee helposti eristeet sekä aiheuttaa ongelmia julkisivun detailjeissa. Jäätyessään rappauksen sisään jäänyt kosteus rapauttaa pinnan nopeasti. Näiden lisäksi eristerappauksen detailjiikka on hankala suunnitella ja toteuttaa haastaviin olosuhteisiin. Ohutrappauksesta on yleisesti huonoja kokemuksia rannikon olosuhteissa. Rakenteen vedenpitävyys ei pehmeälle pohjalle rapattuna riitä ja kovalla pohjalla rappauksen säilyvyys on heikko. (Pajunen, 2014)

Myöskään rapattu massiivitiiliseinä ei ole rantaolosuhteissa suositeltava vaihtoehto sen hitaan kuivumisen johdosta. Mikäli kuitenkin päädytään massiivitiileen, on rakennukseen turvallisinta tehdä erillinen tuuletettu julkisivuverhoukset. Tämä ratkaisu lisää luonnollisesti edelleen seinän paksuutta ja myös kustannukset kasvavat.

### 4.3 Puurakenteet

Haastavissa olosuhteissa puuta ei pidetä hyvänä julkisivumateriaalina, koska sillä nähdään olevan lyhyt huoltoväli ja huoltaminen on usein suhteellisen kallista. Ajatusmalli perustuu monasti aiemmin tehtyihin väärin materiaalivalintoihin. Puun käyttö antaa monimuotoisuutta arkkitehtuuriin ja mukavaa ilmettä kaupunkikuvaan. Se on myös esteettisesti hyvin yhdistettävissä tiilen kanssa ja se soveltuu hyvin suojan puoleisiin pintoihin ja mataliin rakennuksiin.

Puuverhouksessa käytettävät laudat eivät saa olla liian leveitä, jotta ne eivät halkeile. Huomiota on kiinnitettävä kosteudenkestävään tuulensuojalevyyn, puun lajiin ja laatuun, tuuletusvälin toimintaan sekä puuverhouksen pintakäsittelyyn ja tartunta-aineen valintaan. (Pajunen 2014)

Merellisissä olosuhteissa puu kastuu ja kuivuu useasti aiheuttaen puun vanhenemista. Sisään päässyt kosteus aiheuttaa kosteusliikettä, joka voi aiheuttaa puun halkeilua. Luonnollisesti halkeilu yms. ongelmat lyhentävät puun huoltoväliä, mutta oikealla pintakäsittelyllä voidaan vaikuttaa merkittävästi UV-säteilyn ja kosteuden tunkeutumiseen, jolloin vaurioiden määrä vähenee. (Varis et al. 2009, Virta 2004) Puujulkisivu voidaan myös tehdä esimerkiksi lehtikuusesta, jolloin pintakäsittelyä ei välttämättä tarvita ollenkaan. Lehtikuusen ja pintakäsittelyn puun hintoja julkisivuissa on käsitelty kohdassa 10.

Puurakenteissa voidaan käyttää myös liimattuja tuotteita, jolloin esimerkiksi puun halkeilua saadaan vähennettyä. Versowood Kuningaspaneeli® on yksi vaihtoehto tällaisesta tuotteesta puu-ulkoverhouksen toteutukseen. Kuningaspaneeli® säilyttää ulkonäkönsä, muotonsa ja mittansa paremmin kuin perinteinen

paneeli, koska se valmistetaan lujuuslajitellusta ja halkaistusta liimapuusta, 42x312 mm kokoisena. Kuningaspaneelissa® käytetään vaaleaa, säänkestävää liimaa mutta myös se pitää pintakäsittellä huolellisesti, että se kestää säänrasituksia.

Julkisivulaudoitukseksi vaativiin olosuhteisiin löytyy myös Accoya®-puu, joka ihanteellinen ratkaisu esteettisyyden ja helppohoitoisuuden vuoksi. Accoya®-puu kestää hyvin säärasituksia, on mittapitävä ja sillä on luonnollinen UV- suojaus.

Markkinoita on vallannut myös komposiitti uutena materiaalina. Se on kuitenkin todettu käytössä hieman haastavaksi materiaaliksi, koska se saattaa olla tietyissä olosuhteissa liukas ja siinä on myös ilmennyt pituussuuntaista kutistumaa sekä ongelmia värinpitävyyden kanssa.

Puurakenteet voidaan myös suojata myös sijoittamalla ne julkisivu- tai muiden lasien taakse. Tässä tapauksessa tulee kuitenkin huolehtia pintaan kohdistuvan auringonvalon, sekä suurten lämpötila- ja kosteusvaihteluiden vaikutuksista puurakenteisiin.

#### 4.4 Lasirakenteet

Lasirakentamien on pääosin tuoteosarakentamista ja myös suunnittelu sekä detajiiikka tulevat pääosin toimittajalta. Lasirakenteiden yhtenä haasteena on se, että niiden sopivuus tulee aina varmistaa kyseessä olevaan käyttötarkoitukseen. Lisäksi kaikkien liittymien ja detajien toiminta tulee käydä tarkasti läpi ja varmistaa niiden toimivuus. Lasirakenteet ovat erityisesti arkkitehtien suosiossa mutta nämä edellä kerrotut seikat vähentävät niiden käyttöä. Arkkitehtonisesti toivottuja lasirakenteita ovat myös mm. julkisivun maitolasi, lasi-puu yhdistelmät ja lasikatokset sekä olohuoneen ulkoseinä kokonaan lasista ja kasvihuoneet katolla. Valitettavasti näistä jälkimmäiset lasirakenteet eivät sovellu kovin hyvin vaativiin merellisiin olosuhteisiin.

Lasirakenteet joudutaan usein asentamaan melko haastavissa olosuhteissa korkealla ja siten usein tuulisissa ja muutenkin sääälle alttiissa olosuhteissa. Tämä asia korostuu edelleen, kun rakennetaan meren läheisyydessä. Myös lasien paikalla pysymiseen, kiinnityksiin ja muutenkin turvallisuusasioihin tulee kiinnittää erityishuomiota, koska kovat puuskatuulet voivat irrottaa koko lasin paikaltaan tai rikkoa ison ruudun.

Lasirakenteiden saumat ovat yleensä ongelmallisia ja sitä kautta myös käyttöikä on varsin lyhyt, jolloin huoltokustannukset kasvavat. Lasipintojen saumat vuotavat helposti materiaali, suunnittelu- tai asennusvirheistä tai rakenteiden elämisestä johtuen ja siksi niitä ei voida suositella erityisen vaativiin olosuhteisiin ainakaan kattopintoina tai ainoana vettä pitävänä rakennuksen vaipan rakenteena.

Lasijulkisivut ovat kehittyneet erityisesti profiilijärjestelmien veden ulosohjausjärjestelmien osalta, eikä lasijulkisivujen pitkäaikaiskestävyydessä ole ilmennyt ongelmia. Lasipinnan liittymät ympäröiviin rakenteisiin jäävät usein kuitenkin suunnittelematta, sillä rajapinnat eivät kuulu kenenkään vastuualueelle tuoteosakauppojen vuoksi. (Pajunen 2014; 62)

Lasirakenteiden käyttöä merenrantakohteissa voisi ajatella esim. julkisivulasina tai kaksoisjulkisivuna. Näissäkin tapauksissa lasin takana tulee olla riittävä tuuletus, hyvin suunniteltu ja toteutettu vedenpoisto sekä säänkestävä julkisivu. Myös parveke- ja terassilasitukset ovat tyypillisiä lasirakenteiden käyttökohteita merenrantakohteissa. Parveke- ja terassilasitusten detaljeissa on huomioitava riittävät kallistukset, huolelliset pellitykset, tuuletuksen toimivuus sekä liittyvien rakenteiden saumojen tiivistys, ks. DET 31 ja DET 32. Merenrantakohteissa on lasien kestävyys ja kiinnitykset suunniteltava erityisen tarkasti, jotta rakenteet kestävät kovat tuulet ja sään rasitukset ympäri vuoden. Myös liukuosien laatu pitää olla korkealla tasolla, jotta ne kestävät näissä olosuhteissa riittävän pitkään. Parvekkeiden vedeneristyksessä eri-

tyisen tärkeää on vedeneristysten nostaminen riittävän korkealle joka puolella. Erityistä huolellisuutta tulee kiinnittää ovien ja matalien ikkunoiden kohtiin, joissa  $\geq 300$  mm nosto harvoin toteutuu. Tällöin on ehdottoman tärkeää, että tila on katettu ja terassi- / parvekelasein suojattu, eikä täten ole suoraan säälle alltiina, ks. DET 32 ja DET 33.

RT-kortti 18-10922 ei anna lasijulkisivuille teknisiä käyttöikiä eri rasisluokissa, mutta tarkastusväliksi suositellaan 12 kuukautta (RT 18-10922, 2008)

#### 4.5 Muut rakenteet

Levyrappauksen toimivuudesta Suomen olosuhteissa on yli 20 vuoden kokemus ja oikeilla materiaalivalinnoilla levyrappaus on todettu toimivaksi myös haastavammissa olosuhteissa. Levyrappaus suositellaan tehtäväksi tuotetoimittajan valmista järjestelmää hyödyntäen (esim. Weber SerpoVent levyrappausjärjestelmä ks. US 406), mikä mahdollistaa monipuolisen muotojen, värien ja pintamateriaalien valinnan. Levyrappausjärjestelmällä saavutetaan tyylikäs ja saumaton julkisivu, jonka käyttöikä saadaan kasvatettua olosuhteista riippuen jopa 100 vuoteen. Melkinlaiturin ja Hernesaaren olosuhteissa julkisivun todennäköinen käyttöikä on kuitenkin lähempänä 50 vuotta.

Levyrappaus toteutetaan teräsraangoilla tuetun rappauslevyn päälle, jolloin levyn taakse syntyy tehokkaasti kuivuva tuulettuva rakenne. Kun pintakerroksissa käytetään silikonihartsipohjaisia materiaaleja, on rappauspinta vettä ja likaa hylkivä, mutta vesihöyryä hyvin läpäisevä.

Yksi varteenotettava julkisivuratkaisu on myös Sandwich -elementti, joka verhotaan erillisellä tuulettulla julkisivuverhouksella. Merellisiin olosuhteisiin tässä tapauksessa sopii käytännössä kaikki edellä kerrotut julkisivuverhoukset, ks. US 404 ja US 405.

Sandwich -elementeissä on hyvä käyttää tässä tapauksessa paremman lämmöneristyksen omaavia tuotteita esim. polyuretaanipohjaisia ohuempia lämmöneristeitä, ettei seinän kokonaispaksuus kasva tarpeettoman suureksi. Myös tiilisiteet ja muut varusteet voidaan asentaa elementteihin jo tehtaalla valmiiksi. Elementtien saumoissa tulee käyttää kestäviä kumitiivisteitä, joka suojaavat elementtejä ja rakennuksen sisäpuolta sateelta ja kosteudelta niin rakentamisvaiheessa kuin lopputilanteessa. Lisäksi elementin lämmöneristeen yläpinta sivellään vedeneristysmassalla jo tehtaalla, jolloin vesi ei pääse myöskään asennusaikana elementtien sisään. Massa tulee olla sellainen, että se hengittää, eikä sitä ei tarvitse poistaa lopputilanteessa. Tähän sopiva tuote on esimerkiksi Kiilto Insulation Safe Eristesuoja. Rakennerratkaisu ja tiivistyksen periaate, ks. DET 41.

Julkisivu voidaan toteuttaa myös termoranka rakenteella, jolloin rakenteet ovat mittatarkkoja eikä lämpötilan ja kosteuden vaihtelut vaikuta niihin. Termorankojen lujus ja lämpöarvo ovat kehittyneet uusien tuotteiden myötä huomattavasti ja rankojen rei'itys katkaisee rakenteen kylmäsilan tehokkaasti. Termorankaseinän heikkoutena voidaan pitää sen ääneneristävyttä, mikä erityisesti Melkinlaiturin ja Hernesaaren alueilla on merkittävä ongelma muun muassa laivamelun vuoksi (ks.kohta 9). Termoranka voidaan myös asentaa betonirungon yhteyteen, jolloin seinärakenteen ääneneristävyys paranee merkittävästi. Melkinlaiturin ja Hernesaaren kaltaisissa merellisissä olosuhteissa termoranka tarvitsee aina taakseen sadetakin ja riittävän tuuletusvälin, mikäli sitä käytetään säälle alltiissa rakenteessa. Termoranka rakennetyypit, ks. US 601 ja US 602.

## 5 Arkkitehtoniset erityishuomiot

Merenrantakohteen suunnittelussa on huomioitava, että rakennuksen arkkitehtuuri on nähtävissä huomattavasti sisämaan kohdella monipuolisemmin. Rannassa sijaitsevan rakennuksen arkkitehtuuri ja julkisivu on suunniteltava merimaisemaan sopivaksi ja luokseen kutsuvaksi kokonaisuudeksi, sillä rakennus antaa ensimmäisen käsityksen paikallisesta arkkitehtuurista mereltä päin katsottaessa.

Merenrannassa sijaitseva rakennus on nähtävissä kaukaa mereltä, mistä havaitaan pääasiassa rakennuksen muoto ja merkittävimmät julkisivun määrittelevät asiat, kuten parvekkeet ja ikkunat. Kun rakennusta lähestytään mereltä päin, julkisivun detajiiikka ja materiaalivalinnat korostuvat ja rakennuksen yleisilme voi muuttua huomattavasti saadusta ensikäsityksestä. Tämän poikkeuksellisen asetelman vuoksi julkisivulta edellytetään hyvää rytmitystä, jolla vältetään esimerkiksi runsaiden yksityiskohtien ja detaljien aiheuttama levottomuus, kun rakennusta katsotaan kauempaa. (Korhonen & Penttinen 2018)

IV-konehuoneen sijoittaminen vaikuttaa katon muotoon jos se sijoitetaan katolle. Suunnittelussa tulee selvittää tarkasti onko iv-konehuoneiden sijoittelua rajoitettu esim. kaavassa. Merellisissä olosuhteissa ilmanvaihdon osalta on erityisen tärkeää varmistaa raittiin ilman saanti sekä löytää sopiva paikka poistoilmalle. Konehuoneen sijoitusta ja rakennuksen ilmanvaihdon ratkaisuja rajoittaa lisäksi ilmansuunnat ja merenpuoliset kovat tuulet, jotka on otettava huomioon järjestelmän sijoittelua suunniteltaessa.

Rakennuksessa tulisi olla kunnolliset räystäät rakennuksen korkeudesta riippumatta. Eräs yleisimmistä rakennusfysikaalisista korjauksista on räystäiden pidentäminen. Vesikaton ja julkisivun muodot suunniteltava niin, että vesi pääsee poistumaan kaivoista kaikissa tilanteissa myös kovaan vastatuuleen. Tämä johtaa näissä olosuhteissa yleensä normaalia vaatimuksia jyrkempiin kallistuksiin vesikatolla. Myös lumen ja jään kertyminen on monin kerroin todennäköisempää näissä olosuhteissa, jos ei pitäydytä yksinkertaisissa ja selkeissä ratkaisuissa.



## 6 Rakennuttamisen ja rakentamisen näkökulmat

Rakennuttajan näkökulmasta haastavissa olosuhteissa toteutettu rakentaminen korostaa riskienhallinnan tärkeyttä läpi suunnittelun ja toteutuksen, sekä edellyttää jatkuvaa uusien osapuolien integrointia mukaan hankkeeseen. Rakennuttajan on syytä tarkistaa kaikkien urakoitsijoiden referenssit, sillä merelliset olosuhteet ovat toteutuksen kannalta hyvin poikkeukselliset ja edellyttävät kunkin osan toteuttajalta kokemusta haastavissa olosuhteissa rakentamisesta. Tämän lisäksi kaikki kohteessa työskentelevät urakoitsijat tulee perusteellisesti perehdyttää työmaan erityisolosuhteisiin. Suunnittelijan tekemän detajliikan jalkauttaminen työmaalle on tärkeää, sillä virheellisellä detajliikalla saadaan vakavia vaurioita aikaan jo muutamassa vuodessa. Detajliikan jalkauttamiseksi on syytä pitää suunnittelukatselmuksia jokaisessa työvaiheessa. Suunnittelukatselmuksissa detajliikka käydään seikkaperäisesti läpi ja varmistutaan, että molemmat osapuolet ymmärtävät detajlien sisällön, sekä siihen liittyvät tarkennukset kuten esimerkiksi toteutuksen asennusjärjestyksen.

Rakennuttaminen edellyttää myös riittävää kauaskatseisuutta, kun puhutaan niemialueesta jonne johtaa käytännössä yksi tie. Tämä asettaa haasteita liikennejärjestelyjen suunnittelulle, jotta sekä rakentamisen aikainen, että sen jälkeinen liikenne toimivat sujuvasti, eikä liikennesumppuja pääse syntymään. Liikenteen ja rakentamisen aiheuttama melu kuormittavat jo toteutettuja asuinalueita ja se tulee huomioida niin liikennejärjestelyissä kuin rakentamisen järjestyksessä. Alueen asukkaiden liikkumista, erityisesti autoilua, alueen ulkopuolelle voidaan minimoida sijoittamalla palvelut lähiympäristöön niin, ettei niitä tarvitse lähteä muualta hakemaan. Myös autoilun ja ajoneuvojen kehittyminen on hyvä huomioida sijoittamalla esimerkiksi riittävät määrät sähköautojen latauspistokkeita asukaspysäköintien ja paikallisten palvelujen yhteyteen.

Mahdollisuutta sijoittaa aurinkopaneeleita rakennusten katolle on syytä pohtia ekologisuuden ja hiilijalanjäljen pienentämisen näkökulmasta. Aurinkopaneeleilla voidaan lisäksi saavuttaa rakennusten ympäristösertifikaattien saamiseen edellytettäviä pisteitä. Ympäristösertifikaatteja esitellään tarkemmin kohdassa 13.

Mikäli rakennettavan alueen kaavassa edellytetään hulevesien pidättämiseen ja imeyttämiseen tarvittavia alueita tai vedenpoiston hoitamista viivytyksaltaiden kautta, kannattaa nämä alueet suunnitella asukkaiden käytössä oleviksi virkistysalueiksi normaalitilanteessa.

## 7 Asuinrakentamisen erityispiirteet

Asuinrakentamisen erityispiirteet painottuvat pääasiassa asukkaiden viihtyvyyteen ja asumisen käytännöllisyyteen, eli rakennuksen ja asukkaiden yhteistoimintaan, jotka molemmat ohjaavat rakennuksen ja ympäristön suunnittelua, toteutusta, sekä käyttöä. Asukkaiden viihtyvyys kattaa asumiseen liittyvän ympäristön alueet ja toiminnot kuten piha-alueet, varastot ja yhteistilat. Asumisen käytännöllisyyden näkökulma keskittyy asukkaiden ymmärrykseen rakennuksen toiminnasta esimerkiksi ylläpidon, hoitamisen ja huoltamisen kannalta.

Alueen rakentuessa liikennemäärät lisääntyvät edelleen. Kun tämä yhdistetään vielä vilkkaaseen sataman liikenteeseen, puhutaan silloin jo todella isoista liikennemääristä. Tämä vaatii liikenneväyliltä todella paljon, jotta asumisen ja laivaliikenteen aiheuttamat liikennevirrat toimivat kivuttomasti yhteen.

### Asukkaiden huomioiminen

- Asumiseen liittyvä ympäristö ja sen viihtyisyys
  - Piha-alueiden suunnittelu
    - ”tavoite on tarjota puitteet eri ikäryhmille oleskeluun erikseen tai yhdessä sekä mielenkiintoisena ja monipuolisena tarjota mahdollisuus asukkaita yhdistävään toimintaan” (RT 93-10552 1994)
  - Varastotilojen käytännöllisyys ja suojaisuus, varastot tehtävä maantasoon
  - Pyörävarastot (helppo kulku)
  - Yhteistilojen tarpeen selvitys ja suunnittelu
  - Tuulen käyttäytyminen (tuulitunnelit, pyörteet), ISO 10137:2007

### Rakennuksen huomioiminen

- Asukkaiden ja rakennuksen yhteistoiminta
  - Asukkaat ymmärtävät kuinka rakennus toimii ja kuinka sitä käytetään/ hoidetaan/ huolletaan
  - Oltava helppohoitoinen
  - Asukkaat olisi hyvä saada ymmärtämään talkoohengessä tehtyjen huoltotoimien kustannussäästöt ja mahdollinen parempi laatu, jolloin myös huoltovälit pitenevät
- Piharakennukset tai kattosaunat
  - Puusta tehtynä rakennusfysikaalisesti erittäin haastavia -> ovat erittäin kovalla käytöllä
  - Materiaalina kestävä materiaali kuten kivi/tiili
- Meluvallien muodostaminen rakennusten sijoittelulla
- Korkearakentamisen parvekelasitukset
- Asuinrakentamisessa kriteerit ihmisten viihtyvyydelle ovat yllättävän tiukkoja (ISO 10137:2007)

## 8 Rakennusfysiikan huomioiminen

Ilmanvaihdon toiminta tulee huomioida näissä haastavissa olosuhteissa varsinkin, kun ilmanpaine-erot ovat suuria ja painevaihtelut nopeita.

Asuntojen lämmittämisen ja jäähdyttämisen osalta tulee huomioida mm. ikkunakoot ja -tyypit, passiivinen auringon suojaus sekä auringonpaisteen muuttuva kulma talven ja kesän välillä. Ikkunoita ei saa nostaa liian lähelle räystäitä ohi yläpohjan, koska silloin tuuletusta ja detaljikkaa ei saada toimimaan rakennusfysikaalisesti oikein.

Vesikaton räystäään tuuletus etenkin merenpuolella tulee tarkastella huolellisesti, sillä katon tuuletus muodostuu helposti liian kovaksi. Tällöin tuuletusta pitää joko pienentää tai se tulee tehdä kokonaan tai osittain alipainetuulettimien avulla. Myös räystäiden korkeuteen on syytä kiinnittää huomiota, ettei tuuli putoa lunta tai jäätä rakennuksen katolta, ks. DET 53. Räystäissä tulee aina huolehtia, että niiden kallistukset ovat sisäänpäin, jolloin mahdollinen lumi tai kertynyt jää ei putoa ja aiheuta vaaratilanteita. Räystäillä tulee välttää ns. hyllyjen ja sisäänvetojen muodostumista, sillä näissä lumen ja jään kertymisen riski on suuri, ks. DET 51 ja 52. Detaljeissa DET 54 ja DET 55 lumen ja jään kertymärisä räystäään ulkoreunalla on minimoitu. Räystäään tuuletus on kuitenkin toimiva ja räystäään ulkonäkö on lähellä edellä mainittuja ratkaisuja. Myös detaljissa DET 54 räystäskorkeus tulisi olla selkeästi korkeampi, ettei katon reunalle kertyvä lumi pääse putoamaan. Kaikissa räystäsdetaljeissa räystäspellitysten limitys tulee olla aina vähintään 100 mm ja myrskypellit tulee olla huolellisesti tiivistetyt ja kiinnitettyt. Levyrappausjulkisivun räystäsdetaljin esimerkki on esitetty detaljissa DET 56.

Riittävän suuri kerroskorkeus auttaa paljon, jotta vedeneristyskermien nostot saadaan riittävän ylös ja turvallisiksi. Suojaamattomia kattoterasseja sekä erilaisia ulos- ja sisäänvetoja pitää erityisesti välttää, koska näissä on hankalimmat detaljit ja matalimmat vedeneristysten nostot. Kaikesta huolimatta detaljikan on oltava kunnossa materiaalista riippumatta. Kaikki detaljit tulee suunnitella hyvin ja toteuttaa valvotusti suunnitelmien mukaan. Laadun parantamiseksi ja varmistamiseksi ulkovaipparakenteiden kosteusteknistä mallintamista ja ulkopuolista tarkastusta voidaan myös edellyttää näissä rakennusfysikaalisesti poikkeuksellisen vaativissa kohteissa.

### 8.1 Kosteuden hallinta

Kerroskohtainen kosteudenhallinta ja vedenpoisto suunniteltava ja toteutettava huolellisesti. Kosteudenhallinnan tulee sisältää myös työnaikainen mittaus ja mittaustulosten aukoton dokumentointi. Kosteudenhallintakoordinaattorin nimeäminen hankkeeseen on ehdoton toimi tämän tyyppisessä hankkeessa. Jos kohteessa käytetään kuivaketju 10 vaatimuksia, tulee se räätälöidä tarkasti kohdekohtaisesti.

Kaikki rakennusvaipan aukot tulee tiivistää huolellisesti viistosadetta ja tuulta vastaan myös työnaikaisesti. Työnaikaisten säänsuojausten toteutus tulee varmistaa ja tarkistaa sekä valvoa jokaisessa työvaiheessa. Rakentamisvaiheessa kerroksittainen vedeneristys estää lisäveden pääsyn välipohjarakenteisiin mutta samalla hidastaa laattojen kuivumista. Tästä johtuen mahdollisen veden johtaminen välittömästi tasolta pois voi olla kokonaisuuden kannalta parempi ratkaisu. Jos rakennuksen runko huputetaan esimerkiksi julkisivumuurausta varten, on huolehdittava riittävästä tuuletuksesta ja märän rungon kuivumismahdollisuudesta. Rakenteiden kuivuus ennen pinnoitusta on aina varmistettava. Tämä korostuu esimerkiksi betonisäkuorien kohdalla. Säälle alttiit rakenteet suojataan aina, jos ne eivät luonnostaan kestä kosteusrasitusta. Puuta ei saa laittaa rakenteen sisään, jos on olemassa mahdollisuus ympäröivien rakenteiden kostumisesta, vaikka vain väliaikaisesti. Käytettäessä esikorotettuja parvekelaattoja, on vedenpoiston kannalta huomioitava pitkien ulokkeiden ongelmallisuus kaatojen suhteen. Esikorotetun laatan kallistus saattaa jäädä liian pieneksi tai pahimmillaan jopa väärän suuntaiseksi. Tällöin ratkaisuna on esimerkiksi käyttää ns. kuppilaattoja isoilla kaadoilla.

Salaojituksen taso ja perustukset sekä muut rakenteet on syytä nostaa alimman suositeltavan rakentamiskorkeuden yläpuolelle, ettei kosteusongelmia synny sitä kautta. Myös tuuletetut alapohjat ja niiden salaojitukset sekä kapillaarikatkot on nostettava tämän rajan yläpuolelle. Jos on olemassa riski veden noususta salaojitus tasoon tai sen yli, on rakennuksen ympärille tehtävä vesitiivis kaukalo, joka yltää vähintään alimpaan suositeltavaan rakentamiskorkeuteen saakka. Tuuletetun alapohjan tuuletus tulee merellisissä olosuhteissa ilmanpaineen vaihtelun johdosta suunnitella erityisen tarkasti olosuhteiden mukaan ja tilan kosteuden minimointi tehdään kapillaarikatkolla. Kapillaarikatkon on oltava  $\geq 300$  mm ja rakeisuuden tulee olla ehdottomasti oikea. Sokkelin korkeus tulee olla joka paikassa vähintään 500 mm ja sokkelin vierusta tulee kallistaa vähintään 1:20 ulospäin, ks. DET 11.

Ulkovaipan ilmatiiveysvaatimus on korkeampi voimakastuulisilla alueilla. Tuuli aiheuttaa suuren ulkopuolisen ylipaineen, jolloin rakennus saattaa alipaineistua sisältä. Tämä vältetään sisäkuoren saumojen, liitymien sekä läpivientien huolellisella tiivistämisellä. Tuulensuojan ja eristeiden saumojen tiiveys sekä niiden limitykset edellyttävät tavanomaista parempaa huolellisuutta.

## 8.2 Terve Talo

Terve talo -asioilla tarkoitetaan tässä yhteydessä kaikkia kosteus- ja sisäilmastoasioita, joilla on vaikutusta rakennuksen käyttäjien terveyteen, oireiluun, viihtyvyyteen ja työn tuottavuuteen.

Terve Talo -kriteerit pitää merellisissä olosuhteissa sisällään vähintään seuraavat kokonaisuudet:

- Kosteudenhallinta
- Puhtaudenhallinta
- Sisäilman laadunvarmistaminen ja tavoitteiden asettaminen

Nämä kaikki edellä mainitut asiakokonaisuudet tulee käsitellä tarkasti projektikohtaisesti ja kaikille tehtäville tulee määritellä tarkka sisältö laajuus sekä niiden vastuuhenkilöt. Merelliset olosuhteet eivät sinällään aiheuta normaalista poikkeavaa menettelyä lukuun ottamatta kuitenkin kohteessa noudatettavaa erityis-huolellisuutta.

## 9 Ääneneristävyys ja laivamelu

Laivamelualueilla tulee arvioida rakennetyyppien ääneneristävyys laivamelua vastaan  $R_w + C_s$  huomioiden laivamelun normispektri (Lahti 2011). Laivamelun pienitaajuisuudesta johtuen rakenteiden ääneneristävyys on merkittävästi alhaisempi (yleensä noin 5...6 dB) laivamelua vastaan kuin tieliikennemelua vastaan  $R_w + C_{tr}$ . Tästä johtuen vaativimmilla laivamelu alueilla kevyt rakenteisten ulkoseinärakenteiden käyttö ei välttämättä ole mahdollista. Myös ikkunoiden osalta voi olla tarpeen käyttää isompaa karmisyvyttä ääneneristävyuden parantamiseksi. Parvekeovien osalta kaksilehtisillä parvekeovilla saavutetaan parempi ääneneristävyys kuin yksilehtisillä. Mikäli rakenteista ei ole saatavilla ilmaääneneristyslukuja laivamelua vastaan määritettynä, voidaan ne arvioida tarkoituksenmukaisella parametrisella laskentamallilla. Ulkovaippakokonaisuuden (ulkoseinät, ikkunat, parvekeovet) muodostama kokonaisääneneristävyys voidaan laskea joko Ympäristöoppaassa 108 esitetyllä taulukkomenetelmällä tai oppaassa RIL 243-1-2007 esitetyllä äänitasoeromenetelmällä (Kylliäinen & Hongisto 2007, Ympäristöopas 108. 2003). Nämä johtavat pääsääntöisesti samaan lopputulokseen mutta jälkimmäistä käyttämällä on mahdollista optimoida rakennusosien ääneneristävyys useammalla erilaisella variaatiolla kustannustehokkaan lopputuloksen saavuttamiseksi (Kylliäinen 2005). Tästä syystä ulkovaipan ääneneristys on suositeltavampaa suunnitella äänitasoeromenetelmällä. Laivamelun pienitaajuisuudesta johtuen mitoituksessa tulee käyttää pienempää absorptioalaa (Lahti 2011).



## 10 Kustannusten huomioiminen

Kaavoituksen kustannustehokkuus on merkittävä tekijä sekä kaupungin että rakennuttajien kannalta. Tämän vuoksi huomio kaavasuunnittelussa on syytä kohdistaa asiakokonaisuuksiin jotka vaikuttavat merkittävimmin kustannuksiin kaavan ja alueen suunnittelussa. Asemakaavalle voidaan asettaa laadullisia ja toiminnallisia tavoitteita, jotka voivat vaikuttaa asemakaavamääräyksillä annettavaan laatutasoon. Täten esimerkiksi pysäköintiratkaisun periaatteilla vaikutetaan merkittävästi kustannuksiin.

RAKLIn teettämässä ”Selvitys kaavamääräysten kustannusvaikutuksista (2015)” tutkimuksessa selvitetiin kaavamääräysten ja vastaavien vaatimusten kustannusvaikutuksia maankäytön suunnittelussa ja rakentamisessa. Tutkimuksen tuloksena koottiin kustannuksiin eniten vaikuttavat määräykset, jotka on taukoitu merkityksen mukaiseen järjestykseen (merkittävien ylimpänä) alla. (RAKLI 2015)

**Taulukko 1 Arvio kaavamääräysten ja vastaavien vaikuttavuudesta kustannuksiin (RAKLI 2015)**

Määräys tai vastaava
Pysäköinti
Esteettömyys (ei kaavamääräys)
Yhteistilat
Kerrosten lukumäärä, pakotettu kerrosten lukumäärä => pirstaleisuus, pienimuotoisuus
Rakennuksen massoittelu ja muoto, rungon sisäänvedot
Liiketilat
Maaperä, perustamisolosuhteet
Kattomuoto, kattomaailma
Julkisivupinnat, erikoismateriaalit
Korttelitehokkuus, katuun kiinni rakentaminen
Energiamääräykset
Asuntojen keskikokomääräykset
Parvekemääräykset (sisäänveto, parvekelasitus)

Kuten taulukosta nähdään, kustannusvaikutuksiltaan merkittävimmät kaavamääräykset ovat pysäköinti ja yhteistilat. Rakenteellisen pysäköinnin hinta vaihtelee merkittävästi ollen edullisinta maantasoon rakennettuna ja kalleinta rakennuksen alle tai kallioluolaan toteutettuna. Erityisesti meren läheisyydessä Melkinlaiturin ja Hernesaaren alueilla maanalaisen pysäköinnin kustannukset tulee tarkastella huolellisesti, sillä kustannukset saattavat kasvaa melko paljon verrattuna siihen, että pysäköintialueet toteutetaan maantasopaikoitukseksi tai erillisellä pysäköintitalolla. Toisaalta maanpäälliset betonirakenteet joutuvat näissä merellisissä olosuhteissa selvästi voimakkaamman sääräsituksen alaisiksi ja tämä osaltaan puoltaa maanalaisen pysäköinnin rakentamista.

Yhteistilamääräyksillä pyritään lähtökohtaisesti parantamaan asukkaiden viihtyvyyttä ja lisäämään yhteisöllisyyttä. Lainsäädännössä ei edellytetä yhteistilojen rakentamista pois lukien väestönsuoja, kun asuin-kerrostalo on suurempi kuin 1200 k-m<sup>2</sup>. RAKLIn selvityksen mukaan harrastus-, pesu- ja kuivaustilojen

poisjättäminen pienentää rakennuksen hankintahintaa noin 1,8%. (RAKLI 2015) Melkinlaiturin ja Hernesaaren kaltaisten tulevaisuuden asuinalueiden tapauksessa yhteistilojen poisjättämistä ei suositella, vaikka ne hieman vähentäisivätkin myytävän tai vuokrattavan tilan määrää.

RAKLIn tutkimuksen mukaan vähiten kustannuksiin vaikuttavat kaavamääräykset, joita voidaan pitää Melkinlaiturin ja Hernesaaren alueiden kannalta tärkeimpänä ovat energiamääräykset. Energiaan liittyvillä määräyksillä pyritään muun muassa energian säästöön, ilmastonmuutoksen hillintään ja päästöjen vähentämiseen. Mikäli energiamääräysten täyttäminen ei ole kustannuksien kannalta merkittävä tekijä ja ympäristösertifikaattien voidaan olettaa nostavan rakennusten arvoa, on syytä miettiä tulisiko sertifikaattien vaatimustasoon pyrkiä Melkinlaiturin ja Hernesaaren alueiden rakennuksissa. Esimerkkinä, aurinkopaneelien asentamisen lisäkustannuksen on arvioitu olevan paneelien hinta + 5 €/ k-m<sup>2</sup>.

Kustannusten näkökulmasta materiaali- ja rakenneratkaisuvalinnoilla voidaan hieman vaikuttaa lopullisiin rakennuskustannuksiin. On kuitenkin huomioitava, etteivät seuraavassa esitellyt hintavertailut huomioi materiaalin tai rakenteen elinkaarikustannuksia vaan ne perustuvat ainoastaan toteutuksesta syntyviin kustannuksiin.

Julkisivumuurauksen lisäkustannus, kun julkisivu puhtaaksimuurataan	= 15 €/ m <sup>2</sup>
Ulkoseinän lisäkustannus, kun käytetään 3-kerrosrappausta	= 115 €/ m <sup>2</sup>
<hr/>	
Hintaero	= 100 €/ m <sup>2</sup>
Seinärakenne: betoninen sisäkuori + lämmöneriste + tiilimuuraus	= 320 €/ m <sup>2</sup>
Seinärakenne: massiivitiiliseinä	= 350 €/ m <sup>2</sup>
<hr/>	
Hintaero	= 30 €/ m <sup>2</sup>
Tavanomainen lämmöneriste: 150mm mineraalivilla	= 16 €/ m <sup>2</sup>
Polyuretaani lämmöneriste: Kingspan	= 30 €/ m <sup>2</sup>
<hr/>	
Hintaero, kun mahdollinen julkisivumuurauksen vähentäminen huomioidaan	= 20 €/ m <sup>2</sup>
Julkisivun lautaverhous (materiaali) + tarvittava käsittely	= 90 €/ m <sup>2</sup>
Lehtikuusi julkisivumateriaalina	= 140 €/ m <sup>2</sup>
<hr/>	
Hintaero	= 50 €/ m <sup>2</sup>

Muina merenrantarakentamiseen huomioitavina kustannusasioina voidaan todeta, että meren päälle rakentamisen lisäkustannus on noin 1000 €/ m<sup>2</sup> alapohjan pinta-alalle ja pihaneliölle. Melkinlaiturin ja Hernesaaren alueella maaperäolosuhteet tulee selvittää huolellisesti, koska niillä on suuri vaikutus oikean paalutus- ja perustamisratkaisun valintaan sekä paalujen kestävyteen. Jo pelkästään meren läheisyys nostaa suolarasitusta paalu- ja perustusrakenteille. Tämän lisäksi alueella ja etenkin täyttömailla on tutkittava myös mahdolliset pilaantuneet- ja muut maa-ainekset, jotka saattavat lisätä korroosioriskiä mm. paalutukselle. Tällaisissa kohteissa usein ainut toimiva paalutyyppe on porapaalu, joka on kustannuksiltaan jo itsessään kalleimmasta päästä. Edellä mainituista seikoista johtuen korroosiovaraa joudutaan

usein kasvattamaan hyvinkin paljon, jolloin paalutuksen kustannus edelleen kasvaa esimerkiksi paksumpiseinäisten paalujen ja mahdollisesti suuremman paalumäärän seurauksena.

Julkisivun kannalta merenrannalle rakentamisen lisäkustannus tavanomaiseen rakentamiseen verrattuna on noin 100 € / m<sup>2</sup> julkisivun pinta-alalle, kun huomioidaan suojautuminen vedeltä, merisuolalta ja tuulelta. Rakennuksen työnaikaisen huputtamisen kustannus on karkeasti 50 € / brm<sup>2</sup>. Lisäksi logistiikan haasteet voivat nostaa Melkinlaiturin ja Hernesaaren alueiden työmaakustannuksia, sillä yhteydet alueelle ovat ruuhkaisia ja työmaa-alueet ahtaita erityisesti muiden alueiden valmistuttua. Nämä arviot eivät kuitenkaan sisällä rakennuttamista, suunnittelua, työmaakuluja ja urakoitsijan katetta. Jos edellä mainitut halutaan huomioida, tulee kustannukset kertoa kertoimella ~1,3.

Elinkaarikustannuksen tarkastelu on erittäin tärkeää. Pelkkä toteutuskustannusten vertailu on lyhytkatseista ja haitallista kestävän kehityksen kannalta, koska kustannuksia siirretään asukkaille ja käyttäjille. Huoltovälit tihenyvätkin ja niistä tulee usein raskaita, jolloin kokonaiskulut kasvavat helposti todella suuriksi.

Elinkaarikustannus rakennuksen rungolle ei kasva merkittävästi merellisten olosuhteiden vaikutuksesta, mutta haastavat olosuhteet voivat kasvattaa rakentamiskustannuksia. Olosuhteiden vaikutuksia rakentamiselle käsiteltiin kappaleessa 3.2. Julkisivumateriaaleista tiilen, lautaverhouksen, rappauksen sekä metallilevyverhouksen keskimääräiset tekniset käyttöiät lyhenevät 10-20 vuotta kun ne altistuvat haastaville olosuhteille. Tämä tarkoittaa, että julkisivut joudutaan normaaleista huoltotoimista huolimatta todennäköisesti uusimaan vähintään kertaalleen rakennuksen käyttöiän aikana.

## 11 Johtaminen ja valvonta

Paraskaan detalji ei kata kaikkia vastaavan tapaisia kohtia, eikä poista **ohjeistuksen** ja **valvonnan** tarvetta. Siksi valvojen resurssit varsinkin merellisissä olosuhteissa rakennettaessa on erityisen tärkeitä lopputuloksen kannalta. Tällaisissa kohteissa valvojan/valvojen tulee olla koko ajan työmaalla ja projektin tavoitettavissa. Mikäli valvojalla on muita kohteita, ehtii hänen poissa ollessaan tapahtua helposti paljonkin asioita, joka vaikuttaa väistämättä niin valvonnan laatuun ja tarkkuuteen kuin lopputulokseen.

Tällaisten poikkeuksellisen vaativien kohteiden valvojen referenssit ja ammattitaito on syytä tarkistaa jo ennakkoon ja se onko valvoja tietoinen kohteen erityispiirteistä ja kohdista, johon hänen tulee kiinnittää erityisesti huomiota.

Esimerkiksi yksi tärkeä valvontakohde on julkisivun muuratun tiilijulkisivun ilmaraon toteutumisen valvonta, että rako säilyy suunnitellun suuruisena eikä sinne jää mitään ylimääräistä rakennusmateriaalia. Tässä yhteydessä myös lämmöneristeen ja tuulensuojan valinta tulee valvoa, että tuotteet ovat hyväksytyjä ja suunnitelmien mukaisia ja ettei esimerkiksi paloturvallisuutta vaaranneta väärillä materiaaliveinnoilla.

Detaljit ovat yksi keskeisin valvojan valvontakohde, koska niillä on erittäin suuri merkitys lopputulokseen varsinkin tämän tyyppisissä kohteissa.

Myös työturvallisuuden valvonta on yksi vastuullisimmista valvojan tehtävistä.

Johtamisessa ja valvonnassa on tärkeää, että kaikki kohteen tarvittavat ja vastuulliset henkilöt on valittu ja heidän tehtävät ovat tiedossa. Merellisissä olosuhteissa toimittaessa mm. kosteudenhallintakoordinaattorin nimeäminen ensiarvoisen tärkeää.

Materiaalien laatua tulee valvoa tarkasti materiaalitoimittajien dokumenttien muodossa mutta laadunvalvontakokeita on syytä vaativissa kohteissa tehdä myös työmaalla. Tällaisia kokeita voidaan tehdä esimerkiksi seuraavista materiaaleista:

- betonit
- muurauslaastit
- rappauslaastit

## 12 Huolto ja huoltovälit

Muuratun julkisivun perusteellinen tarkastus on syytä tehdä 10 vuoden välein ja saumarakenteet tulee tarkastaa vähintään 5 vuoden välien. Tiiliverhouksen käyttöikä haastavissa olosuhteissa on tyypillisesti 50 vuotta ja saumakorjauksen väli 25 vuotta. (RT 18-10922 2008)

Puhtaaksimuurattu tiilijulkisivu on tyypillisesti helppohoitoinen ja sen tyypillisimmät huoltotoimenpiteet ovat seuraavat:

- Julkisivun puhdistus suolahärmeestä tai ympäristöolosuhteiden aiheuttamasta liasta
- Liikunta- ja muiden saumojen kunnossapito
- Julkisivun yksityiskohtien kunnossapito
  - Pellitykset, sadevesijärjestelmät, valaisimien ja lipputankojen yms. liitoskohdat

Weberin SerpoVent Premium järjestelmän (levyrappaus), sekä UniTop kolmikerrerrappauksen rappauslaastien huoltoväli on 20-60 vuotta. Yleisesti rappausten tekninen käyttöikä vaikeassa rasitusluokassa on noin 30 vuotta, tarkastusväli 5 vuotta, ja huoltomaalaus suoritetaan 10-20 vuoden välein. (RT 18-10922 2008)

Lauta ja puuverhouksissa on huomioitava tyypillisesti niiden lyhyt huoltoväli ja siksi ne on hyvä sijoittaa sellaisiin paikkoihin, että niiden huoltotyöt on helppo suorittaa. Tällaisia paikkoja ovat mm. parvekkeiden taustaseinät ja alakatot verhoukset yleensä, jotka voidaan huoltaa suoraan maasta tai turvalliselta tasolta käsin.

Lautaverhouksen keskimääräinen tekninen käyttöikä haastavissa olosuhteissa on 30 vuotta. Siihen vaikuttavat verhouksen paksuus, pintakäsittelyn materiaali, väri ja värin tummuus sekä liittyvät rakenteet. Julkisivun puurakenteiden tyypillinen huoltoväli on 5-20 vuotta. (RT 18-10922 2008). Vaikka julkisivukäyttöön soveltuvia puutuotteita löytyy monipuolisesti, suositellaan niitä käytettäväksi ainoastaan normaalin säärasituksen olosuhteissa.

Accoya®-puu kestää hyvin säänrasituksia, on mittapitävä ja sillä on luonnollinen UV- suojaus. Sen käyttökulut ovat lisäksi erittäin vähäiset ja käyttöikäksi luvataan jopa 50 vuotta.

Rappauspinnan kunnan tarkastelua on hyvä suorittaa, kun ympäristössä tapahtuu muutoksia, rakenteita uusitaan, tai kun vuodenaika vaihtuu talvesta kevääseen. Sadeveden lisäksi sulaneen lumen aiheuttamat vedenalumat aiheuttavat rappauspinnalle valumajälkiä ja voivat luoda pohjan erilaisille kasvustoille kuten levälle. Vedenohjauksen kannalta kriittisimpiä kohtia ovat räystäät, ikkunapellitykset, syöksytorvet, vesikatto, sekä liitosdetaljit.

Mekaanisesti vaurioitunut rappauspinta tulee korjata mahdollisimman nopeasti vaurion laajenemisen estämiseksi. Likaantunut rappauspinta voidaan pestä tai pinnoittaa uudelleen käyttämällä silikonihartsipohjaista maalia tai pinnoitetta. Pesu voidaan suorittaa painepesulla tai varovasti harjaamalla. Tuotetoimittajan ohjeita on kuitenkin aina noudatettava. Levän ja kasvustojen poistoa voidaan tehostaa esim. hypoklooriittia sisältävällä homeenpoistoaineella.



## 13 BREEAM- ja LEED-ympäristösertifikaatit

BREEAM- ja LEED-järjestelmät ovat nykyään maailman suosituimpia ympäristösertifikaatteja. Käytössä on muitakin järjestelmiä, kuten Energy Star Australiassa ja Miljöbyggnad Ruotsissa.

BREEAM- ja LEED-järjestelmillä voidaan arvioida erityyppisiä projekteja. Lisäksi eri järjestelmiä käytetään eri rakennustyyppjejä varten. Molemmissa järjestelmissä arvioidaan projektin ympäristövaikutuksia eri kategorioiden avulla. BREEAM- ja LEED-kategoriat on nimetty eri tavoin, mutta ne kattavat samankaltaiset alueet: maankäyttö, energiankäyttö, vedenkäyttö, materiaalivalinnat, sisätilat, kuljetukset, inno-vaatioaste ja jätteet.

Järjestelmien arviointiasteikot ja laskentatavat vaihtelevat. BREEAM sisältää viisi arviointitasoa, ja LEED sisältää neljä tasoa. Molemmat järjestelmät edellyttävät, että rakennus täyttää vähimmäisvaatimukset, jotta se voidaan sertifioida.

Seuraavassa on esitely joitakin BREEAM vaatimuksia, jotka vaikuttavat sertifiointiin merkittävästi juuri Melkinlaiturin ja Hernesaaren kaltaisilla alueilla. Sulkuihin on merkitty kysymyksen tunnus, johon vaatimus liittyy.

### Hankekehitys

- Maanhankinnan vaatimukset sijainnille ja tonteille
  - Julkinen liikenne (Tra 01)
  - Tontin ekologia (LE 01 ja LE 02)
  - Tulvariski (Pol 03)
  - Energiantuontantopotentiaali uusiutuvilla energialähteillä (Ene 04)

### Hankesuunnittelu

- Vaatimus rakennuksen jalanjäljestä (LE 06)
  - Täydet pisteet edellyttävät, että rakennuksen kokonaisalan suhde alapohjan alaan on  $\geq 4:1$
- Päivänvalolaskelmat (Hea 01)
- Akustiikkasuunnittelijan käyttäminen (Hea 05b)
- Selvitys mahdollisuudesta käyttää matala- tai nollahiiliteknologioita energian lähteenä (Ene 04)

### Suunnittelun ohjaus

- Elinkaarikustannuslaskelman tekeminen 40-60 vuoden ajalle käyttöönotosta (Man 05)
- Suunnittelussa huomioidaan vaatimukset kattavasta ja esteettömästä suunnittelusta (Man 04b)
  - Parkkipaikat, sisäänkäynnit, portaat ja hissit
- Turvallisten kulkureittien suunnittelu (Hea 06)
  - Jalankulku- ja pyöräteiden riittävä leveys ja suora kulku pääsisäänkäynnille, ulkopuolisille jalankulku- ja pyöräteille sekä julkisen liikenteen pysäkeille
- Vaihtoehtoisten liikennöintitapojen tukeminen (Tra 03b)
  - Kohteessa oltava riittävästi pyöräpaikkoja, sähköautojen latauspaikkoja tai yhteiskäyttöautopaikkoja
- Pintavesien valumien vaatimukset (Pol 03)
  - Valumavesien huippunopeus kohteesta vesistöihin ja valumavesien tilavuus ei saa olla suurempi kuin ennen rakentamista
- Tulvariskinarviointiraportti
  - Osoitetaan että tulvariskit on huomioitu ja toimenpiteet tehty riskin pienentämiseksi

### Rakennuttaminen

- Varmistetaan, että työmaa täyttää vaatimukset turvallisuuteen, ympäristöön ja naapuristoon liittyen (Man 02)
- Työmaalta edellytetään energiankulutuksen, kuljetusten ja vedenkulutusten seurantaan (Man 03)
  - Vastuuhenkilöt nimettävä
- Työmaalta edellytetään jätehuoltosuunnitelmaa sekä jätteiden lajittelua ja kierrätystä (Wst 01)
- Akustiikan vaatimusten täytyminen osoitetaan ennen luovutusta tehtävin mittauksin (Hea 05b)

### Takuuaika

- Teknisten järjestelmien ja laitteiden käytöstä järjestetään käyttäjäkoulutus (Man 01)
- Käyttäjille järjestetään lähitukea 4 viikkoa ja etätukea 12 kk luovutuksen jälkeen (Man 01)
- Järjestetään talotekniikan kausittaiset testaukset 12 kk ajanjaksolla (Man 01)
  - Esim. kesähelteillä, talvipakkasilla ja välikausilla
- Teetetään käyttöönoton jälkeinen arviointi vuoden päästä kohteen käyttöönotosta. Tarkoituksena on oppia jo tehdystä ja huomioida jatkossa hyvät ja mahdolliset huonot suunnitteluratkaisut (Man 04b)

(Salomaa 2014)

Tähän saakka järjestelmien käyttö on Suomessa rajoittunut lähinnä toimisto- ja julkiseen rakentamiseen yksittäisiä asuntokohteita lukuun ottamatta. Jatkossa ympäristösertifikaatit saattavat yleistyä myös asuinrakentamisen piirissä ja varsinkin erikoiskohteissa kuten Melkinlaiturin ja Hernesaaren alueet niillä saataisi olla asukkaille arvoa nostava merkitys.

## 14 Tutkimustulokset

### 14.1 Toimivat ja pitkäikäiset rakennusmateriaalit

Tiili ja rapattu tiilimuuraus ovat hyvin toimivia ja pitkäikäisiä rakennusmateriaaleja myös vaativissa merellisissä olosuhteissa, kun materiaalit valitaan oikein ja kaikki yksityiskohdat suunnitellaan tarkasti sekä toteutetaan niiden mukaisesti.

### 14.2 Suositellut rakenneratkaisut

Merellisiin olosuhteisiin suositellut tyypillisimmät rakennetyypit ja -ratkaisut sekä tyypillisimmät detaljit on esitetty liitteissä 1 ja 2. Rakennetyypeissä ja detaileissa erityistä huomiota edellyttävät kohdat on korostettu punaisella värillä.

### 14.3 Kustannusvaikutukset verrattuna ns. normaalirakentamiseen

Rakentaminen on vain vähän kalliimpaa merellisissä olosuhteissa johtuen mm. suojauksen vaativuudesta, tuulisuudesta ja niiden aiheuttamasta työajan pitenemisestä. Materiaalivaatimukset ja ratkaisut ovat kuitenkin normaaliin kantakaupungin rakentamiseen verrattuna hyvin yhtenevät, mikäli samasta laatusostasta pidetään kiinni. Pääroolissa molemmissa ovat yksityiskohtainen suunnittelu, oikeiden ja laadukkaiden rakennusmateriaalien valinta sekä huolellinen työnlaatu, joka tulee valmistaa aukottomalla valvonnalla.

## 15 Johtopäätökset ja ohjeet tulevaa rakentamista varten

Tässä merellisten olosuhteiden vaikutukset tutkimuksessa ei tullut esille erityisen poikkeavia asioita mitä pitäisi huomioida alueen kaavoituksessa. Näihin vaativiin olosuhteisiin löytyy normeista, ohjeista ja erilaisista lähdemateriaaleista sekä eri valmistajilta riittävästi tietoa, että rakenteet ja ratkaisut saadaan toteutettua toimivina ja kestävinä.

Erityisen tärkeää on suunnitella kohteet kattavasti ennen rakennustyön aloitusta sekä varmistaa työmaan toteutuksen ja suunnittelijoiden välisen aukottoman tiedonvaihdon. Kohteeseen osallistujilla tulee olla tietoa ja osaamista näistä vaativista olosuhteista. Myös valvonta pitää olla kattavaa ja aukotonta ja kaikki tarkastukset ja materiaalit dokumentoidaan tarkasti.

## 16 Viitteet

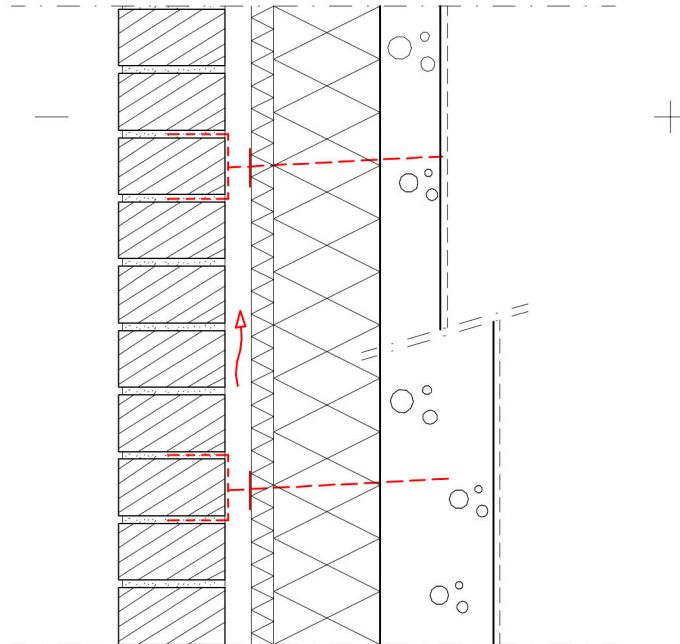
- Korhonen, K. & Penttinen, M. 2018, Arkkitehdit Kirsi Korhonen ja Mika Penttinen Oy, Haastattelu
- Kylliäinen, M. 2005. Rakennuksen ulkokuoren rakennusosilta vaadittava ääneneristävyys. Akustiikkapäivät 2005. Kuopio, 26.-27.9., Akustinen Seura ry.
- Kylliäinen, M. & Hongisto, V. 2007. Rakennusten akustinen suunnittelu: akustiikan perusteet. Helsinki, Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry. RIL 243-1-2007
- Lahdensivu, J. 2010. Julkisivujen ja parvekkeiden kestävyys muuttuvassa ilmastossa. Helsinki, Ympäristöministeriö, Suomen ympäristö 17/2010.
- Lahti, T. 2011. Julkisivun äänieristys laivamelua vastaan, Mitoitusmenettely. Helsinki. TLA 113019-2.
- Pajunen, V. 2014. Rantarakentamisen julkisivurakenteiden suunnitteluohje. Diplomityö. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan koulutusohjelma. 89 s. + liitt. 11 s.
- Rakennuksen julkisivun ääneneristävyysmitoittaminen. 2003. Helsinki, ympäristöministeriö, ympäristöopas 108.
- RAKLI. 2015. Selvitys kaavamääräysten kustannusvaikutuksista. Selvitysraportti. 51 s.
- RIL 107-2012. 2012. Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. Helsinki, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 219 s.
- RIL 250-2011. 2012. Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Helsinki, Suomen rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 243 s.
- RT 18-10922. 2008. Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot. RT-kortiston ohjetiedoston kortti. Rakennustietosäätiö. 32 s.
- Salomaa, R. 2014. BREEAM-ympäristöluokitusjärjestelmä asuinrakennuttamisen työkaluna. Diplomityö. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan koulutusohjelma. 97 s. + liitt. 1 s.
- Varis, M., Niemi, J. & Valjus, J. 2009. Rantarakentamisen ohjeisto. Helsinki, Helsingin kaupunki. 26 s.
- Virta, J. 2004. Puu-ulkoverhousien vaurioitumisen välttäminen. Puu-lehti 4, 1, s. 38.

## 17 Liitteet

Liite 1. Merellisten olosuhteiden vaikutus rakentamiseen – Tyypillisiä ulkoseinärakennetyyppejä

Liite 2. Merellisten olosuhteiden vaikutus rakentamiseen – Tyypillisiä rakennedetaljeja ja huomioita

Kaupunginosa	Kortteli	Tontti/Rn:o	Viranomaisten arkistointimerkintöjä varten			
Rakennuksen numero (RATUT)/Rakennusten numerot/Rakennustunnus/Rakennustunnukset						
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS			Piirustuslaji RAKENNEPIIRUSTUS		Juoks.nro 001	
Rakennuskohteen nimi ja osoite MELKINLAITURIN JA HERNESAAREN ASEMAKAAVAT			Piirustuksen sisältö Merellisten olosuhteiden vaikutus rakentamiseen – Tyypillisiä ulkoseinärakennetyyppejä		Mittak. 1:10	
 <p>A-Insinöörit Suunnittelu Oy Bertel Jungin aukio 9 02600 Espoo Puh 0207 911 777 Fax 0207 911 779 etunimi.sukunimi@ains.fi</p>						
Päiväys 31.10.2018	Piirt. ViRii	Tark. JOL	Liittyy piirustukseen n:o			
Suunnitellut Ville Riikonen, DI	Hyv. Jukka Oja-Lipasti, RI	Suun.ala RAK	Työn n:o 2214977	Piir. n:o Liite 1	Muutos	



- 130 mm KUORIMUURAUUS  
MUURAUUSLAASTI ESIM. WEBERVETONIT ML 5 T
- ≥40 mm TUULETUSVÄLI
- 30 mm TUULENSUOJA JA LÄMMÖNERISTYS  
ISOVER RKL-31, lambda d=0,031 W/mK, palo-ominaisuus A2-s1,d0  
Teippaus tyyppihyväksyntäpäätöksen mukaan
- 140 mm POLYURETAANILEVY, ESIM. KINGSPAN THERMA TW57 lambda d=0,025 W/mK
- EI KANTAVA / KANTAVA BETONISEINÄ
- PINTAVERHOUS JA -KÄSITTELY HUONESELITYKSEN MUKAAN
- RUOSTUMATTOMAT TERÄSSITEET / 4mm, väh. 4kpl / m<sup>2</sup>
- ERISTELEVYJEN KIINNITYS MEKAANISESTI RST. SITEET, väh 4kpl / m<sup>2</sup>

U-arvo ≤ 0,17 W/m<sup>2</sup>K  
Palonkestoluokka: EI 60



KUORIMUURATTU ULKOSEINÄ  
+ KOLMIKERROSRAPPAUS

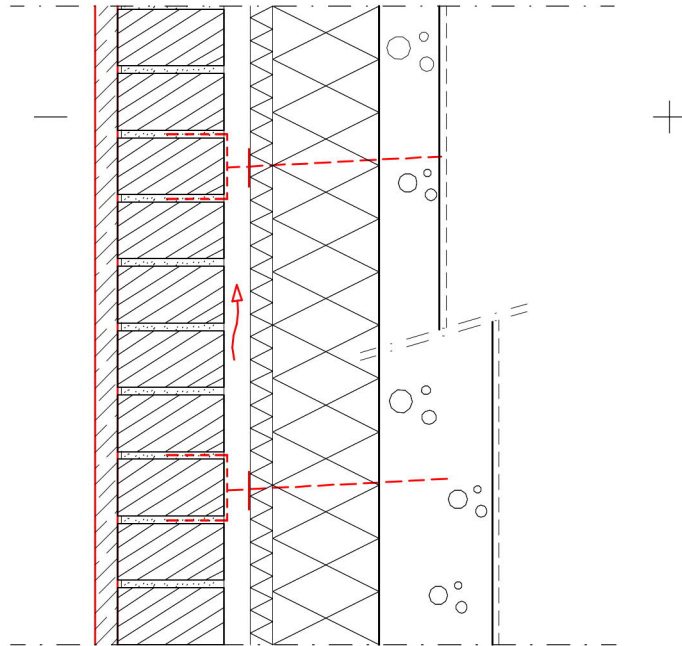
1:10

 A-INSINÖÖRIT

Päiväys

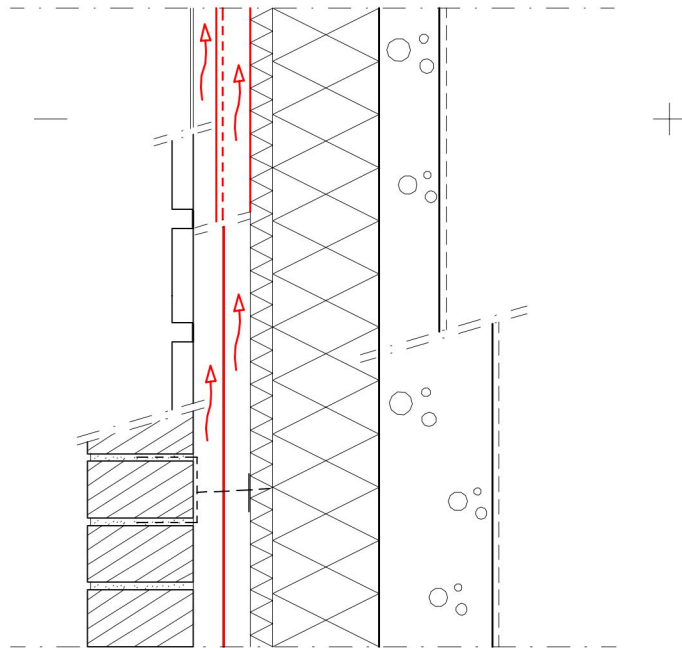
31.10.2018

US 402



- n. 25 mm KOLMIKERROSRAPPAUS ESIM. WEBER UniTop
- 130 mm MUURAUUS, MUURAUUSLAASTI ESIM. WEBERVETONIT ML 5 T
- ≥40 mm TUULETUSVÄLI
- 30 mm TUULENSUOJA JA LÄMMÖNERISTYS  
ISOVER RKL-31, lambda d=0,031 W/mK, palo-ominaisuus A2-s1,d0  
Teippaus tyypihyväksyntäpäätöksen mukaan
- 140 mm POLYURETAANILEVY, ESIM. KINGSPAN THERMA TW57  
lambda d = 0,025 W/mK
- EI KANTAVA / KANTAVA BETONISEINÄ
- PINTAVERHOUS JA -KÄSITTELY HUONESELITYKSEN MUKAAN
- RUOSTUMATTOMAT TERÄSSITEET / 4mm, väh. 4kpl / m<sup>2</sup>
- ERISTELEVYJEN KIINNITYS MEKAANISESTI RST. SITEET, väh 4kpl / m<sup>2</sup>

U-arvo ≤ 0,17 W/m<sup>2</sup>K  
Palonkestoluokka: EI 60



130 / $\geq 10$ mm	KUORIMUURAUUS, METALLI- TAI LASIVERHOUS
$\geq 40$ mm	TUULETUSVÄLI + PYSTYKOOLAUS VERHOUKSEN MUKAAN
$\geq 40$ mm	KUUMASINKITTY PELTI 1,0 mm JA TUULETUSVÄLI TAI KUUMASINKITTY TERÄSMUOTOLEVY 45 / 1,0
30 mm	TUULENSUOJA JA LÄMMÖNERISTYS ISOVER RKL-31, lambda d=0,031 W/mK , palo-ominaisuus A2-s1, d0 Teippaus tyyppihyväksyntäpäätöksen ohjeiden mukaan
140 mm	POLYURETAANILEVY, ESIM. KINGSPAN THERMA TW57 lambda d = 0,025 W/mK
	EI KANTAVA / KANTAVA BETONISEINÄ ELEMENTTIPIIRUSTUSTEN MUKAAN
	PINTAVERHOUS JA -KÄSITTELY HUONESELITYKSEN MUKAAN
	RUOSTUMATTOMAT TERÄSSITEET $\varnothing 4$ mm, $\geq 4$ kpl / m <sup>2</sup>
	ERISTELEVYJEN KIINNITYS MEKAANISESTI RST SITEET $\geq 4$ kpl / m <sup>2</sup>

U-arvo  $\leq 0,17$  W/m<sup>2</sup>K  
 Palonkestoluokka: EI 60

SW-ELEMENTTI / VILLAERISTE  
+ METALLI TAI MUU KEVYT VERHOUS

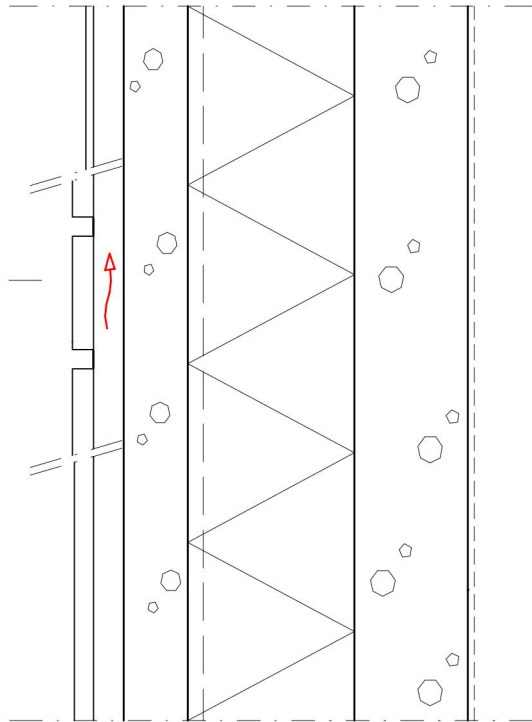
1:10

 A-INSINÖÖRIT

Päiväys

31.10.2018

US 404



METALLI, JULKISIVULASI TAI MUU KEVYT VERHOUS

≥40 mm

TUULETUSVÄLI + PYSTYKOOLAUS VERHOUKSEN MUKAAN

70 / 85 mm

ULKOKUORI  
PAKKASENKESTÄVÄ BETONI, C30/37, XC3,4 ja XF1  
RUOSTUMATON RAUDOITUS, # 4-150 B600KX  
PINTAKÄSITTELY ELEMENTTISUUNNITELMIEN JA  
RAKENNUSELOSTUKSEN MUKAAN

220 mm

LÄMMÖNERISTE, URITETTU JA URASUOJATTU 0,035 W/mK  
ESIM. PAROC COS 5 ggt

150 mm

KANTAVA SISÄKUORI ELEMENTTISUUNNITELMIEN MUKAAN, C30/37, XC1  
KANTAVA SISÄKUORI 160 mm KUN OSASTOINTI >EI 60, ESIM. IRT.VAR.

RUOSTUMATTOMAT ANSAAT, KS ELEM.SUUNNITELMAT  
ELEMENTTIEN SAUMAUS, KS. RAKENNUSELITYKSET

ELEMENTTIEN VAAKASAUMOIHIN TUULETUSPUTKET < k2000

PINTAMATERIAALI JA -KÄSITTELY RAKENNUSELOSTUKSEN MUKAAN

U-arvo ≤ 0,17 W/m<sup>2</sup>K

Palonkestoluokka: EI 60

SW-ELEMENTTI + POLYURETAANIERISTE  
MUURAUS / METALLI TAI MUU KEVYT VERHOUS

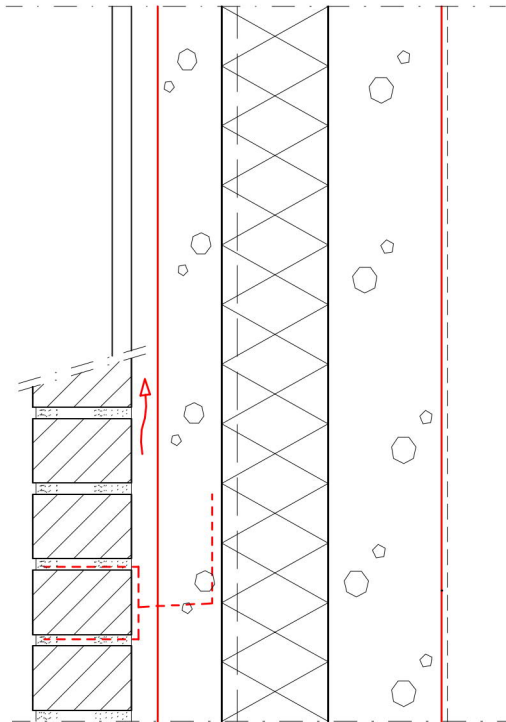
1:10

 A-INSINÖÖRIT

Päiväys

31.10.2018

US 405



130 mm / 25 mm

KUORIMUURAUS TAI METALLIVERHOUS

≥40 mm

TUULETUSVÄLI + PYSTYKOOLAUS VERHOUKSEN MUKAAN

70 / 85 mm

ULKOKUORI  
PAKKASENKESTÄVÄ BETONI, C30/37, XC3,4 ja XF1  
RUOSTUMATON RAUDOITUS, # 4-150 B600KX  
PINTAKÄSITTELY ELEMENTTISUUNNITELMIEN JA  
RAKENNUSELOSTUKSEN MUKAAN

140 mm

POLYURETAANILEVY, ESIM, KINGSPAN THERMA TW57  
lambda d = 0,025 W/mK

150 mm

KANTAVA SISÄKUORI ELEMENTTISUUNNITELMIEN MUKAAN, C30/37, XC1  
KANTAVA SISÄKUORI 160 mm KUN OSASTOINTI >EI 60, ESIM. IRT.VAR.

RUOSTUMATTOMAT ANSAAT, KS ELEM.SUUNNITELMAT  
ELEMENTTIEN SAUMAUS, KS. RAKENNUSELITYKSET

ELEMENTTIEN VAAKASAUMOIHIN TUULETUSPUTKET < k2000

PINTAMATERIAALI JA -KÄSITTELY RAKENNUSELOSTUKSEN MUKAAN

U-arvo ≤ 0,17 W/m<sup>2</sup>K

Palonkestoluokka: EI 60

BETONIRUNKO + LEVYRAPPAUS  
SERPOVENT JULKISIVUJÄRJESTELMÄ

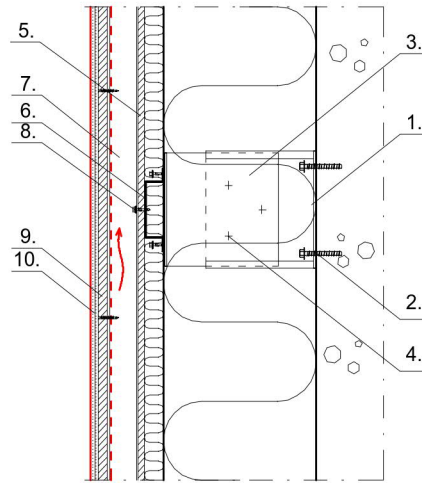
1:10

 A-INSINÖÖRIT

Päiväys

31.10.2018

US 406



1. WEBER SERPOVENT U-SEINÄKANNAKE + ERISTE ESIM. ISOVER KL-33
2. WEBER BETONIRUUVI / WEBER RUUVISARJA ALUSTAN MUKAAN
3. WEBER SERPOVENT U-SEINÄKANNAKE
4. WEBER PORAKÄRKIRUUVI 5.5, 3 kpl
5. TUULENSUOJALEVY, CEMBRIT WINDSTOPPER EXTREME 9 mm
6. WEBER HATTUPROFIILI  
WEBER PORAKÄRKIRUUVI 5.5, 2 kpl / KANNAKE, 1 MOLEMPIIN LAIPPOIHIN  
LÄMMÖNERISTE ESIM. ISOVER SKL 25 mm  
PROFIILIN KOHDALLA ISOVER KH-KAISTA 30 mm
7. WEBER HATTUPROFIILI + WEBER RANKANAUHA, TUULETUSVÄLI  $\geq$  40 mm
8. WEBER PORAKÄRKIRUUVI 5.5, 2 kpl / LIITOS, 1 MOLEMPIIN LAIPPOIHIN
9. PERMABASE RAPPAUSLEVY
10. SERPOVENT KAKSIKERROSRAPPAUS

JÄRJESTELMÄN ÄÄNENERISTÄVYYS:

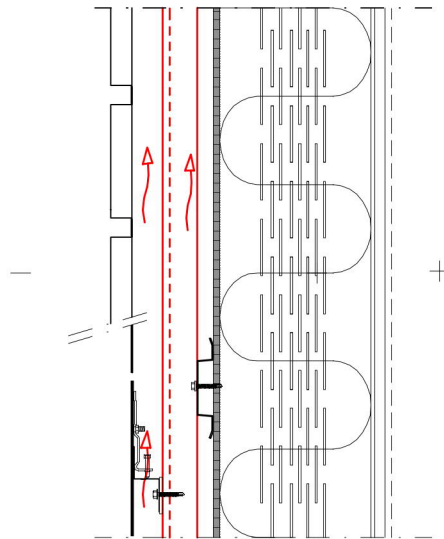
$R_w = 65/67/70$  dB,  $R_w+C = 63/64/67$  dB,  $R_w+C_{tr} = 59/59/62$  dB

LEVYRAPPAUS TOTEUTETTUNA 70/110/150 mm PAKSUISEN BETONIKUOREN PÄÄLLE

U-arvo  $\leq 0,17$  W/m<sup>2</sup>K

Palonkestoluokka: EI 60

Järjestelmän käyttöikä  $\geq 50$  vuotta, katso käyttö- ja huolto-ohje.  
Järjestelmässä huomioitu BY64, Tuulettuvat julkisivut 2016 julkaisun vaatimukset.  
Kosteustekninen toimivuus varmistettu Suomen ilmastossa.  
Rappausjärjestelmää koestettu 300 jäädytyskulutusyksiä vaurioitumatta.  
Ei sähköisen korroosion riskiä.  
Kaikki järjestelmän osat CE-merkittyjä.  
Järjestelmä mitoitettu standardien SFS-EN 1993-1-1, SFS-EN 1993-1-5, SFS-EN 1993-1-8 ja SFS-EN 1991-1-4 mukaisesti.



METALLI-, LASI- TAI MUU VERHOUS

39mm

TUULETUSVÄLI JA VAAKAKOOLAUS  
uunareijitetty kuumasinkitty koolausranka

45mm

SADETAKKI JA TUULETUSVÄLI  
kuumasinkitty teräsmuotolevy 45/1,0

20mm

VAAKAKOOLAUS  
Vaakaorret, kuumasinkitty, hattuprofiili t = 1,2mm

9mm

TUULENSUOJALEVY  
tyyppihyväksytty säänkestävä tuulensuojakipsilevy  
ruuvikiinnitys valmistajan ohjeen mukaan

200mm

LÄMMÖNERISTE JA PYSTYRUNKO  
mineraalivillaeristys  $\lambda_d \leq 0,034$  W/mK, palamaton A1 luokan lämmöneriste.  
termorankarunko b=200 mm, t=1,2 mm, k  $\leq 600$

0,2mm

HÖYRYNSULKU  
PE-kalvo

13mm

RAKENNUSLEVY

PINTAKÄSITTELY  
ks. huoneselostus

U-arvo  $\leq 0,17$  W/m<sup>2</sup>K  
Palonkestoluokka: EI 60

ULKOSEINÄ, BETONIRUNKO  
TERMORANKA

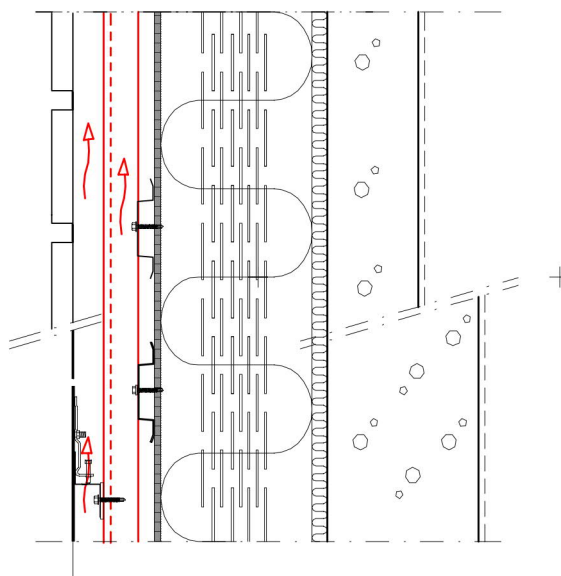
1:10

 **A-INSINÖÖRIT**

Päiväys

31.10.2018

US 602

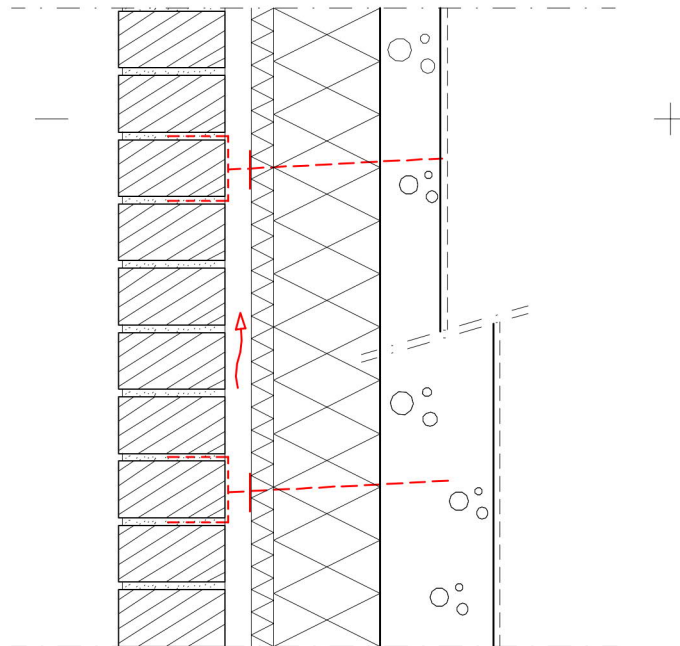


METALLI-, LASI- TAI MUU VERHOUS

39mm	TUULETUSVÄLI JA VAAKAKOOLAUS uunareijitetty kuumasinkitty koolausranka
45mm	SADETAKKI JA TUULETUSVÄLI kuumasinkitty teräsmuotolevy 45/1,0
20mm	VAAKAKOOLAUS Vaakaorret, kuumasinkitty, hattuprofiili t = 1,2mm
9mm	TUULENSUOJALEVY tyyppihyväksytty säänkestävä tuulensuojakipsilevy ruuvikiinnitys valmistajan ohjeen mukaan
200mm	LÄMMÖNERISTE JA PYSTYRUNKO mineraalivillaeristys $\lambda_d \leq 0,034$ W/mK, palamaton A1 luokan lämmöneriste. termorankarunko b=200 mm, t=1,2 mm, k $\leq 600$
$\geq 20$ mm	ASENNUSVARA / LÄMMÖNERISTE  EI KANTAVA / KANTAVA TERÄSBETONISEINÄ ks. rakennus- ja elementtisuunnitelmat pinta BY40 mukaan  PINTAKÄSITTELY ks. huoneselostus

U-arvo  $\leq 0,17$  W/m<sup>2</sup>K  
Palonkestoluokka: REI 60





- 130 mm KUORIMUURAUUS  
MUURAUUSLAASTI ESIM. WEBERVETONIT ML 5 T
- ≥40 mm TUULETUSVÄLI
- 30 mm TUULENSUOJA JA LÄMMÖNERISTYS  
ISOVER RKL-31, lambda d=0,031 W/mK, palo-ominaisuus A2-s1,d0  
Teippaus tyyppihyväksyntäpäätöksen mukaan
- 140 mm POLYURETAANILEVY, ESIM. KINGSPAN THERMA TW57 lambda d=0,025 W/mK
- EI KANTAVA / KANTAVA BETONISEINÄ
- PINTAVERHOUS JA -KÄSITTELY HUONESELITYKSEN MUKAAN
- RUOSTUMATTOMAT TERÄSSITEET / 4mm, väh. 4kpl / m<sup>2</sup>
- ERISTELEVYJEN KIINNITYS MEKAANISESTI RST. SITEET, väh 4kpl / m<sup>2</sup>

U-arvo ≤ 0,17 W/m<sup>2</sup>K  
Palonkestoluokka: EI 60



KUORIMUURATTU ULKOSEINÄ  
+ KOLMIKERROSRAPPAUS

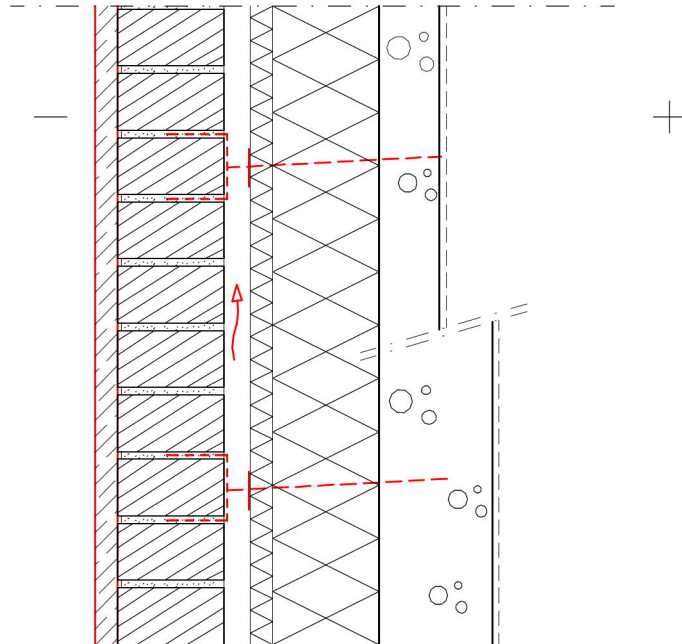
1:10



Päiväys

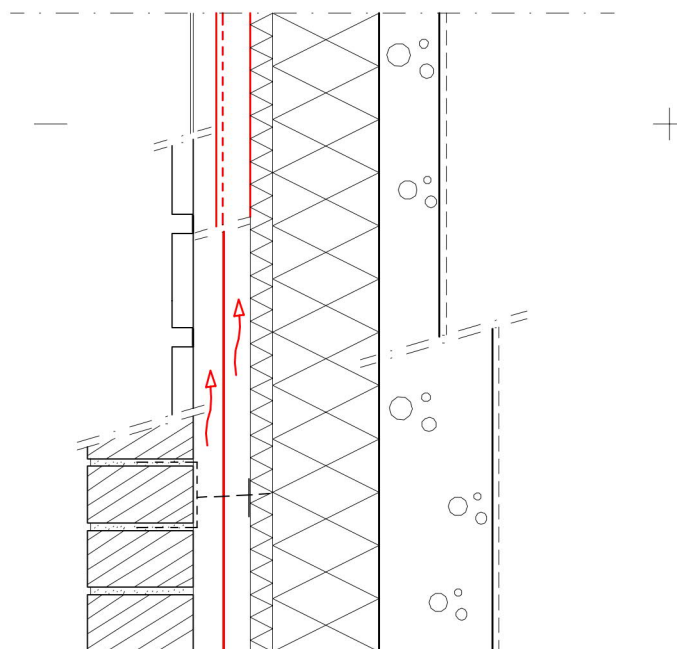
31.10.2018

US 402



- n. 25 mm KOLMIKERROSRAPPAUS ESIM. WEBER UniTop
- 130 mm MUURAUUS, MUURAUUSLAASTI ESIM. WEBERVETONIT ML 5 T
- ≥40 mm TUULETUSVÄLI
- 30 mm TUULENSUOJA JA LÄMMÖNERISTYS  
ISOVER RKL-31, lambda d=0,031 W/mK, palo-ominaisuus A2-s1,d0  
Teippaus tyypihyväksyntäpäätöksen mukaan
- 140 mm POLYURETAANILEVY, ESIM. KINGSPAN THERMA TW57  
lambda d = 0,025 W/mK
- EI KANTAVA / KANTAVA BETONISEINÄ
- PINTAVERHOUS JA -KÄSITTELY HUONESELITYKSEN MUKAAN
- RUOSTUMATTOMAT TERÄSSITEET / 4mm, väh. 4kpl / m<sup>2</sup>
- ERISTELEVYJEN KIINNITYS MEKAANISESTI RST. SITEET, väh 4kpl / m<sup>2</sup>

U-arvo ≤ 0,17 W/m<sup>2</sup>K  
Palonkestoluokka: EI 60



130 / $\geq 10$ mm	KUORIMUURAUUS, METALLI- TAI LASIVERHOUS
$\geq 40$ mm	TUULETUSVÄLI + PYSTYKOOLAUS VERHOUKSEN MUKAAN
$\geq 40$ mm	KUUMASINKITTY PELTI 1,0 mm JA TUULETUSVÄLI TAI KUUMASINKITTY TERÄSMUOTOLEVY 45 / 1,0
30 mm	TUULENSUOJA JA LÄMMÖNERISTYS ISOVER RKL-31, lambda d=0,031 W/mK , palo-ominaisuus A2-s1, d0 Teippaus tyyppihyväksyntäpäätöksen ohjeiden mukaan
140 mm	POLYURETAANILEVY, ESIM. KINGSPAN THERMA TW57 lambda d = 0,025 W/mK
	EI KANTAVA / KANTAVA BETONISEINÄ ELEMENTTIPIIRUSTUSTEN MUKAAN
	PINTAVERHOUS JA -KÄSITTELY HUONESELITYKSEN MUKAAN
	RUOSTUMATTOMAT TERÄSSITEET $\varnothing 4$ mm, $\geq 4$ kpl / m <sup>2</sup>
	ERISTELEVYJEN KIINNITYS MEKAANISESTI RST SITEET $\geq 4$ kpl / m <sup>2</sup>

U-arvo  $\leq 0,17$  W/m<sup>2</sup>K  
 Palonkestoluokka: EI 60

SW-ELEMENTTI / VILLAERISTE  
+ METALLI TAI MUU KEVYT VERHOUS

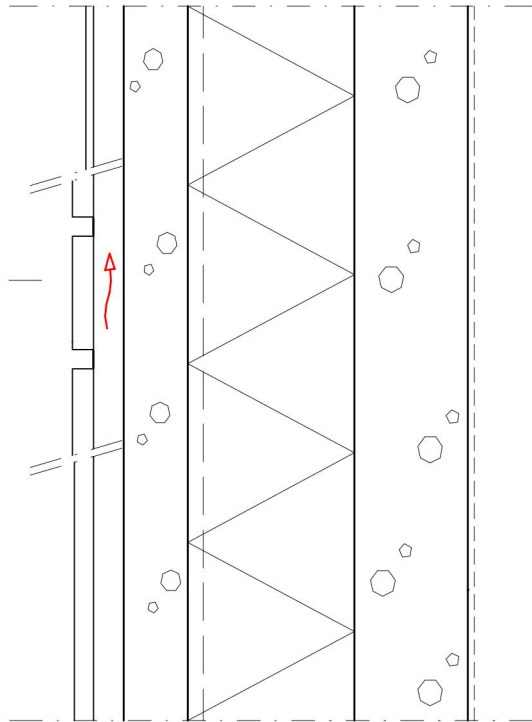
1:10

 A-INSINÖÖRIT

Päiväys

31.10.2018

US 404



METALLI, JULKISIVULASI TAI MUU KEVYT VERHOUS

≥40 mm

TUULETUSVÄLI + PYSTYKOOLAUS VERHOUKSEN MUKAAN

70 / 85 mm

ULKOKUORI  
PAKKASENKESTÄVÄ BETONI, C30/37, XC3,4 ja XF1  
RUOSTUMATON RAUDOITUS, # 4-150 B600KX  
PINTAKÄSITTELY ELEMENTTISUUNNITELMIEN JA  
RAKENNUSELOSTUKSEN MUKAAN

220 mm

LÄMMÖNERISTE, URITETTU JA URASUOJATTU 0,035 W/mK  
ESIM. PAROC COS 5 ggt

150 mm

KANTAVA SISÄKUORI ELEMENTTISUUNNITELMIEN MUKAAN, C30/37, XC1  
KANTAVA SISÄKUORI 160 mm KUN OSASTOINTI >EI 60, ESIM. IRT.VAR.

RUOSTUMATTOMAT ANSAAT, KS ELEM.SUUNNITELMAT  
ELEMENTTIEN SAUMAUUS, KS. RAKENNUSELITYKSET

ELEMENTTIEN VAAKASAUMOIHIN TUULETUSPUTKET < k2000

PINTAMATERIAALI JA -KÄSITTELY RAKENNUSELOSTUKSEN MUKAAN

U-arvo ≤ 0,17 W/m<sup>2</sup>K

Palonkestoluokka: EI 60

SW-ELEMENTTI + POLYURETAANIERISTE  
MUURAUS / METALLI TAI MUU KEVYT VERHOUS

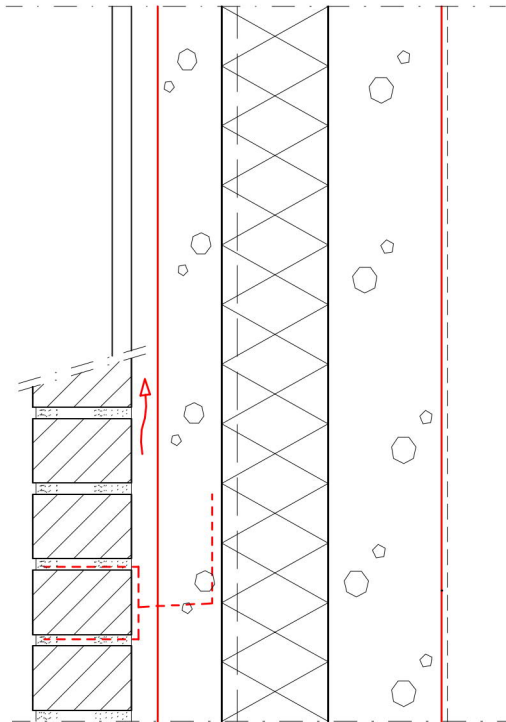
1:10

 A-INSINÖÖRIT

Päiväys

31.10.2018

US 405



130 mm / 25 mm

KUORIMUURAUS TAI METALLIVERHOUS

≥40 mm

TUULETUSVÄLI + PYSTYKOOLAUS VERHOUKSEN MUKAAN

70 / 85 mm

ULKOKUORI  
PAKKASENKESTÄVÄ BETONI, C30/37, XC3,4 ja XF1  
RUOSTUMATON RAUDOITUS, # 4-150 B600KX  
PINTAKÄSITTELY ELEMENTTISUUNNITELMIEN JA  
RAKENNUSELOSTUKSEN MUKAAN

140 mm

POLYURETAANILEVY, ESIM, KINGSPAN THERMA TW57  
lambda d = 0,025 W/mK

150 mm

KANTAVA SISÄKUORI ELEMENTTISUUNNITELMIEN MUKAAN, C30/37, XC1  
KANTAVA SISÄKUORI 160 mm KUN OSASTOINTI >EI 60, ESIM. IRT.VAR.

RUOSTUMATTOMAT ANSAAT, KS ELEM.SUUNNITELMAT  
ELEMENTTIEN SAUMAUS, KS. RAKENNUSELITYKSET

ELEMENTTIEN VAAKASAUMOIHIN TUULETUSPUTKET < k2000

PINTAMATERIAALI JA -KÄSITTELY RAKENNUSELOSTUKSEN MUKAAN

U-arvo ≤ 0,17 W/m<sup>2</sup>K

Palonkestoluokka: EI 60

BETONIRUNKO + LEVYRAPPAUS  
SERPOVENT JULKISIVUJÄRJESTELMÄ

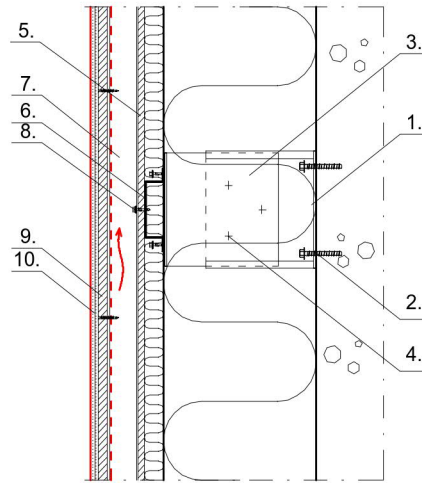
1:10



Päiväys

31.10.2018

US 406



1. WEBER SERPOVENT U-SEINÄKANNAKE + ERISTE ESIM. ISOVER KL-33
2. WEBER BETONIRUUVI / WEBER RUUVISARJA ALUSTAN MUKAAN
3. WEBER SERPOVENT U-SEINÄKANNAKE
4. WEBER PORAKÄRKIRUUVI 5.5, 3 kpl
5. TUULENSUOJALEVY, CEMBRIT WINDSTOPPER EXTREME 9 mm
6. WEBER HATTUPROFIILI  
WEBER PORAKÄRKIRUUVI 5.5, 2 kpl / KANNAKE, 1 MOLEMPIIN LAIPPOIHIN  
LÄMMÖNERISTE ESIM. ISOVER SKL 25 mm  
PROFIILIN KOHDALLA ISOVER KH-KAISTA 30 mm
7. WEBER HATTUPROFIILI + WEBER RANKANAUHA, TUULETUSVÄLI  $\geq 40$  mm
8. WEBER PORAKÄRKIRUUVI 5.5, 2 kpl / LIITOS, 1 MOLEMPIIN LAIPPOIHIN
9. PERMABASE RAPPAAUSLEVY
10. SERPOVENT KAKSIKERROSRAPPAUS

JÄRJESTELMÄN ÄÄNENERISTÄVYYS:

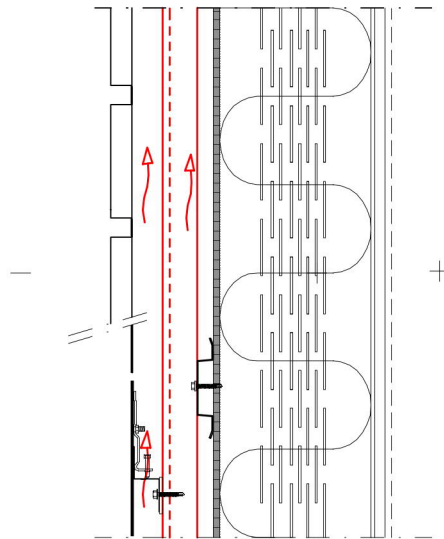
$R_w = 65/67/70$  dB,  $R_w+C = 63/64/67$  dB,  $R_w+C_{tr} = 59/59/62$  dB

LEVYRAPPAUS TOTEUTETTUNA 70/110/150 mm PAKSUISEN BETONIKUOREN  
PÄÄLLE

U-arvo  $\leq 0,17$  W/m<sup>2</sup>K

Palonkestoluokka: EI 60

Järjestelmän käyttöikä  $\geq 50$  vuotta, katso käyttö- ja huolto-ohje.  
Järjestelmässä huomioitu BY64, Tuulettuvat julkisivut 2016 julkaisun vaatimukset.  
Kosteustekninen toimivuus varmistettu Suomen ilmastossa.  
Rappausjärjestelmää koestettu 300 jäädytyskulutussykliä vaurioitumatta.  
Ei sähköisen korroosion riskiä.  
Kaikki järjestelmän osat CE-merkittyjä.  
Järjestelmä mitoitettu standardien SFS-EN 1993-1-1, SFS-EN 1993-1-5, SFS-EN  
1993-1-8 ja SFS-EN 1991-1-4 mukaisesti.



METALLI-, LASI- TAI MUU VERHOUS

39mm

TUULETUSVÄLI JA VAAKAKOOLAUS  
uunareititetty kuumasinkitty koolausranka

45mm

SADETAKKI JA TUULETUSVÄLI  
kuumasinkitty teräsmuotolevy 45/1,0

20mm

VAAKAKOOLAUS  
Vaakaorret, kuumasinkitty, hattuprofiili t = 1,2mm

9mm

TUULENSUOJALEVY  
tyyppihyväksytty säänkestävä tuulensuojakipsilevy  
ruuvikiinnitys valmistajan ohjeen mukaan

200mm

LÄMMÖNERISTE JA PYSTYRUNKO  
mineraalivillaeristys  $\lambda_d \leq 0,034$  W/mK, palamaton A1 luokan lämmöneriste.  
termorankarunko b=200 mm, t=1,2 mm, k  $\leq 600$

0,2mm

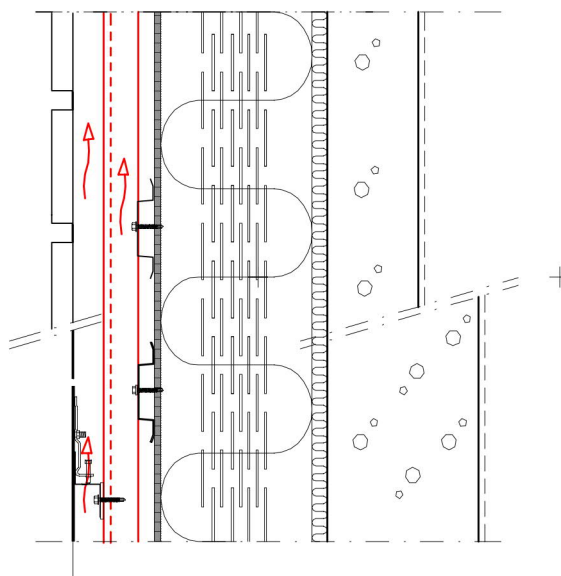
HÖYRYNSULKU  
PE-kalvo

13mm

RAKENNUSLEVY

PINTAKÄSITTELY  
ks. huoneselostus

U-arvo  $\leq 0,17$  W/m<sup>2</sup>K  
Palonkestoluokka: EI 60



METALLI-, LASI- TAI MUU VERHOUS

39mm

TUULETUSVÄLI JA VAAKAKOOLAUS  
uunareijitetty kuumasinkitty koolausranka

45mm

SADETAKKI JA TUULETUSVÄLI  
kuumasinkitty teräsmuotolevy 45/1,0

20mm

VAAKAKOOLAUS  
Vaakaorret, kuumasinkitty, hattuprofiili t = 1,2mm

9mm

TUULENSUOJALEVY  
tyyppihyväksytty säänkestävä tuulensuojakipsilevy  
ruuvikiinnitys valmistajan ohjeen mukaan

200mm

LÄMMÖNERISTE JA PYSTYRUNKO  
mineraalivillaeristys  $\lambda_d \leq 0,034$  W/mK, palamaton A1 luokan lämmöneriste.  
termorankarunko b=200 mm, t=1,2 mm, k  $\leq 600$

$\geq 20$ mm

ASENNUSVARA / LÄMMÖNERISTE

EI KANTAVA / KANTAVA TERÄSBETONISEINÄ  
ks. rakennus- ja elementtisuunnitelmat  
pinta BY40 mukaan

PINTAKÄSITTELY  
ks. huoneselostus

U-arvo  $\leq 0,17$  W/m<sup>2</sup>K  
Palonkestoluokka: REI 60



Kaupunginosa	Kortteli	Tontti/Rn:o	Viranomaisten arkistointimerkintöjä varten			
Rakennuksen numero (RATUT)/Rakennusten numerot/Rakennustunnus/Rakennustunnukset						
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS		Piirustuslaji RAKENNEPIIRUSTUS			Juoks.nro 002	
Rakennuskohteen nimi ja osoite MELKINLAITURIN JA HERNESAAREN ASEMAKAAVAT		Piirustuksen sisältö Merellisten olosuhteiden vaikutus rakentamiseen – Tyypillisiä rakennedetaljeja ja huomioita			Mittak. 1:20 1:10 1:5 1:2	
		A-Insinöörit Suunnittelu Oy Bertel Jungin aukio 9 02600 Espoo Puh 0207 911 777 Fax 0207 911 779 etunimi.sukunimi@ains.fi				
Päiväys 31.10.2018	Piirt. ViRii	Tark. JOL	Liittyy piirustukseen n:o			
Suunnitellut Ville Riikonen, DI	Hyv. Jukka Oja-Lipasti, RI	Suun.ala RAK	Työn n:o 2214977	Piir. n:o Liite 2	Muutos	



SOKKELILEIKKAUS, TIILIJULKISIVUN  
LIITOS SOKKELIELEMENTTIIN

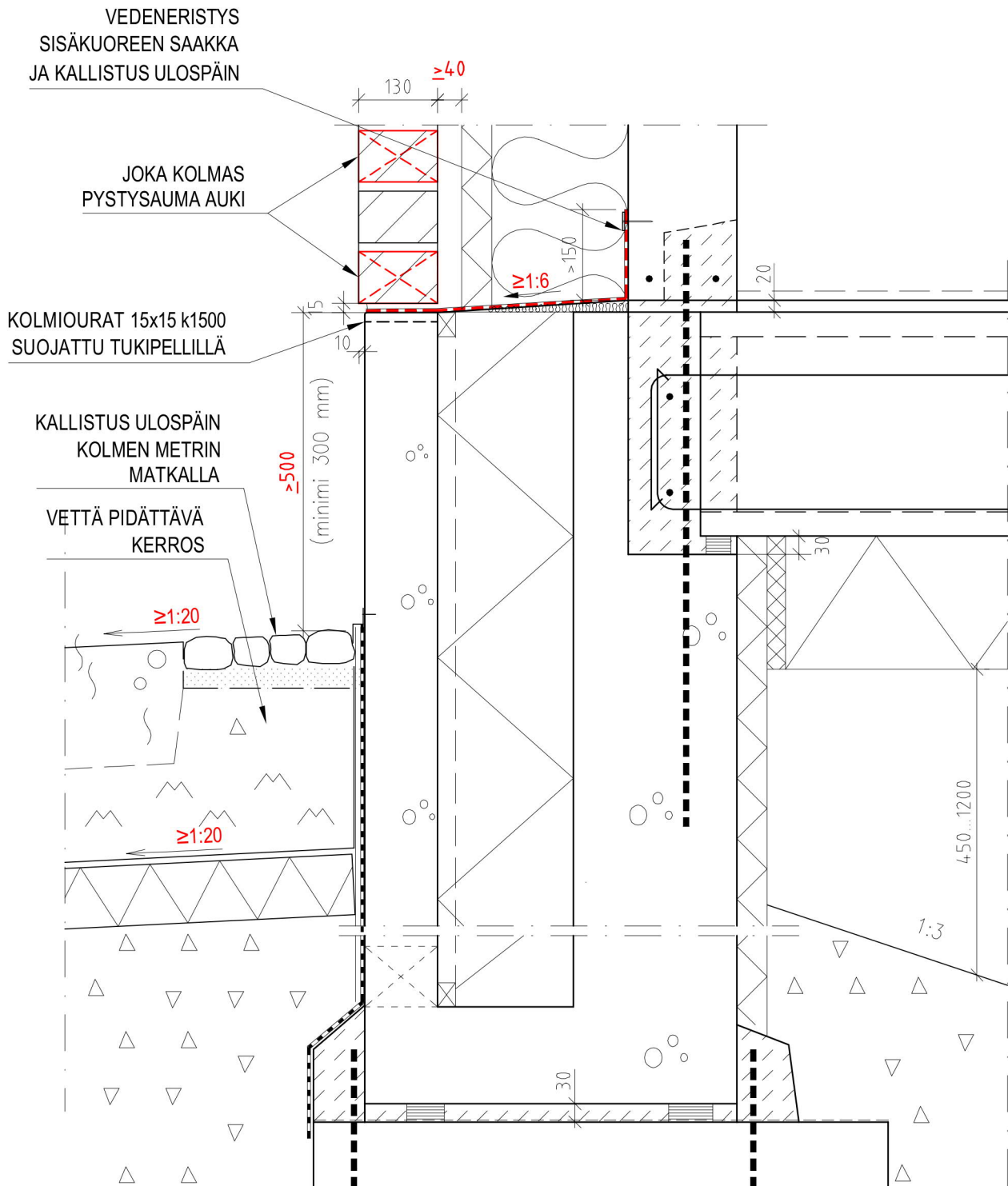
1:10

 **A-INSINÖÖRIT**

Päiväys

31.10.2018

DET 11



IKKUNAN ALAREUNAN LIITOS  
TIILIJULKISIVUUN VE 1

1:5

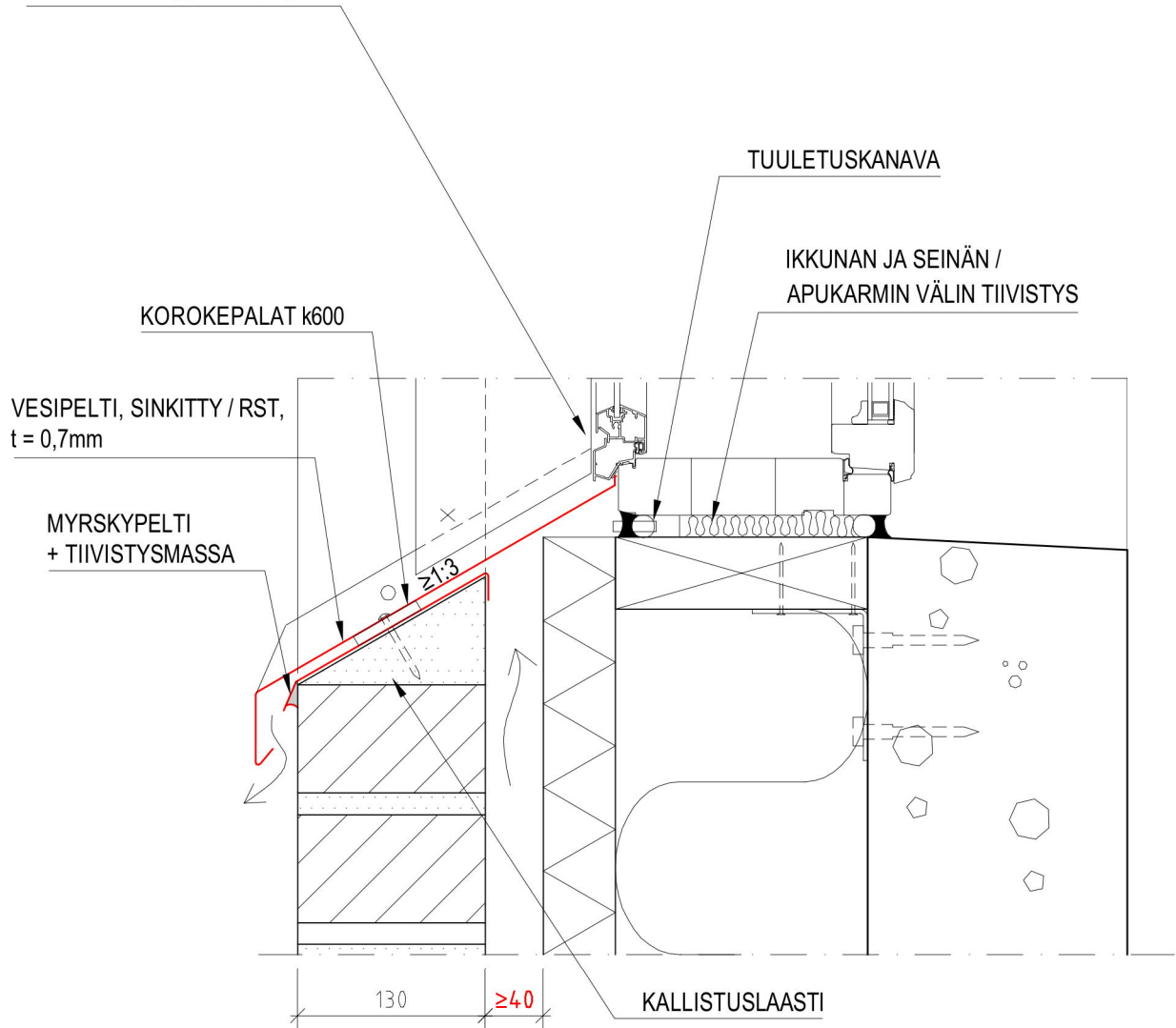
 **A-INSINÖÖRIT**

Päiväys

31.10.2018

DET 21

TÄMÄN KOHDAN TIIVEYS  
VARMISTETTAVA ERITYISEN  
HUOLELLISESTI



IKKUNAN ALAREUNAN LIITOS  
TIILIJULKISIVUUN VE 2

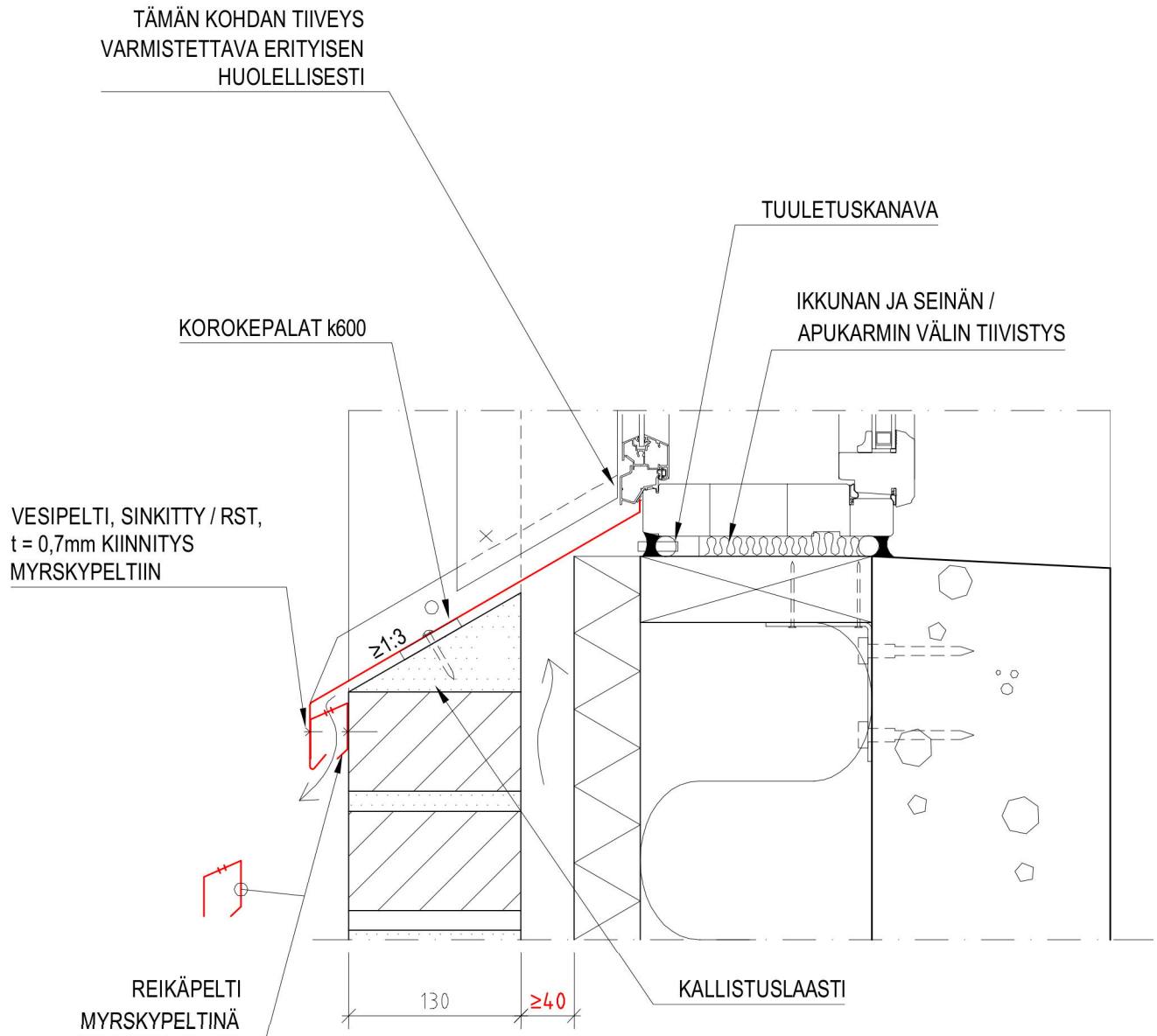
1:5

 **A-INSINÖÖRIT**

Päiväys

31.10.2018

DET 22



IKKUNAN YLÄREUNAN LIITOS  
TIILIJULKISIVUUN VE 1

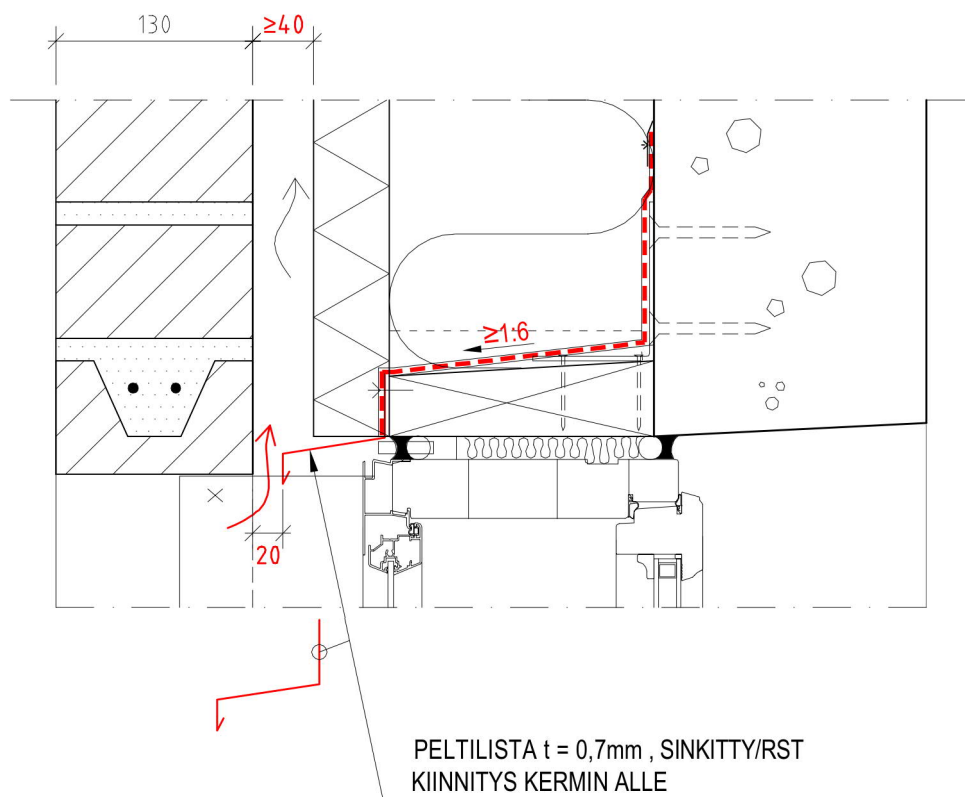
1:5

 A-INSINÖÖRIT

Päiväys

31.10.2018

DET 23



IKKUNAN YLÄREUNAN LIITOS  
TIILIJULKISIVUUN VE 2

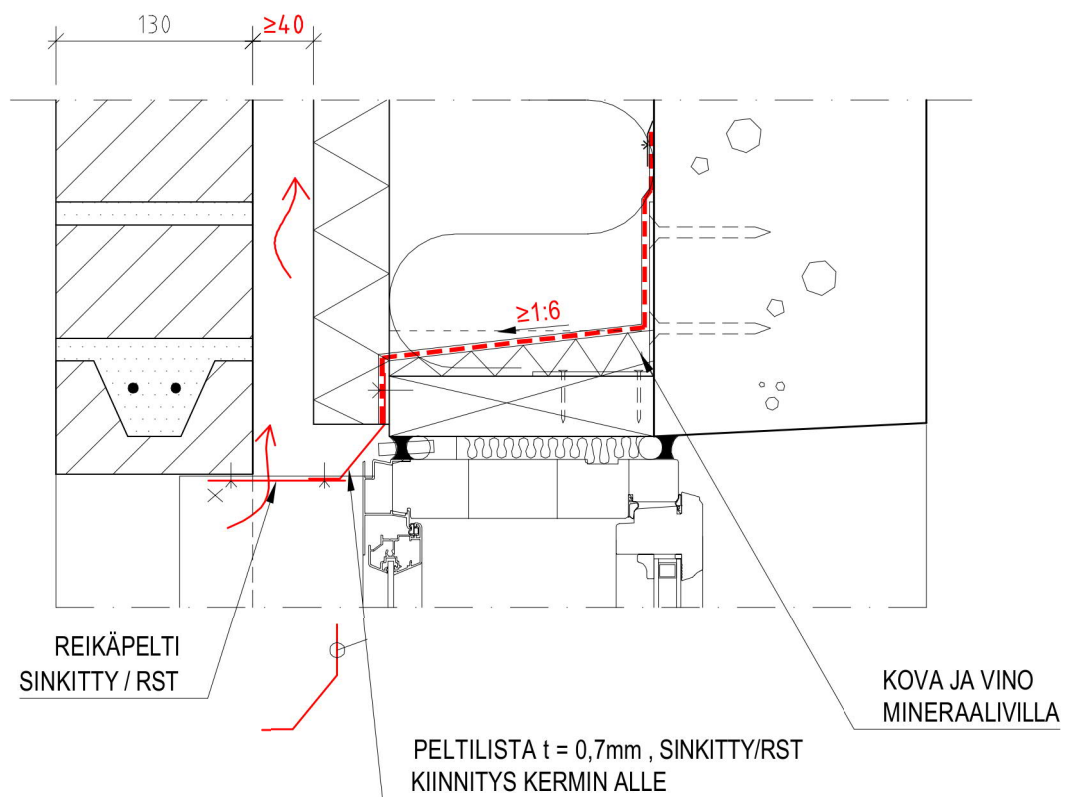
1:5

 A-INSINÖÖRIT

Päiväys

31.10.2018

DET 24



PARVEKELASITUKSEN ALAPÄÄN  
LIITOS TIILIJULKISIVUUN

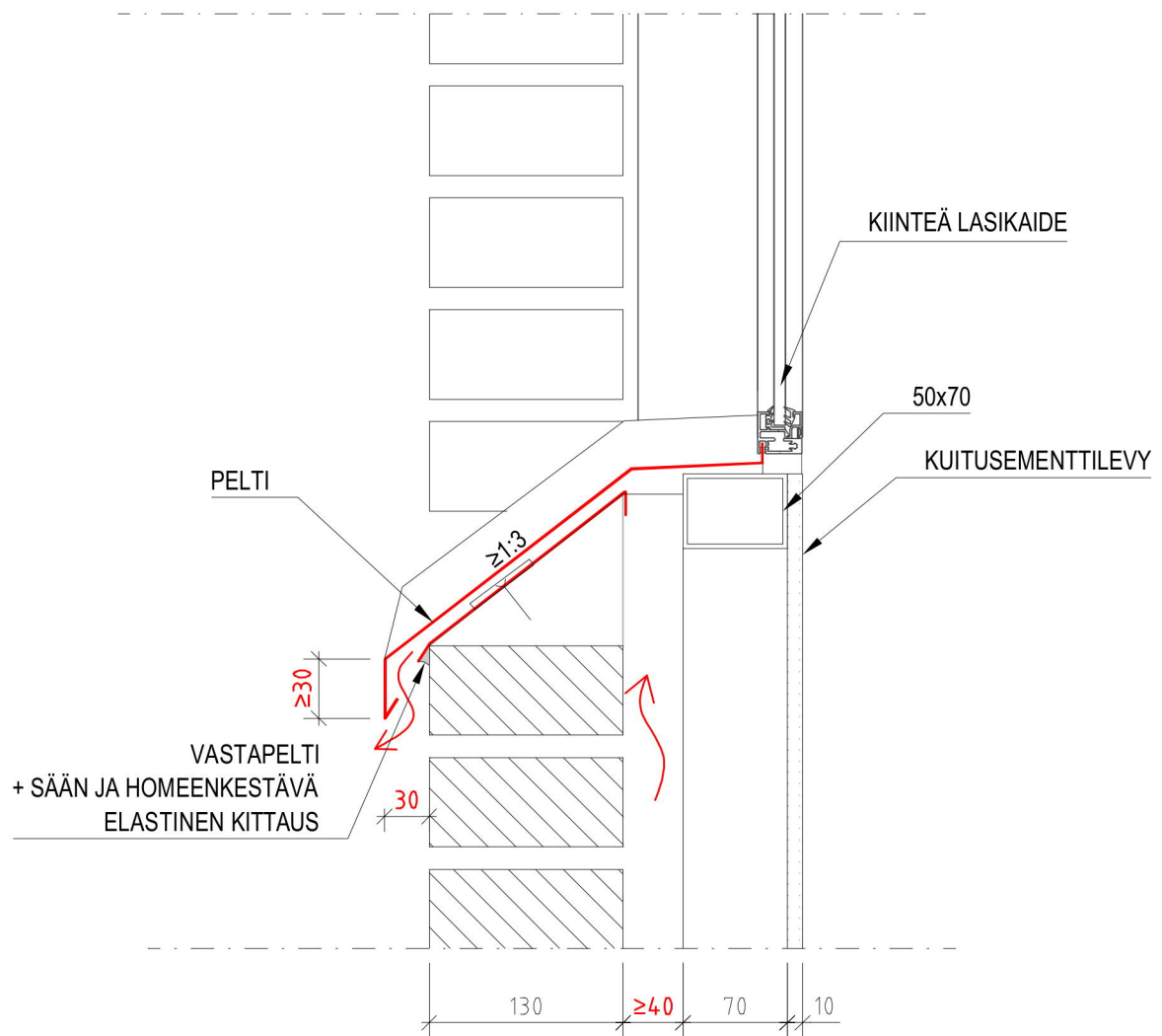
1:5

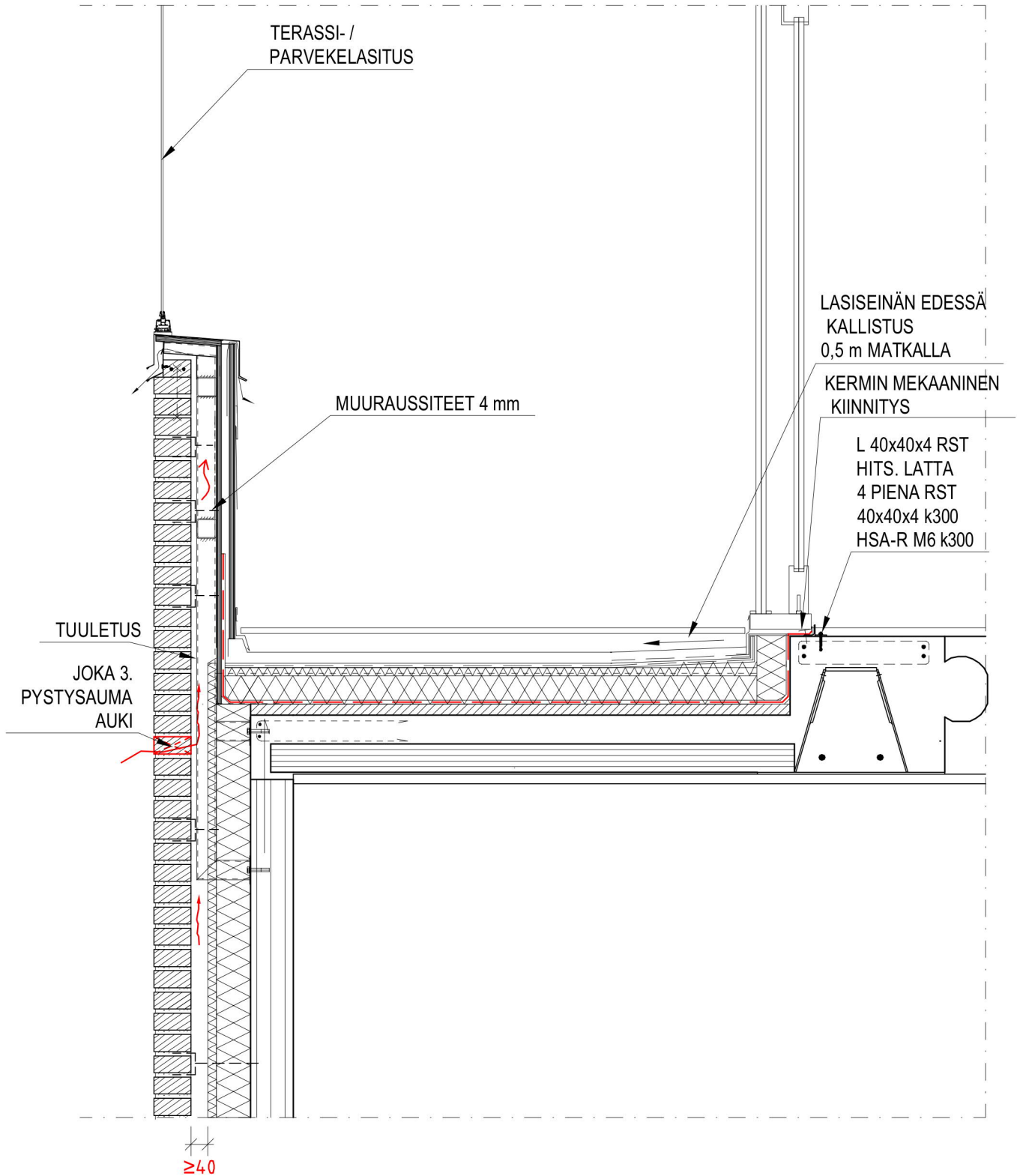
 A-INSINÖÖRIT

Päiväys

31.10.2018

DET 31





PARVEKE  
LEIKKAUS

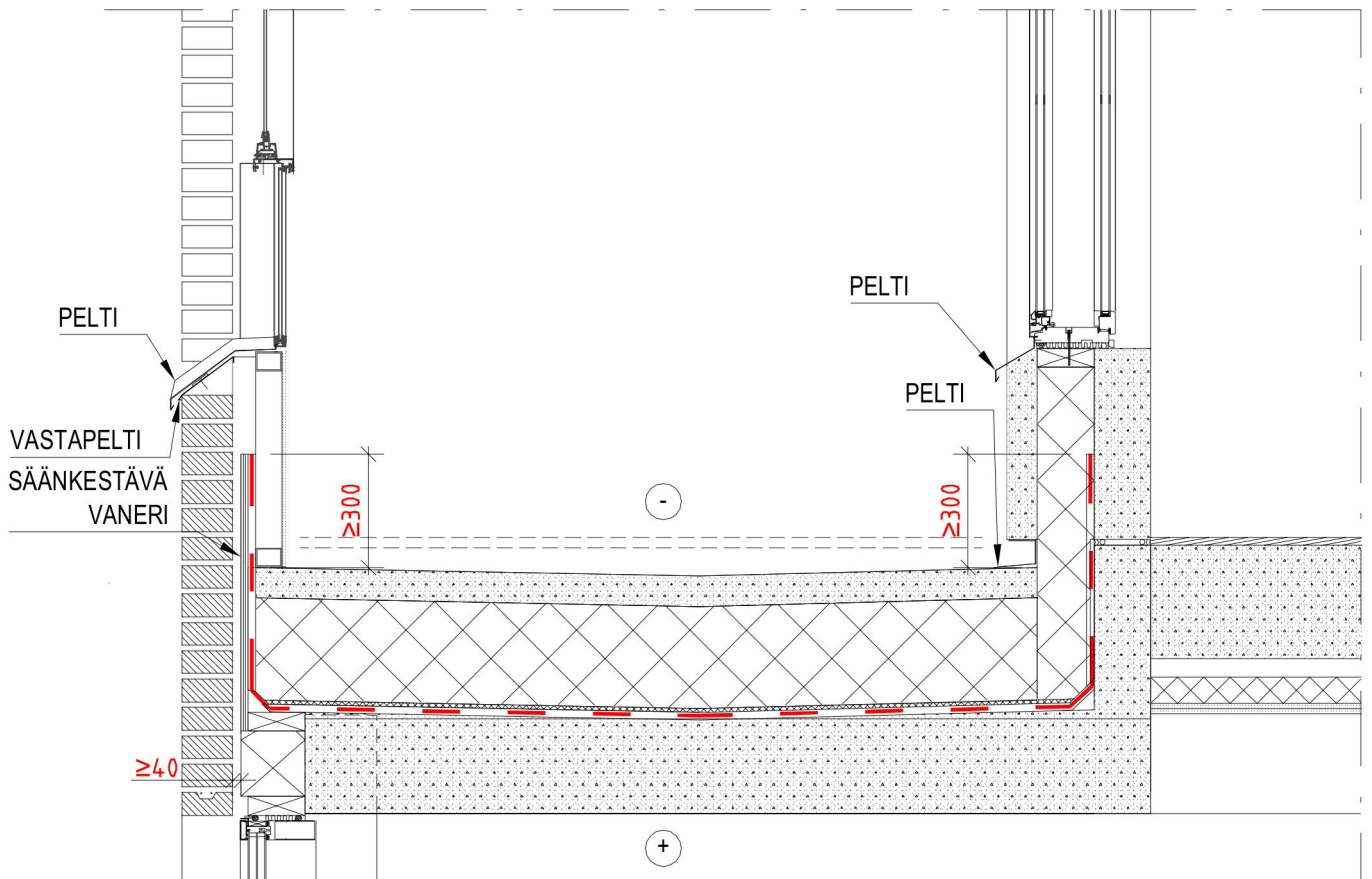
1:20

 **A-INSINÖÖRIT**

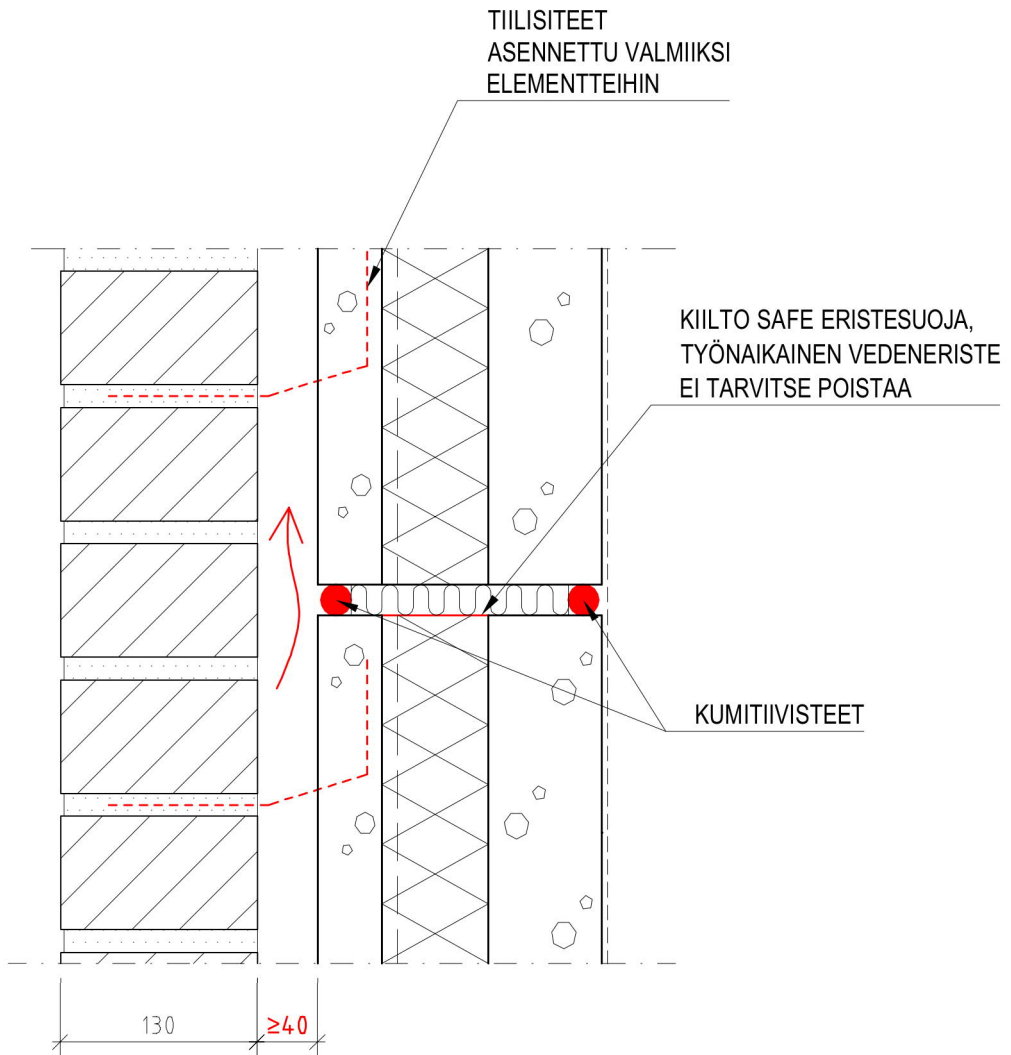
Päiväys

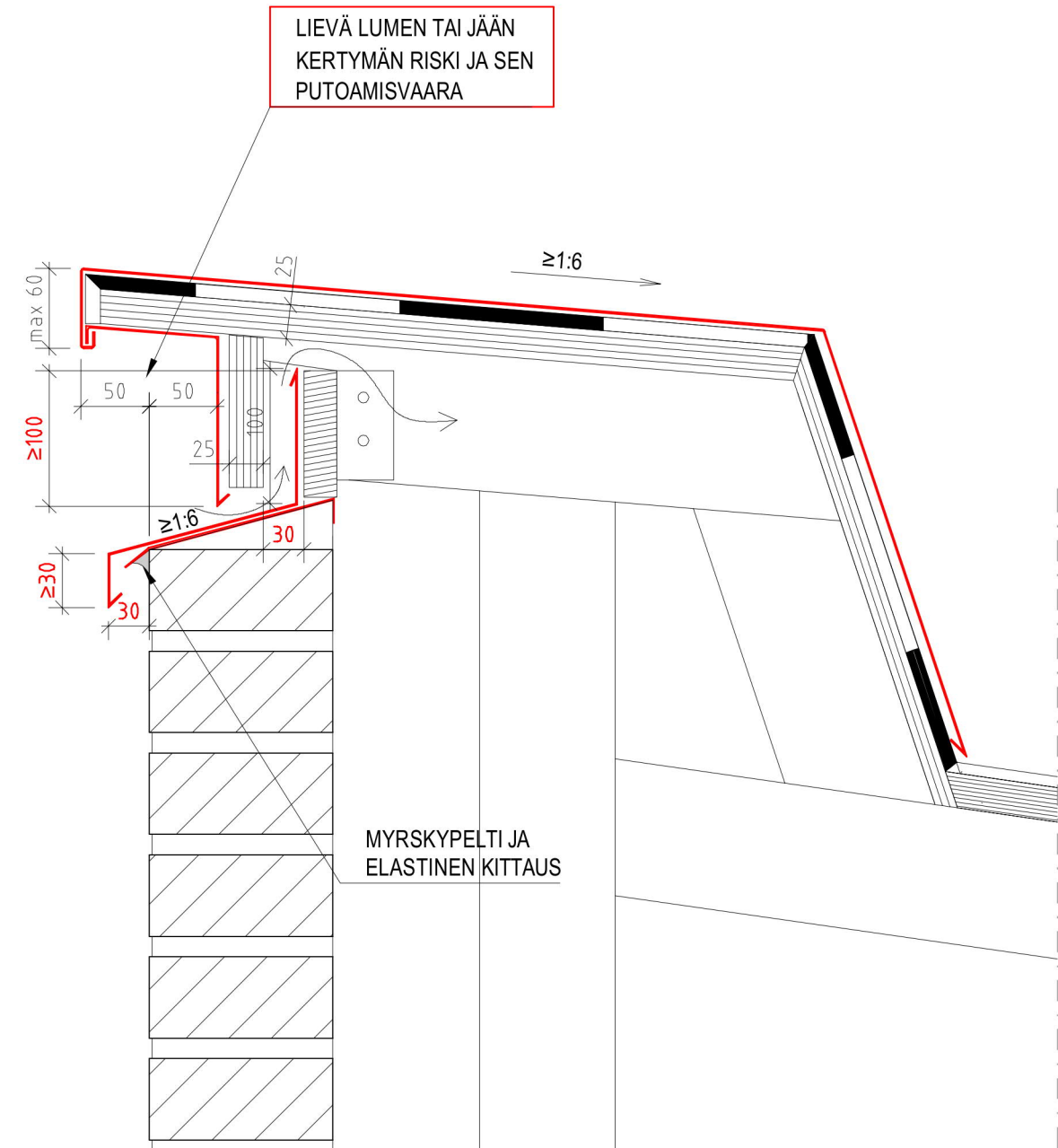
31.10.2018

DET 33

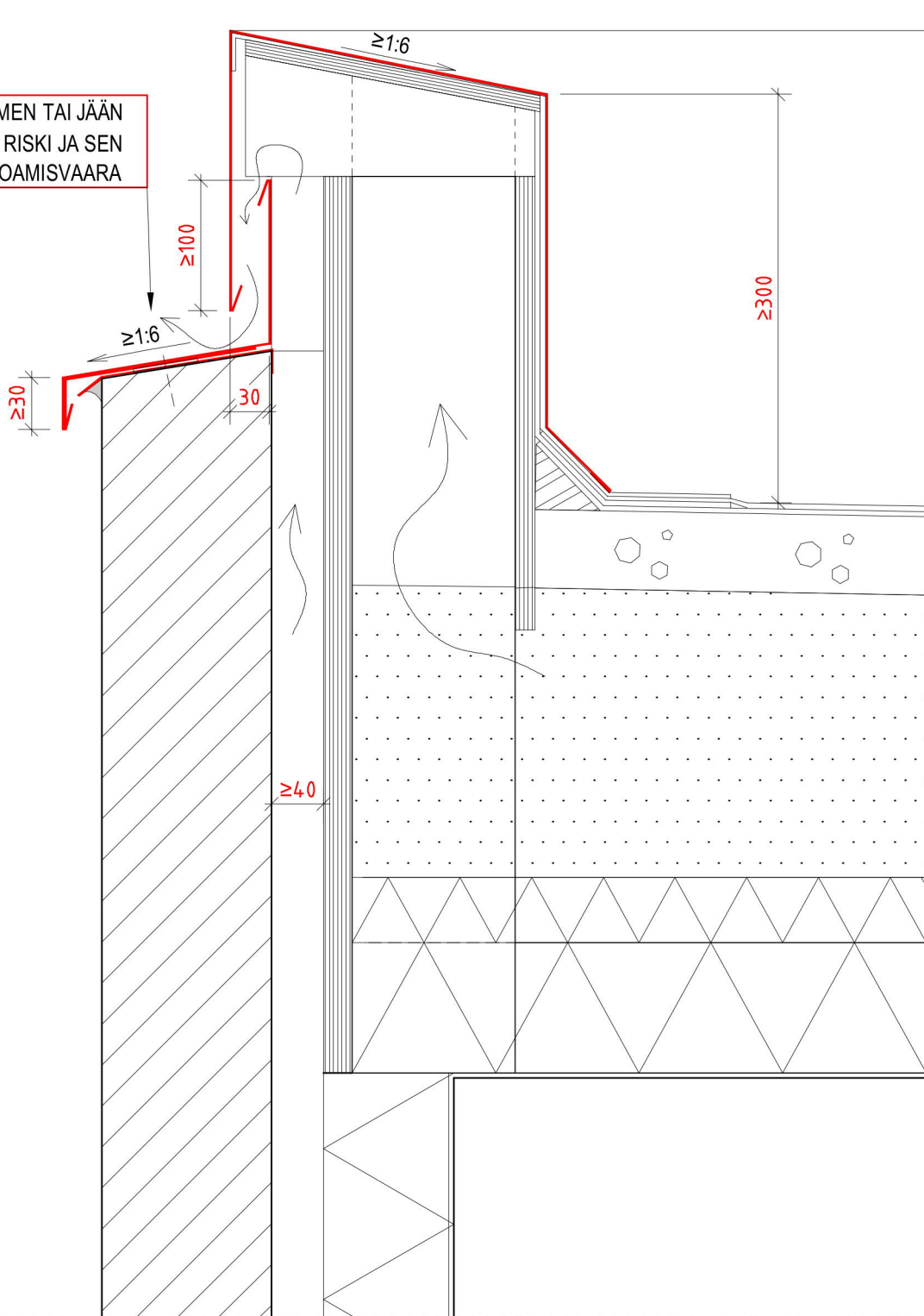








LUMEN TAI JÄÄN  
KERTYMÄN RISKI JA SEN  
PUTOAMISVAARA



RÄYSTÄS  
PARVEKKEEN YLÄPUOLELLA

1:20

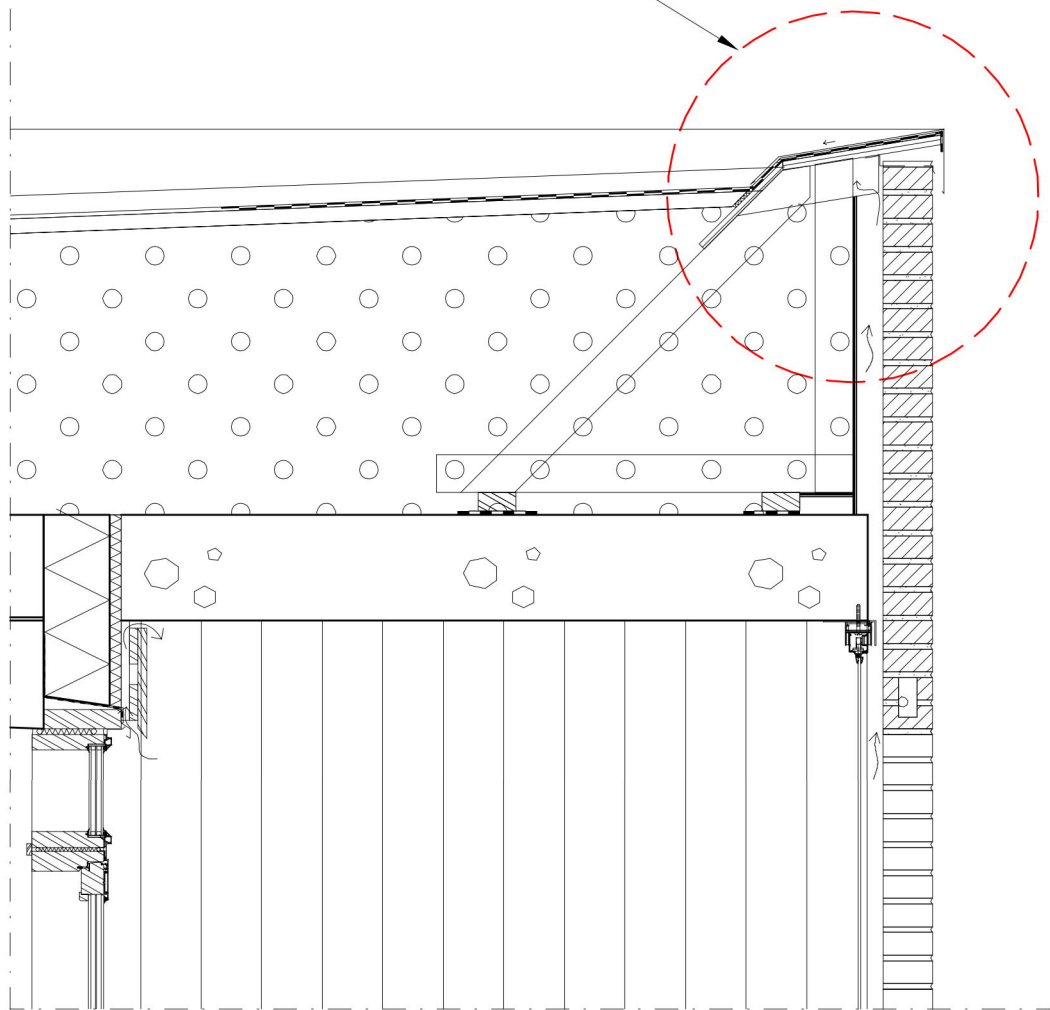
 **A-INSINÖÖRIT**

Päiväys

31.10.2018

DET 53

KORKEAMPI RÄYSTÄS ETTEI  
LUMI, VESI, JÄÄ TMS.  
TULE TUULEN MUKANA  
ALAS TAI SEINÄLLE



TUULETTUVA RÄYSTÄS  
TIILIVERHOUS

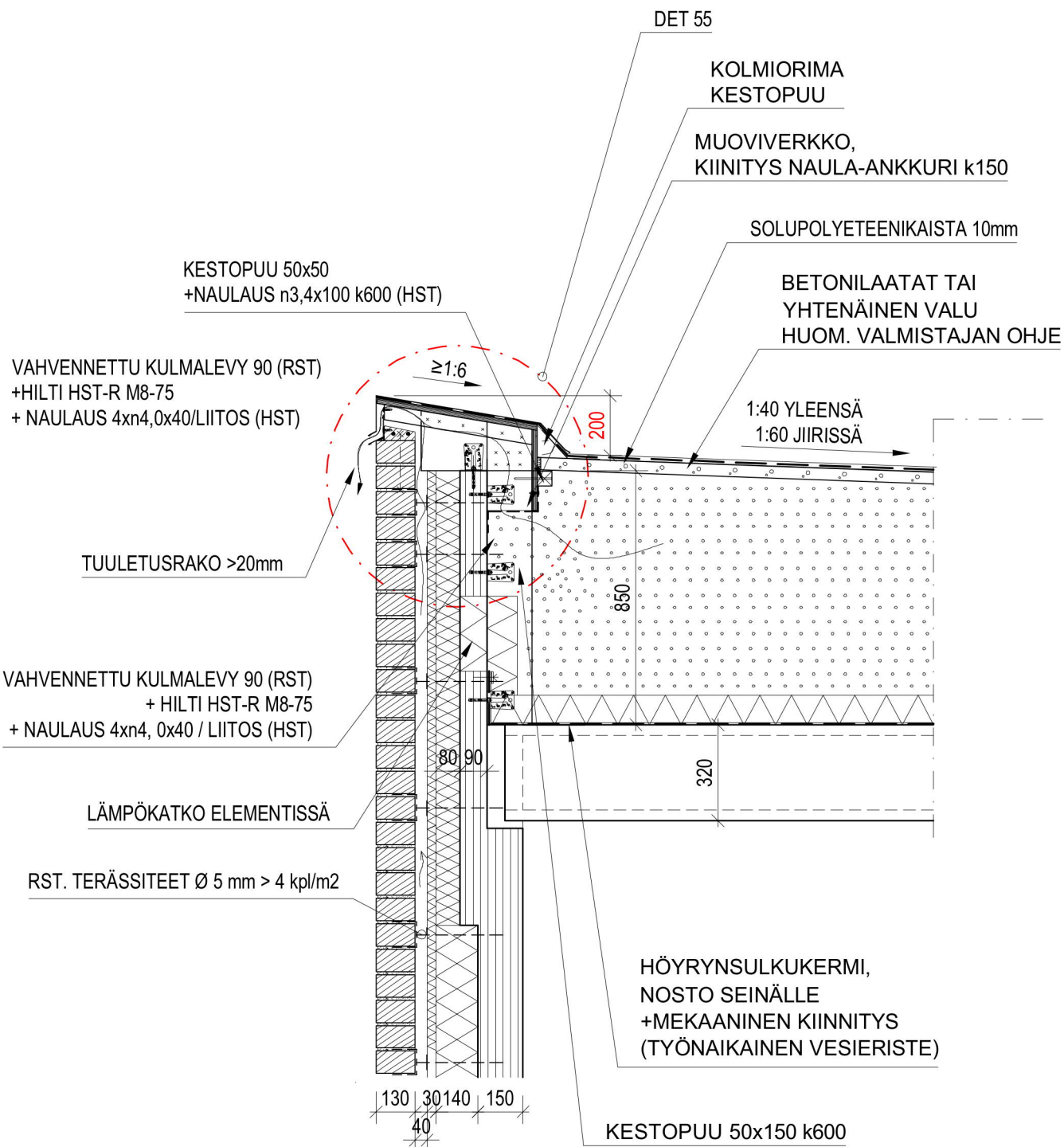
1:20

**A-INSINÖÖRIT**

Päiväys

31.10.2018

DET 54



HUOM! KAIKKI LECASORAAN KOSKETUKSESSA OLEVAT NAULAT, KIINNIKKEET YM. TERÄSOSAT OLTAVA RUOSTUMATTOMIA TAI SUOJATTAVA BITUMISIVELYLLÄ

RÄYSTÄSDETALJI  
TIILIJULKISIVU

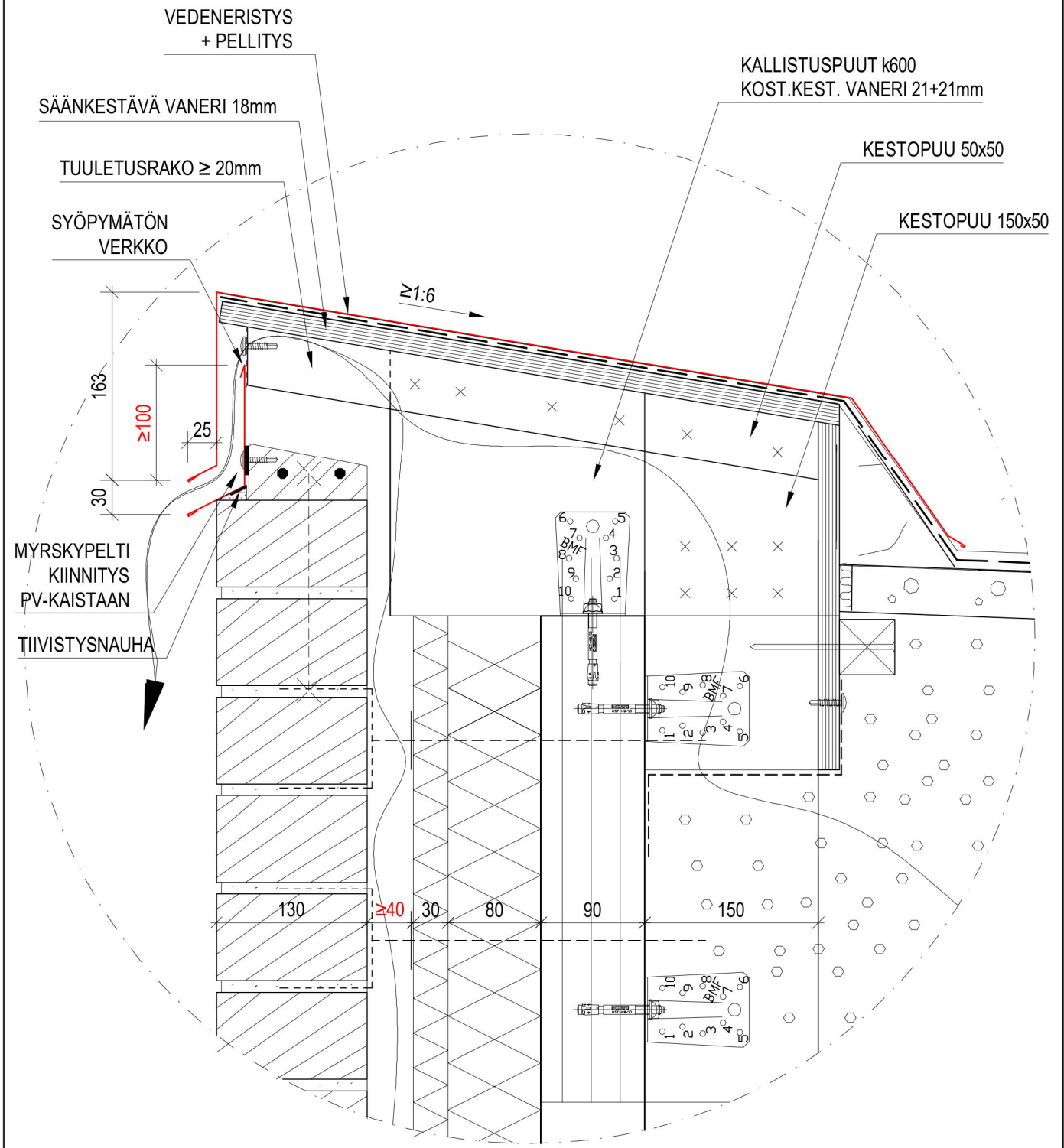
1:5



Päiväys

31.10.2018

DET 55



RÄYSTÄSDETALJI  
LEVYRAPPAAUS JULKISIVU

1:2

 A-INSINÖÖRIT

Päiväys

31.10.2018

DET 56

