

# **KEVYTRAKENTEISEN ULKOSEINÄN KOSTEUDENHALLINNAN KEHITTÄMINEN**

Harri Savolainen

Opinnäytetyö  
Maaliskuu 2015  
Rakennustekniikka  
Rakennustuotanto

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikka  
Rakennustuotanto

HARRI SAVOLAINEN:

Kevytrakenteisen ulkoseinän kosteudenhallinnan kehittäminen

Opinnäytetyö 44 sivua, joista liitteitä 16 sivua  
Maaliskuu 2015

---

Kosteudenhallintaprosessi käsittää koko rakennuksen elinkaaren aikana suoritettavat toimenpiteet, joilla hallitaan rakennuksen kosteusteknistä suunnittelua sekä kosteusrasituksia rakentamisen ja käytön aikana. Työmaan tärkein kosteudenhallinnan tehtävä on estää kosteusvaurioiden synty ilman aikatauluviivytyksiä. Tähän päästäkseen työmaan kannattaa laatia työvaihekohtaisia kosteudenhallintasuunnitelmia vaativimpien työvaiheiden osalta. Ensisijaista on kosteusrasitusten sekä riskien tunnistaminen ja kyky hallita niitä.

Rakentamisaikaiset kosteudenhallinnan toimenpiteet ja kosteusrasitusten vaikutukset vaihtelevat elementti- ja paikallarakentamisen välillä. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia näitä eroavaisuuksia, sekä teettää kosteudenhallintasuunnitelma ja tarkennettu tehtäväsuunnitelma kevytrakenteisten ulkoseinäelementtien asennustyöhön. Tutkimusmenetelmänä käytettiin aineistotutkimusta ja kyselytutkimusta. Rakennuskohteena oli Suomen Yliopistokiinteistöt Oy:n hanke SYK TAY Lääketieteen Uudisrakennus, jota pääurakoi tämän opinnäytetyön tilaaja NCC Rakennus Oy.

Lopullinen kosteudenhallintasuunnitelma tehtiin yhteistyössä hankeen valvojien, suunnittelijoiden, työnjohdon ja aliurakoitsijan kanssa. Suunnitelma tehtiin osana työvaiheen tehtäväsuunnittelua ja tällä poistettiin kosteusteknisiä riskejä ja parannettiin käytännön toimenpiteitä ennen varsinaista työtehtävän aloitusta.

Työn tutkimusten perusteella voidaan todeta, että tämän kaltaisessa kohteessa ulkoseinän rakentaminen elementeistä on kosteusteknisesti paikallarakentamista riskittämpi työtapa. Elementtirakentamisessa kosteudenhallinnan merkitys korostuu suunnittelupuolella, kun taas paikallarakentamisessa työmaan tehtäväsuunnittelussa. Rakentamistavasta riippumatta suunnitteluratkaisuilla voidaan vähentää ja poistaa kosteusteknisiä riskejä ja niiden vaikutuksia. Työmenetelmien mahdolliset edut on mietittävä tapauskohtaisesti, tarkastelemalla kustannuksia mm. sääsuojausten, logistiikan, materiaalihukan, työntekijöiden ja aikataulun sekä yleisten työmaakulujen kannalta.

---

Asiasanat: kosteudenhallinta, kosteudenhallintasuunnitelma, kevytrakenteinen ulkoseinä, tehtäväsuunnittelu, elementtirakentaminen, paikallarakentaminen

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Civil Engineering

HARRI SAVOLAINEN:  
Developing moisture management plan of outer walls

Bachelor's thesis 44 pages, appendices 16 pages  
March 2015

---

Building's moisture management consists of all the actions that control humidity transfer and air flow through and inside the building's structure – during design, construction and utilization of the building. In this process, the construction site's most important feature is to prevent moisture problems without delaying the timetable. In the most challenging jobs that goal can be achieved with experience and separate task plans and moisture management plans. The priority on site is to acknowledge the moisture stresses and risks and be prepared to control them.

During construction phase the moisture management tasks vary in different construction methods such as using prefabricated walls instead of building on site. The purposes of this thesis were to research these differences and create a moisture management plan and a summary of the task plan for the installation of prefabricated outer walls on a building site owned by University Properties of Finland Ltd. The plans were created for the site's main contractor NCC Building Ltd.

The last version of moisture management plan was created in cooperation with all the litigant parties – as a part of the task plan for installation of the prefabricated walls. With this plan some serious moisture risks were eliminated and practical measures enhanced before starting the particular task.

The research of this work indicates that prefabricated walls involve less moisture management risks in this type of construction than building the walls on site. The meaning of moisture management is pressed more in the design area in case of building with prefabricated walls and more in the task planning in case of building the walls on site. Regardless of the methods used to build outer walls – a proper designing will decrease and eliminate moisture risks on site. The benefits of the building methods must be always considered on case-by-case basis.

---

Key words: moisture management, humidity transfer, air flow, moisture problem, task plan, moisture management plan, moisture risk, prefabricated outer walls

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
1.1	Tausta .....	5
1.2	Tavoitteet.....	5
1.3	Rajaukset .....	6
2	TERVE TALO -KONSEPTI .....	7
3	KOSTEUS .....	8
3.1	Ulkopuoliset kosteuslähteet.....	8
3.2	Kosteuden siirtyminen.....	8
3.3	Kosteudenhallinta.....	9
3.4	Kosteus rakennusmateriaaleissa.....	11
4	KEVYTRAKENTEINEN ULKOSEINÄ.....	12
4.1	Rakenteen perusominaisuudet .....	12
4.2	Rakennetyyppejä .....	14
4.3	Vertailun kohteena olevat työmenetelmät .....	17
4.3.1	Elementtirakentamisen kosteudenhallinta.....	18
4.3.2	Paikallarakentamisen kosteudenhallinta .....	19
4.4	Prosessikuvaus ja riskit .....	19
5	KYSELYTUTKIMUS.....	20
5.1	Kyselyn järjestäminen .....	20
5.2	Tulosten käsittely .....	21
6	TULOSTEN SOVELTAMINEN .....	23
6.1	Kosteudenhallintasuunnitelma Arvo 2 ulkoseinien asennustyöhön.....	23
6.2	Tarkennettu A3 –tehtäväsuunnitelma.....	24
7	POHDINTA .....	25
	LÄHTEET .....	28
	LIITTEET.....	29
	Liite 1. Prosessikuvaus ja riskit.....	29
	Liite 2. Kosteudenhallintasuunnitelma .....	31
	Liite 3. Tarkennettu tehtäväsuunnitelma .....	39
	Liite 4. Kyselyn vastaukset .....	40

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tausta

Rakennusten terveellisyys on ollut viimevuosina vahvasti yleisen keskustelun aiheena. Puheenaiheina ovat muunmuassa rakennusten käyttö ja ylläpito, sisäilmaongelmat ja rakennuksen lämmöneristeiden altistuminen sään vaikutuksille – etenkin vaipan lämmöneristeiden kastuminen. Vaipan umpeen saaminen oikein ajoitetusti ja kosteudenhallinta rakentamisen prosessin eri vaiheissa on kriittistä rakennuksen terveellisyyden kannalta.

Tämä opinnäytetyö tilattiin NCC Rakennus Oy:n toimesta tuottamaan kevytelementeistä rakennettavan ulkoseinän kosteudenhallintasuunnitelma uudisrakennuskohteeseen. NCC toimii kohteen projektinjohtourakoitsijana (jolla on pääurakoitsijan vastuu) ja ulkoseinäurakka toimituksineen on aliurakoitu Teräselementti Oy:lle. Aliurakoitsijalla on pitkä kokemus toimivista kosteudenhallintakäytännöistä ja NCC:n tehtävä pääurakoitsijan vastuussa on varmistaa, että kosteudenhallinta täyttää tilaajan laatuvaatimukset.

Kohteena on Suomen Yliopistokiinteistöt Oy:n hanke TA004 TAY Lääketieteen Uudisrakennus, josta käytetään nimeä **Arvo 2**. Kohde valmistuu toukokuussa 2016 ja se toteutetaan noudattamalla vahvasti RT-ohjekorttia RT 07-10805 Terveen talon toteutuksen kriteerit. Kyseinen ohjekortti on työkalu tilaajalle ja rakennuttajalle rakennuksen terveellisyyden varmistamiseksi ja sen noudattaminen vaikuttaa myös hankkeen aliurakoitsijoiden työnsisältöön. Ohjekortin sisältöä esitellään tarkemmin luvussa 2.

## 1.2 Tavoitteet

Tavoitteena on kartoittaa kevyiden ulkoseinien kosteudenhallinnan eroavaisuuksia paikalla- ja elementtirakentamisessa ja tuoda esille niiden kriittisiä ongelmakohtia. Tämän opinnäytetyön tuotoksena syntyvä kosteudenhallintasuunnitelma toimii

laadunvarmistustyökaluna pääurakoitsijalle. Sen tarkoituksena on luoda yhdessä seinäelementtiurakoitsijan kanssa toimivat kosteudenhallintakäytännöt tarkastelemalla riskejä urakan eri vaiheissa. Tämä tarkastelu tehdään käytännössä perusteellisella tehtäväsuunnittelulla. Käytännöistä sovitaan urakkaneuvotteluissa, mallielementtikatselmuksessa tehdaskäynnillä ja aloituspalaverissa, sekä mahdollisesti työn edetessä.

### **1.3 Rajaukset**

Työn tarkoitus on tutkia kosteudenhallintamenettelyjä kevyen ulkoseinäelementin asennuksessa käytännössä, sekä teoreettisella tasolla tutkia eroja vastaavan rakennetyypin kosteudenhallintaan paikallarakentamisessa. Huolimatta mahdollisista kannanotoista, suunnitteluratkaisujen vaikutusmahdollisuuksia kosteudenhallintaan ei lähdetä tutkimaan tässä työssä.

Työssä käsitellään Arvo 2:n ulkoseinä rakenteen sekä vastaavien rakenteiden rakennusmenetelmiä, perusominaisuuksia ja kosteudenhallintaa sekä kosteuden siirtymismuotoja ja sen vaikutuksia rakennusmateriaaleihin. Terve talo –konseptin pääpiirteet ja merkitys esitellään kevyesti ja tuodaan esille lähinnä niiltä osin, miten ne mahdollisesti vaikuttavat tuotannosuunnitteluun ja –ratkaisuihin.

Työn loppupuolella tehdään kyselytutkimus. Materiaalitoimittajilta kysellään tietoja kosteudenhallintamenettelyihin liittyen ja pyritään keräämään tietoa hyödyllisistä ja hyödyttömistä kosteudenhallintamenettelyistä ja toimivista käytännöistä.

## 2 TERVE TALO -KONSEPTI

Terve talo –asiat käsitteenä on Suomen rakentamisessa vielä hyvin uutta. Tässä työssä käsite esitetään konseptina, koska sen tulkinta ei ole yksiselitteinen, eikä kyseessä ole tarkoin määritelty kirjallinen ohje. Käytännössä Terve Talon –asiat ovat hyvän rakentamistavan noudattamista. Terveen talon toteutuksen kriteerit (RT-Ohjekortti 2003, /6/, s.2-3) on lista asioista, joita rakennushankkeessa tulisi huomioida terveellisen lopputuloksen saavuttamiseksi (kuva 1). Käytännössä se toimii tilaajan tarkastuslistana rakennushankkeen alusta loppuun. Siinä on esitetty tärkeimmät toimenpiteet, joilla saavutetaan hallitusti kuiva, puhdas ja teknisesti toimiva rakennus tilojen ja järjestelmien osalta. Teoksessa sen sisältöä kuvaillaan mm. seuraavasti:

Terveellisen lopputuloksen saavuttamiseksi on välttämätöntä, että koko rakentamisen ketjussa otetaan huomioon terveellisen lopputuloksen edellyttämät toimenpiteet. Kriteerit ja ohjeet käsittelevät kosteusteknisesti turvallisesti toimivien rakenteiden ja hyvän, terveellisen sisäilmaston kannalta kriittisiä asioita.

## 5 RAKENTAMISVAIHE

Hyvällä työmaasuunnittelulla on keskeinen vaikutus sisäilmastoriskien hallintaan. Siihen vaikuttavat ratkaisevasti myös vedenpoiston sekä kosteuden ja pölyn hallinta rakennustyön aikana.

### Rakentamisvaiheen suunnitelmat

- Pääurakoitsija on laatinut työmaalle urakkaohjelman ja urakkarajaliitteen vaatimuksia noudattavan laadunvarmistussuunnitelman.

Urakoitsija laatii laadunvarmistussuunnitelmat työvaiheittain. Erityistä huomiota kiinnitetään laadun kannalta kriittisten tekijöiden tunnistamiseen ja mahdollisten työvirheiden ennakointiin. Työ tehdään asiakirjojen mukaisesti. Sovitut tarkastukset, kokeet ja mittaukset tehdään ja dokumentoidaan.

- Pääurakoitsija on laatinut työmaalle kosteudenhallintasuunnitelman, joka sisältää liitteessä 6 esitetyt asiat.



KUVA 1. Esimerkki RT-ohjekortin sisällöstä ja ulkoasusta (RT-Ohjekortti 2003, s. 7).

Arvo 2 kohteen urakkaohjelmassa on määritetty noudatettavaksi Terveen talon toteutuksen kriteerejä. Kohteessa ulkoseinäurakoitsija tekee suunnitelmat seinien detaljeista, asennustyöstä toimituksineen ja kosteudenhallinnasta ja hyväksyttää ne rakennuttajalla.

### 3 KOSTEUS

#### 3.1 Ulkopuoliset kosteuslähteet

Rakennuksen ulkopuolisista kosteusrasituksista voimakkain on **sade** ([www.sisailmayhdistys.fi](http://www.sisailmayhdistys.fi) kosteuslähteet). Suomessa sataa vettä vuositasolla noin 600 mm, josta noin 30% saattaa tulla syksyllä vain muutaman päivän aikana. Tämän tason kuormitukset on välttämätöntä huomioida rakentamisessa. Sade rasittaa ulkoseinärakenteita yhdessä **ulkoilman** tuulenpaineen vaikutuksesta (lisää kappaleessa 3.2).

Muita ulkopuolisia kosteuslähteitä on **maaperän kosteus** ja **pintavedet**. Maaperän kosteus on ulkopuolisista rasituksista pitkäkestoisin, sillä rakennuksen alla on aina jollain tasolla pohjaveden pinta ([www.sisailmayhdistys.fi](http://www.sisailmayhdistys.fi) Kosteuslähteet). Tämä kuitenkin aiheuttaa harvemmin maanpäälliselle seinärakenteelle suoranaista kosteusrasitusta.

#### 3.2 Kosteuden siirtyminen

Kosteus, ilma ja lämpö pyrkivät siirtymään rakenteiden läpi ja sisällä tavoitteenaan tasapainotilan saavuttaminen. Käytännössä siirtymisiin vaikuttavat samanaikaisesti eri ilmiöt eri suuntiin ja voimakkuuksilla, joten lopullinen siirtyminen on monitahoinen ilmiö (RIL 250-2011, 2011, s. 152). Jotta kosteuden siirtymisiä voidaan hallita rakentamisen ja rakennuksen käytön aikana, on tärkeätä erotella ja ymmärtää eri siirtymistavat.

**Diffuusiassa** veden osapaine-erot pyrkivät tasoittumaan suuremmasta pitoisuudesta pienempään päin. **Konvektiossa** kosteus kulkeutuu ilmvirran mukana pakoitettusti (ihmisten, laitteiden, järjestelmien aiheuttamana) tai luonnollisesti (harvemmin). Nämä ovat **vesihöyryn** tärkeimmät siirtymismuodot (RIL 250-2011, 2011, s. 152).



Pinta- ja sadevedet kulkeutuvat **painovoiman** ja **tuulenpaineen** vaikutuksesta. Tuulenpaine saattaa siirtää kosteutta myös ylöspäin rakenteiden sisällä ([www.sisailmayhdistys.fi](http://www.sisailmayhdistys.fi) Kosteuslähteet). Rakennusmateriaaleissa ja maaperässä **vesi** siirtyy myös **kapillaarivirtauksen** vaikutuksesta. Kapillaarisuus kertoo materiaalin kyvystä ”imeä” kosteutta itseensä ja kuljettaa sitä (Tapio Korkeamäki, 2011).

Kosteuden siirtyminen rakenteiden sisällä on luonnollinen osa rakenteiden toimintaa. Rakentamisen tehtävänä on varmistaa, että siirtymiset tapahtuvat aiheuttamatta haittaa rakenteille. Näiden kosteutta siirtävien ilmiöiden hallitseminen kuuluu kosteudenhallintaprosessiin.

### 3.3 Kosteudenhallinta

Kosteudenhallintaprosessi käsittää koko rakennuksen elinkaaren aikana suoritettavat toimenpiteet, joilla hallitaan rakennuksen kosteusteknistä suunnittelua sekä kosteusrasituksia rakentamisen ja käytön aikana (RIL 250-2011, 2011, s. 19). Rakennusprosessin kosteudenhallinta lähtee tavoitteiden asettamisesta ja suunnitteluratkaisuista. Pääsuunnittelijan tehtävä on selvittää rakenteen kosteustekninen toiminta (Dick Björkholtz, Rakennustieto Oy, 1997 s. 8). Suunnitteluratkaisut vaikuttavat merkittävästi rakennustyömaan kosteudenhallintaan. Oikeilla materiaalivalinnoilla vaikutetaan mm. kuivumisaikoihin ja säänkestoon. Suunnitteluvaiheessa on myös mahdollista vaikuttaa väliaikaiseen vedenohjaukseen valmiilla rakennusosilla.

Työmaan kosteudenhallinnan tärkein tehtävä on estää kosteusvaurioiden synty, tunnistaa kosteusriskit rakentamisen eri vaiheissa ja hallita niitä ilman aikatauluviivytyksiä ([www.sisailmayhdistys.fi](http://www.sisailmayhdistys.fi) Työmaan Kosteudenhallinta). Työmaan kosteudenhallinta käsittää riskien kartoituksen, kuivumisaika-arviot, olosuhdehallinnan, kosteusmittaussuunnitelman sekä organisoinnin, seurannan ja valvonnan. Rakentamisen aikainen ja sen jälkeinen rakennekosteus voi olla rakennuksen merkittävin kosteusrasitus (RIL 250-2011, 2011, s.93). Rakennushankkeeseen ryhtyvän vastuulla on asettaa kosteudenhallinnan laatuavoitteet ja luoda edellytykset kosteudenhallinnan onnistumiselle.

Kosteudenhallinnan menettelytavat valitaan rakennuksen kosteusriskiluokan perusteella (RIL 250-2011, 2011, s. 28). Menettelytapoja ovat kattavasti tehostettu menettely (luokka 3), normaalimenettely, jossa kriittisiin kohtiin valitaan tehostettuja menettelytapoja (luokka 2) ja normaali tai kevennetty normaalimenettely (luokka 1). Kuvassa 2 RIL:n mukaiset kosteusriskiluokat ja esimerkkejä rakennuskohteista.

Hankkeen vaativuus	Kosteusriski-luokka	Esimerkkejä
Erittäin vaativa	3	Rakennukset, joissa on suuri kosteusrasitus (mm. uimahallit, kostutetut tilat, pakkasvarastot) tai jotka ovat muuten kosteudenhallinnan suunnittelun, toteutuksen, ylläpidon tai käytön kannalta erittäin vaativia.
Normaalia vaativampi	2	Normaalia vaativammat asuin-, liike- ja toimistorakennukset. Koulut ja päiväkodit.
Normaali	1	Tavanomaiset asuin-, liike- ja toimistorakennukset (normaalimenettely). Rakennukset, joissa on ihmisiä vain satunnaisesti tai rakennuksen suunniteltu käyttökä on normaalia lyhyempi (kevennetty normaalimenettely).

KUVA 2. Kosteusriskiluokat ja esimerkkejä (RIL 250-2011, 2011, s. 28).

**Normaalimenettelyssä** asetetaan selkeät laatuvaatimukset ja kartoitetaan kosteusriskit ja –tekijät (Sami Niemi, seminaari, 2013). Rakennesuunnittelijoiden ja toteuttajien tulee olla päteviä, suunnitelmien yhteensopivuus tarkastetaan ja rakennesuunnittelija osallistuu kriittisten työvaiheiden aloituspalaveriin. Eri osapuolet sitoutuvat kosteudenhallintasuunnitelmaan ja sen teko alkaa ajoissa ja päivittyy hankkeen edetessä. Käytölle ja huollolle annetaan ohjeet. Tämä on edellytys toimivan kosteudenhallintaprosessin jatkamiseksi rakennuksen käytön aikana.

RIL:n mukaan **tehostetussa menettelyssä** normaalin lisäksi tarkastetaan toimijoiden pätevyudet ja suunnitellaan ratkaisut syvällisemmin (Sami Niemi, seminaari, 2013). Suunnitelmien tarkastus ja rakennusosien valmistuksen laadunvarmistus tehdään ulkopuolisesti. Valmisosien valmistuksen laatu varmistetaan esimerkiksi tehdaskäynneillä ja rakennuksen käytönaikaista seuranta ja huoltoa tehostetaan. Tehostetussa työmaan kosteudenhallinnassa rakenneratkaisuilla helpotetaan työmaan aikaista kosteudenhallintaa ja materiaalien kastuminen minimoidaan kuljetus- ja varastointivaiheessa. Työnaikaisen sääsuojan on oltava mahdollisimman kattava. Tehostetut toimenpiteet tarkennetaan työmaan ja suunnittelijoiden kesken ja työmaa organisoidaan siten, että asiantuntija pääsee aidosti vaikuttamaan työnaikaisen kosteudenhallinnan ratkaisuihin (RIL 250-2011, 2011, s. 35).

**Kevennetyssä menettelytavassa** noudatetaan normaalimenettelyn laadunvarmistustoimenpiteitä, mutta kevennetyksi esimerkiksi, kun rakennuksessa on ihmisiä vain satunnaisesti tai sen elinkaari on lyhyt (RIL 250-2011, 2011, s. 29).

Tässä työssä kosteusriskejä lähdettiin tarkastelemaan ulkoseinän rakentamiseen liittyvien yleisten riskien kautta. Tarkastelua ja kosteudenhallintaprosessia kuvaillaan tarkemmin luvussa 4.4.

Jossain tilanteissa ammattialan ulkopuoliselle ihmiselle näyttää siltä, että kastuminen turmelee rakenteet väistämättä (keskustelu.suomi24.fi). Näin ei kuitenkaan ole. RIL:n mukaan kosteudenhallinta on erittäin hyvällä tasolla, kun käytetään kosteutta kestäviä materiaaleja ja kastuneet materiaalit kuivataan ja kuivuminen varmistetaan riittävän tarkoin mittauksin (Sami Niemi, seminaari, 2013).

### **3.4 Kosteus rakennusmateriaaleissa**

Kosteuden vaikutusta rakenteiden vaurioitumiseen ei voi aliarvioida. Dick Björkholtz toteaaakin rakennusfysiikan kirjassa ”Meillä kuten myös muualla maailmassa onkin todettu, että liiallinen kosteus on vaikuttava tekijä lähes kaikissa rakenteiden vauriotapauksissa” (Dick Björkholtz, Rakennustieto Oy, 1997 s. 8). Kosteus rakennusmateriaaleissa heikentää lämmöneristävyyttä, aiheuttaa materiaalien ennenaikaista turmeltumista sekä mekaanisia rasituksia ja on edellytyksenä mikrobikasvustojen syntymiselle, mitkä aiheuttavat sisäilmaongelmia.

Kevyen rankarakenteisen ulkoseinän kosteusvauriot aiheutuvat pääosin rakenteeseen ulkopuolelta tunkeutuneesta vedestä. Tyypillinen vaurion aiheuttaja on ikkunapeltien, ovi- ja ikkunaliitosten ja ulkoverhouksen läpi tunkeutuva vesi. Pintavesien aiheuttama tyypillinen vaurio ulkoseinille tapahtuu ratkaisuisissa, joissa puuseinä ulottuu lattiarakenteen sisään ja sen alaosa kastuu valesokkelin tai ulkoverhouksen läpi tunkeutuvasta vedestä, eikä pääse kuivumaan ([www.sisäilmayhdistys.fi](http://www.sisäilmayhdistys.fi) Rankarakenteiset ulkoseinät). Sisäpuolelta tunkeutuneen veden aiheuttamat ongelmat ovat harvinaisempia (<http://www.tyosuojelu.fi/fi/home-kosteusvauriot>). Ongelman aiheuttavan virheen korjaaminen onnistuu usein hyvin pienillä toimenpiteillä, jos se havaitaan riittävän ajoissa.

## 4 KEVYTRAKENTEINEN ULKOSEINÄ

### 4.1 Rakenteen perusominaisuudet

Kevytrakenteisella ulkoseinällä tarkoitetaan pääasiassa ei-kantavaa seinää, jonka kuormat johdetaan kantavaan rakennusrunkoon. Seinät voidaan kannatella käytännössä mistä tahansa rakennuksen kantavasta osasta. Ulkoseinä koostuu eri materiaaleista ja tuotteista, joilla on eri ominaisuuksia (Gyproc käsikirja). Rakenteen on kokonaisuudessaan täytettävä sille asetetut rakennetekniset vaatimukset:

- lämmön- ja ääneneristys
- paloturvallisuus
- tuulitiiveys
- ilmatiiveys
- vesihöyrynläpäisykyky ja -tiiveys
- sadesuoja
- kantavuus.

Seinä rakenne koostuu tyypillisesti

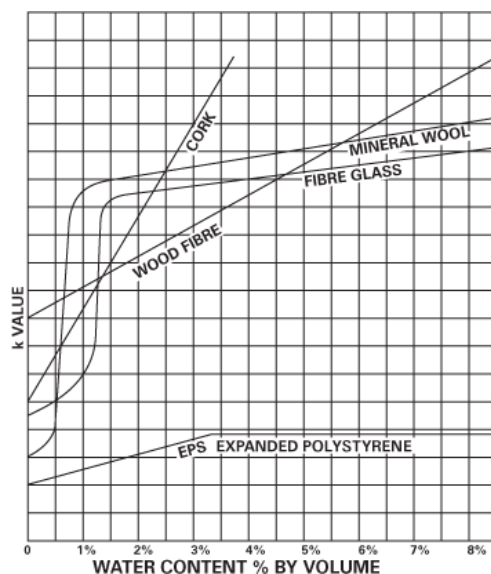
- julkisivusta
- tuuletus- /ilmaraosta
- tuulensuojasta
- lämmöneristekerroksesta (tyypillisesti myös rakenteen runko)
- ilman-/höyrynsulusta
- sisäpinnan pintamateriaaleista
- kiinnikkeistä ja kannakkeista.

Arvo 2:n ulkoseinä rakenne täyttää ominaisuuksiltaan palonkestoluokan EI60, ääneneristävyiden kerrosten välillä  $R'w > 55$  dB ja U-arvon 0,17 W/m<sup>2</sup>K. Rakenteen lämmöneriste on ei-hygroskooppista ja kapillaarisen nousun katkaisevaa villaa. Seinä kannatellaan rakennuksen kantavaan runkoon sekä teräsbetoni-, että teräspilareista ja – palkeista, kantavasta paikallavalu- ja ontelolaatastosta ja betoniseinistä.

Julkisivuissa voidaan käyttää lähes mitä tahansa materiaalia; tiiltä, puuta, lasia tai teräs- ja kiviohutlevyjä. Sen tärkein ominaisuus on suojata rakennetta saderasitukselta (Gyproc käsikirja). Suunnittelussa on syytä olettaa, että vesi pääsee julkisivun sadesuojan taakse rakenteen läpi ja sen saumoista. Tuuletusraon tehtävä on nopeuttaa sadesuojan kuivumista.

Tuulensuoja toimii lämmöneristeen suojana estämällä tuulenpaineen aiheuttamat ilmavirtaukset eristeen sisällä. Ilmavirtauksen hallinta on olennaista rakennusten lämmöneristävyyden kannalta (paroc.fi). Tuulensuojan on oltava tuulenpitävä, mutta sen on läpäistävä sisältä tuleva kosteus (Gyproc käsikirja). Levyistä rakennetun tuulensuojan saumat on tehtävä erityisen huolella ilmatiiveyden saavuttamiseksi. Elementeistä rakennetussa ulkoseinässä on tiiveyden kannalta tärkeää sekä elementin huolellinen levytys, että elementtien tiivis asennus. Rakennusten tiiveyttä mitataan ja kuvataan ilmanvuotoluvulla  $q_{50}$  ( $m^3 / (h \cdot m^2)$ ) (RakMK D3, 2012, s.10). Terve talokohteissa rakennuksen tiiveysvaatimus  $q_{50} = 1$ , kun RakMK D3 määräys on  $q_{50} = 4$ .

Lämmöneristekerros toimii usein myös palon- ja ääneneristeenä ja on tyypillisesti seinärakenteen paksuin rakennekerros, noin 150 – 300 mm. Eristeen kastuminen heikentää sen lämmöneristyskykyä huomattavasti, kuten kuvassa 3 on osoitettu.

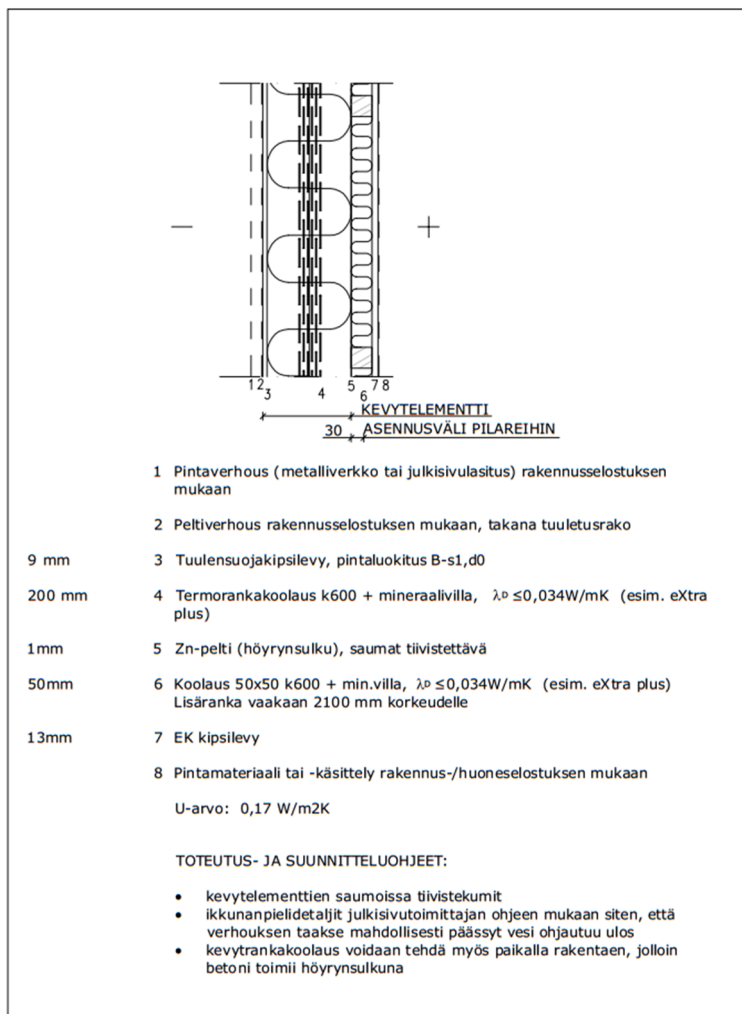


KUVA 3. Lämmönjohtavuuden käyttäytyminen eri materiaaleilla, niiden kosteuspitoisuudesta riippuen. Huom! *Water content % by volume* tarkoittaa veden määrää (%) tilavuudesta, ei RH:ta (<http://www.rmax.com.au/Understanding-r-values.html>).

## 4.2 Rakennetyyppiä

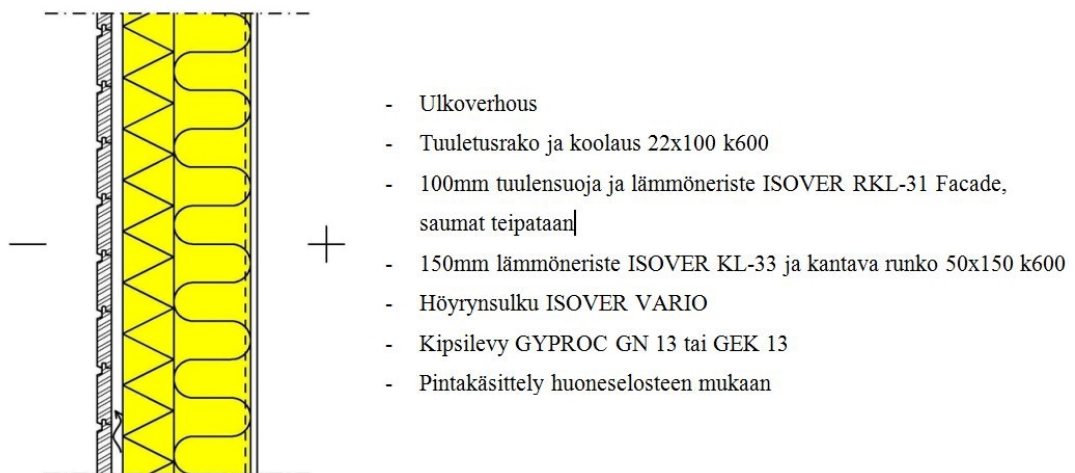
RT-kortisto ja materiaalivalmistajat tarjoavat valmiita rakenneratkaisuja (kuten kuvassa 4), jotka soveltuvat käytettäväksi suunnitelmien liitteenä tavanomaisissa olosuhteissa. Kuvassa 4 on yksi Arvo 2-kohteen ulkoseinärakenteista. Kuvat 5 ja 6 ovat tavanomaisia materiaalitoimittajien malli- ja mainoskuvia rakenteista, joiden tarkemmat suunnittelutiedot on saatavilla valmistajien internet-sivuilla. Kuva 6 havainnollistaa hyvin tavanomaisen kevytrakenteisen seinän rakennekerrokset.

Suunnittelija <b>RAMBOLL</b> PL 718, Pakkahuoneenaukio 2 33101 Tampere Puh. 020 755 611		Työnumero <b>T5444</b>		<b>US 01</b>
Rakennuskohde <b>Arvo 2</b>		Päiväys	Tekijä <b>MILEH</b>	
		Sisältö <b>ULKOSEINÄRAKENNE METALLIVERHOUS, EI KANTAVA</b>		



KUVA 4. Arvo 2:n ulkoseinärakenne US01 (Ramboll Oy). Höyrynsulun sijoittaminen vaakakoolauksen taakse mahdollistaa sähkö- ja patterivedot seinärakenteessa puhkomatta höyrynsulkumuovia.

Arvo 2:n US01:n runko tehdään kertopuusta kuvan 4 rakennetyypistä poiketen. Kertopuun etuna termorankaan verrattuna on, että elementistä saadaan tiivis paketti. Termorangan rei'istä pääsee kulkeutumaan kosteutta elementin sisään, toisin kuin puun lävitse, jonka hygroskooppinen kyky sitoa kosteutta hidastaa kosteusvaihteluja elementissä, sekä estää valumavesien pääsyä elementin sisään (Juha Vinha).



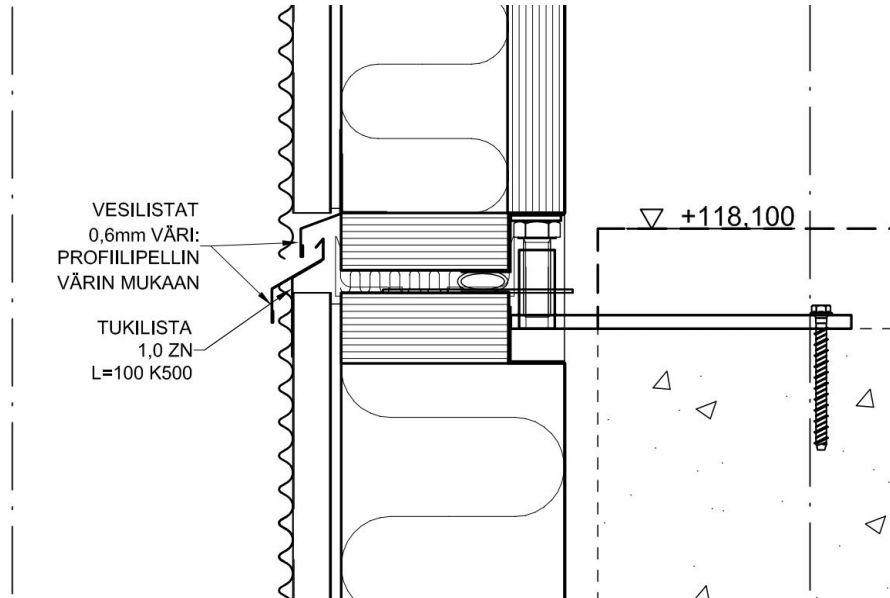
KUVA 5. ISOVER Saint-Gobain –tuotevalmistajan rakennetyyppi MEUS 1101A, (<http://www.isover.fi/suunnittelu/rakennekirjasto/5084/meus-1101a>)



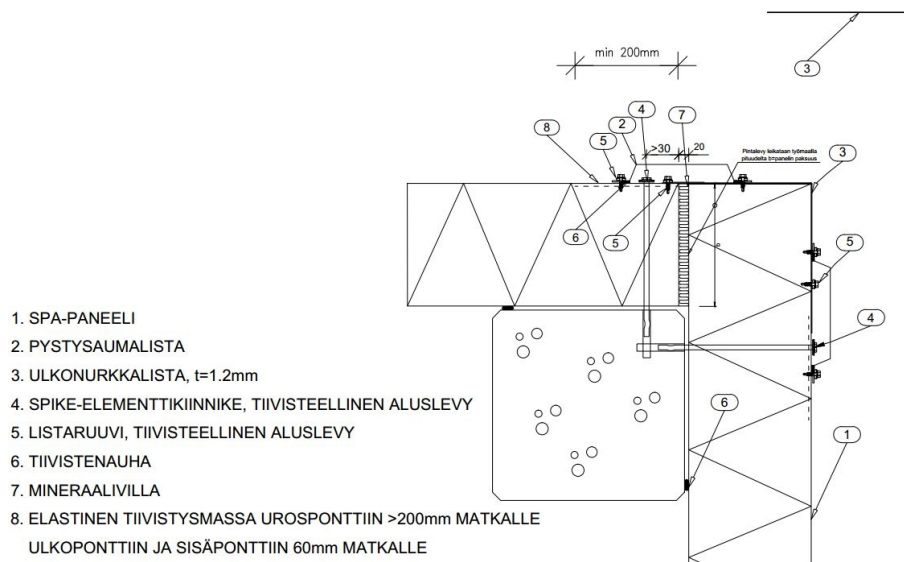
KUVA 6. Paroc –tuotevalmistajan Puuverhottu seinä.

Kevytrakenteiset ulkoseinät ovat tyypiltään hyvin samankaltaisia, mutta niiden materiaalit ja ominaisuudet vaihtelevat laajalti. Jossain tapauksissa kosteusteknisesti toimiva ratkaisu saattaa toimia eri kohteissa vastakkaisilla tavoilla (Juha Vinha). Rakennerratkaisut on tehtävä olosuhdetekijät huomioonottaen.

Oleellista ei-kantavissa ulkoseinissä on, että ne kannatellaan rakennusrungosta. Seinissä käytettävät kiinnikkeet ja kannakkeet vaihtelevat laajalti rakennetyypin mukaan. Arvo 2:n julkisivuelementtien kannatusdetaljeja on esitetty kuvissa 7 ja 8.



KUVA 7. Esimerkki Arvo 2:n julkisivuelementin kannatuksesta kantavaan välipohjaan (Teräselementti Oy).



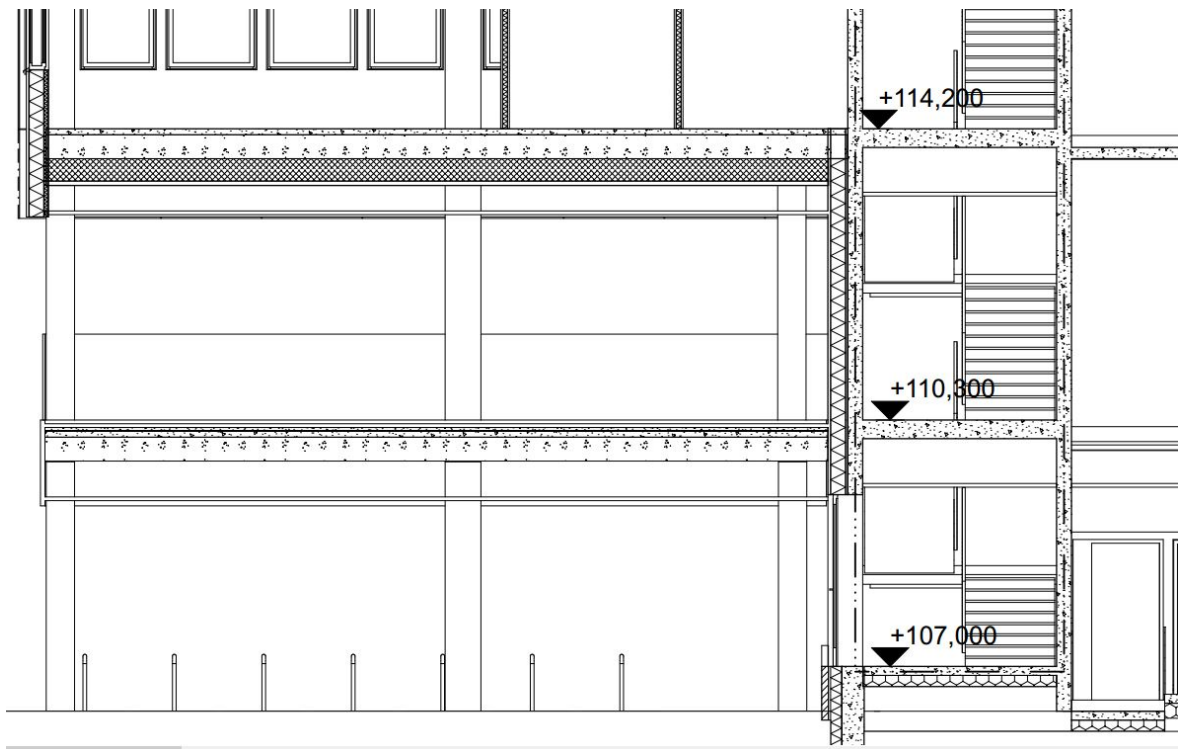
KUVA 8. Arvo 2:n Sandwich-elementtien nurkkadetelji (Ramboll Oy).



### 4.3 Vertailun kohteena olevat työmenetelmät

Rakennuksia voidaan tehdä paikallarakentaen, elementeistä, niiden yhdistelmänä ja jopa valmiista tilaelementeistä. Tässä työssä tarkastellaan vaihtoehtoja, kun ulkoseinä tehdään täysin paikallarakentaen sekä elementtien ja paikallarakentamisen yhdistelmänä.

Arvo 2:n ulkoseinät rakennetaan pääosin elementeistä. Ainoastaan takasiiven terassin ulkoseinä (kuvassa 9) tehdään paikallarakentaen. Elementtirakentaminen ei tullut tässä kysymykseen, sillä kantavan rungon ontelot asennettiin terassin päälle ennen ulkoseinäelementtien urakan sopimista. Terassin seinärakenteena toimii sama rakennuksen päävaltainen ulkoseinä rakenne US01 (kuva 4). Seinä rakennetaan osaksi myös porraskäytävän betoniseinää vasten.



KUVA 9. Arvo 2:n takasiiven terassin leikkauskuva (Arkkitehtiryhmä Reino Koivula Oy, 2014).

### 4.3.1 Elementtirakentamisen kosteudenhallinta

Nopeassa rungon asennustyössä rakennuksen sääsuojaus on haastavaa, etenkin laajoissa kohteissa. Tavanomaisiin kohteisiin on helpommin saatavilla sääsuoja, joita voidaan nostaa sähköisesti rungon mukana ja liikuttaa kiskoilla rakennuksen edetessä (kuva 10) (Lainapeite Oy, Gibson-Järjestelmä).



KUVA 10. Gibson-Järjestelmä on käytössä ruotsalaisessa rakennuskohteessa (<http://www.mfbmiks.se/index.asp?page=13>).

Elementit voidaan suojata säältä esimerkiksi huputtamalla ne rakennusmuovilla. Tämä on käytännöllinen keino suojata mm. valmiit julkisivut kuljetuksen ja varastoinnin ajaksi. Jos suojaus suunnitellaan huolella, elementit voidaan myös asentaa poistamatta suojauksia. Jossain vaiheessa valmiiseen rakenteeseen kuulumattomat suojaukset on kuitenkin poistettava, sillä ne saattavat vaikuttaa rakenteen kosteustekniseen toimintaan.

Täsmätoimituksilla voidaan usein vähentää materiaalien altistumista säälle, jolloin myös suojaustarvetta voidaan miettiä sen pohjalta. Arvo 2:n ulkoseinäelementit suojataan rakenteen höyrynsulkua ja kosteutta kestäviä materiaaleja käyttäen niin, että valmiit elementit on suojattu täysin kastumista vastaan, eikä suojauksia poisteta asennuksen yhteydessä. Ylimääräiset suojamuovit poistetaan, kun sisäpuolen pintarakenteita aletaan rakentamaan. Ratkaisut syntyivät kosteudenhallinta- ja tehtäväsuunnittelun tuloksena yhteistyössä työmaan, seinäurakoitsijan ja rakennuttajan kanssa.

### 4.3.2 Paikallarakentamisen kosteudenhallinta

Yleisesti sääsuojien rakentaminen mielletään helpommaksi paikallarakentamisessa kuin elementtirakentamisessa, sillä suojausta voidaan rakentaa työn edetessä ja pienemmät kohteet on helppo suojata kerralla kokonaan. Toisaalta työn monivaiheisuus ja materiaalien vastaanotot ja varastointi saattavat vaikeuttaa kosteudenhallintaa. Merkittävä kosteudenhallinnan etu paikallarakentamisessa on rakennuksen ulkokuoren umpeen saaminen ennen eristeiden asennusta. Kevytrakenteinen runko on joissain tapauksissa mahdollista asentaa valmiiksi vesikattoon asti ja tuulensuojalevytyks voidaan tehdä ennen eristeiden asentamista. Tällä tapaa lämmöneristeet on mahdollista asentaa kuivissa olosuhteissa. Täsmätoimitukset ovat myös paikallarakentamisessa hyvä kosteudenhallintatoimenpide (RT-Ohjekortti 07-10805 2003).

Taloudellisesti on vaikeaa arvioida menetelmien etuja, sillä ne mahdollistavat työvaiheiden ajoitukset ja vuorovaikuttavat työmaatoimintojen kanssa eri tavalla. Kerroksiin varastoitavat materiaalit saattavat hidastaa muita työvaiheita ja kuivumisaikoja (RIL 250-2011, 2011). Toisaalta työtä voidaan paikallarakentamisessa nopeuttaa helposti resursseja lisäämällä, mikä ei onnistu samalla tapaa elementtirakentamisessa.

## 4.4 Prosessikuvaus ja riskit

Tässä työssä lähdettiin tutkimaan kosteudenhallintaan liittyviä riskejä ulkoseinärakentamisen prosessin eri vaiheissa. Paikalla- ja elementtirakentamisen prosessit pilkottiin osiin ja lähdettiin tutkimaan mitä riskejä kukin konkreettinen työvaihe sisältää. Tätä kautta luotiin prosessikuvaukset, sekä työvaiheisiin liittyvät kosteudenhallinnan riskit ja esimerkit torjuntatoimenpiteistä. Nämä prosessikuvaukset on esitetty liitessä 1 ja ne tehtiin yleisellä tasolla ulkoseinärakentamiseen. Prosessikuvausten pohjalta siirryttiin erillisen kosteudenhallintasuunnitelman laatimiseen, mikä on osa tehtäväsuunnittelua. Kosteudenhallintaprosessia tehtäväsuunnitteluvaiheessa käsitellään kappaleessa 6.

## 5 KYSELYTUTKIMUS

### 5.1 Kyselyn järjestäminen

Tutkimuksen tarkoituksena oli kartoittaa ns. ”kuivaketjun” hallitseminen ulkoseinien rakentamisprosessin aikana. Kuivaketjua voisi hyvin verrata elintarviketeollisuuden kylmäketjuun, jossa elintarvikkeen lämpötila pidetään riittävän alhaisena koko sen matkan ajan valmistajalta kuluttajalle. Rakentamisen kuivaketjussa materiaali toimitetaan valmistajalta työmaalle ja rakennushankkeen läpi aina käyttöönottoon asti, kuivana.

Kyselytutkimus tehtiin lomakkeella (kuva 11) kolmelle seinäelementtejä toimittavan yrityksen työnjohtajalle Ruukki Construction Oy:stä, Normek Oy:stä, Teräselementti Oy:stä sekä NCC:n Arvo 2 –kohteen runkotyön työnjohtajalle. Tutkimuksen kysymykset syntyivät ko. prosessikuvauksien pohjalta ja sen vastaukset käsiteltiin nimettöminä. Vastaukset ovat koottu kysymyskohtaisesti liitteeseen 4.

Kyselylomake

Joulukuu 2014

Kyselytutkimus kevytrakenteisten ulkoseinien kosteudenhallinnasta

Harri Savolainen, TAMK Rakennustekniikka

Millä menetelmillä yrityksessä hoidetaan **kevytrakenteisten ulkoseinien** rakentamisvaiheen suojaus säätä vastaan?

- Tehtaalla:
  - Varastointi
  - Tuotanto
  - Lastaus ja kuljetus
- Työmaalla:
  - Vastaanotto ja varastointi
  - Mitkä materiaalit yleensä suojataan sään vaikutuksilta, miten?
  - Tehdäänkö täsmätoimituksia?
  - Onko märkiä lämmöneristeitä asennettu seinään?
  - Tehdäänkö ulkoseinistä erillisiä kosteudenhallintasuunnitelmia?
  - Asennustyön aikana
    - Sääsuojat?
    - Kastuneet materiaalit: Vaihdetaan vai kuivataan?
    - Kuivumisen varmistuminen: Aistinvarainen / kosteusmittaukset?
    - Holvilta valuva vesi
    - Lumi ja jää: Sulatetaanko vai poistetaanko mekaanisesti?
- Mitä mieltä olet yleisistä
  - työmaiden kosteudenhallinnasta?
  - materiaalitöittäjän kosteudenhallinnasta?
- Mitä tehdään hyvin tai hyvin huonosti? Mihinkä tulisi kiinnittää enemmän huomiota?
- Kumpi on helpompaa: paikalla- vai elementtirakenteisen seinän kosteudenhallinta?

KUVA 11. Kyselylomakkeet ja vastaukset vaihdettiin word-tiedostoina sähköpostitse.

## 5.2 Tulosten käsittely

Kyselyyn vastanneiden määrästä huolimatta tuloksista voidaan tehdä melko kattavia johtopäätöksiä suurempien yritysten osalta. Vastanneet henkilöt edustavat suuria suomalaisia ja pohjoismaisia rakennusyhtiöitä, joidenka työ- ja laadunvarmistusmenetelmät ovat hyvin vakiintuneita yritysten sisällä. Vastanneet eivät siis puhu yksittäisistä rakennuskohteista, vaan siitä miten heidän yrityksessään toimitaan. Toki käytännöt vaihtelevat työntekijöistä riippuen, mutta yritysten asettamat vaatimukset ja edellytykset ovat yleensä kaikille samantasoiset. Vastauksia vertailtaessa on pidettävä mielessä vastaajien subjektiivisuus.

Vastauksista voidaan päätellä, että suurimmat haasteet on työmaan kosteudenhallinnassa mm. kireiden aikataulujen ja tiukkojen urakkakilpailujen vuoksi. Haasteista huolimatta kosteudenhallinta on yleisesti hyvällä tasolla, vaikka itse suunnitelmat eivät olisikaan. Materiaalitoimittajien päässä riskit nähdään hallittavan hyvin, eikä niistä ole paljon kommentoitavaa.

Vastanneista kaikki pitävät elementtirakentamisen kosteudenhallintaa paikallarakentamista helpompana. He ovat myös sitä mieltä, että materiaalitoimittajien päässä kosteudenhallinta on hyvällä tasolla, eikä esimerkiksi pakkaussuojauksista ollut mitään huomautettavaa. Yksi vastaajista totesi, että mitä arvokkaampi on tuote, sitä paremmin se on suojattu. Vastaajat suojaavat kuitenkin itse työmaalla kosteudelle herkät materiaalit.

Kaikki vastanneista yrityksistä käyttävät täsmätoimituksia, joissa työmaille toimitetaan korkeintaan muutaman työvuoron elementit kerrallaan. Elementtitehtaalta vastannut henkilö totesi, että siellä puumateriaalit otetaan 2 – 3 viikkoa ennen työstöä sisälle kuivaan halliin, jossa kosteuspiitoisuudet tasoittuvat lähelle rakennuksen käytön aikaisia arvoja.

Yksi vastanneista totesi asentavansa seinään pinnasta kosteita villoja. Haastattelua jatkettiin puhelimitse, jossa selvisi että asennettavat Paroc -elementit eivät kastu noin 5 mm villaa syvemmälle ja pääsevät kuivumaan hyvin nopeasti. Tämän tiedon vahvistaa

myös itse tuotevalmistajan tutkimukset (Punaraita 2/2008, s. 12). Muut vastanneista ei asenna märkiä villoja seiniin, kun kyseessä on kevytrakenteinen ulkoseinä.

Kosteudenhallintasuunnitelmia tehdään vaihtelevasti. Yksi vastaajista totesi, ettei niitä tehdä, sillä työnjohtajalla pitää olla tietotaito ja riskit tiedossa. Toinen totesi, että heillä tehdään ja muut yritykset, jotka eivät tee, toimittavat halvalla. Vastanneista 3/4 kuitenkin totesi, että riskit ovat työmaalla hyvin tiedossa. Voisi ajatella, että suuremmissa yrityksissä näin onkin, kun tietotaitoa on enemmän saatavilla ja henkilöstöä voidaan vaihdella kohteiden mukaan.

## 6 TULOSTEN SOVELTAMINEN

### 6.1 Kosteudenhallintasuunnitelma Arvo 2 ulkoseinien asennustyöhön

Prosessikuvausten ja riskien kartoittamisen jälkeen siirryttiin kosteudenhallintasuunnitelman (Liite 2) laatimiseen. Tässä vaiheessa tarkastetaan työn toteutukseen liittyvät kosteudenhallinnan riskit kaikkien rakenteeseen liittyvien detaljien ja asennusjärjestyksen osalta.

Kohteessa seinäurakoitsijalta vaadittiin oma kosteudenhallintasuunnitelma ja he ovat vastuussa rakentamisaikaisesta seinien kosteussuojauksesta, mutta päävastuu kosteudenhallinnan toteuttamisesta on NCC:llä. Tehtäväsuunnitteluvaiheessa suunnitelmia käytiin läpi yhdessä seinäurakoitsijan kanssa ja muutoksia tehtiin tarpeen mukaan puolin ja toisin. NCC:n kosteudenhallintasuunnitelman mukaiset toimenpiteet tarkastettiin seinäurakoitsijan toimesta ja lopullinen suunnitelma oli tulos yhteisti hyväksi todetuista menetelmistä. Suunnitelma lähetettiin vielä tarkastettavaksi kohteen kosteustekniselle suunnittelijalle, joka vastaa rakennesuunnitelmien kosteusteknisestä toiminnasta.

On tärkeää, että kosteudenhallintasuunnitelmassa on mietitty mahdollisimman paljon toimenpiteitä, joilla voidaan estää rakenteiden kastuminen eri tilanteissa ja mahdollistaa niiden kuivuminen kastumisen jälkeen. Näitä toimenpiteitä voidaan toteuttaa tarpeen vaatiessa, kun niiden suorittamisista on sovittu. Detaljien kosteustekninen toiminta rakennuksen käytön aikana tarkastetaan jo suunnitteluvaiheessa.

## 6.2 Tarkennettu A3 –tehtäväsuunnitelma

Tehtäväsuunnitteluvaiheessa kuuluu luoda edellytykset tehtävän hallintaan sen alusta loppuun. Tähän kokonaisuuteen kuuluu sopimusasiakirjojen, aikataulun, välitavotteiden, laadun, riskien, työturvallisuuden, liittyvien töiden, talouden ja suunnitelmien hallinta. Tehtäväsuunnitelmasta on hyvä tehdä selkeä dokumentti, jossa nämä asiat on esitetty. Tämä toimii käytännöllisenä työvälineenä aliurakoitsijan ohjaamisessa. Dokumentti tulee käsitellä työvaiheen aloituspalaverissa ja sitä voidaan täydentää työtehtävän aikana.

Arvo 2 –kohteen ulkoseinien tehtäväsuunnitelman dokumenttina käytettiin A3 –tehtäväsuunnitelmapohjaa. A3 –tehtäväsuunnitelma (Liite 3) tarkentui kosteudenhallintasuunnitelman myötä ja siihen tuotiin esille kosteudenhallinnan merkittävimmät riskitekijät ja menetelmät niiden ehkäisemiseksi. Dokumentin liitteinä ovat työvaihetta koskevat erilliset suunnitelmat, kuten asennussuunnitelma ja työvaiheaikataulu. A3 –dokumentti liitteineen käytiin läpi tehtävän aloituspalaverissa.



## 7 POHDINTA

Jotta pystyttäisiin tekemään kattavat riskiarviot ja suunnittelemaan oikeat kosteudenhallinnan toimenpiteet, pitää riskejä kartoittaessa sekä tuntea, että hallita lämmön ja kosteuden rakennusfysikaaliset siirtymismuodot sekä rakennusmateriaalien ominaisuudet. Tuotantovaiheen kosteudenhallintasuunnitelmaa laatiessa kuitenkin pääsee hyvin pitkälle jo perustietämyksellä kosteusrasituksista, suojausmenetelmistä ja materiaalien ominaisuuksista sekä kuivumisajoista.

Arvo 2 –kohteessa Terve talo –vaatimukset tuovat oman haasteensa kosteudenhallintaan, sillä tavoitteena on pyrkiä valmiiksi kuivien rakenteiden rakentamiseen, niiltä osin mitä on mahdollista ilman suurempia sääsuojia. Ulkoseinien suunnittelu loi kuitenkin niin hyvät kosteudenhallinnan edellytykset, että tuotannossa säästyttiin suuremmilta toimenpiteiltä. Suunnittelijoiden rooli on hyvin merkittävä materiaalien kuivumisen ja säänkestävyyden, sekä työnaikaisten vedenpoistojen kannalta. Jos hankkeessa päädytään tekemään suurempia sääsuojia, niiden tuominen suunnittelupöydälle saattaisi myös tuoda säästöjä. Valmisosatekniikkaa voitaisiin hyödyntää elementtisuunnittelussa ja rakennusosien tasoeroilla ja kaltevuuksilla voitaisiin mahdollisesti vaikuttaa vedenohjaamiseen. Toisaalta perinteiset suojaukset ja telinetekniikat ovat hyvin hallussa työmailla, joten käytäntöjä ei kannata välttämättä muuttaa.

Työlle ei asetettu varsinaisia kehittämistavoitteita, mutta laadittavien suunnitelmien toivottiin tuovan esille asioita, joilla parannetaan työmaan kosteudenhallintamenettelyjä julkisivuelementtien osalta. Oli erittäin positiivista havaita, että tutkimus- ja suunnittelutyön tuloksena elementtivalmistajan tehtaalla otettiin käyttöön uusi kosteudenhallinnan menettelytapa, jota alettiin käyttää myös muissa, kuin Arvo 2 –kohteen elementeissä. Riskianalyysin tekeminen toimi myös hyvin herättelevänä tekijänä pää- ja aliurakoitsijalle ja tätä kautta saatiin lisää näkökulmia suojaustarpeista, sekä –toimenpiteistä.

Kosteudenhallintasuunnitelman tekeminen yhdessä Arvo 2 –kohteen julkisivuelementtien osapuolten kanssa herätti hyviä kysymyksiä tutkimukseen ja toi

myös vastauksia kysymyksiin. Vaativammassa rakennuskohteessa on erittäin hyödyllistä ristiintarkastaa suunnitelmat. Tämä toi kohteessa muutoksia ja korjauksia suojausratkaisuihin. Suojausmenetelmiä paranneltiin vielä mallielementin katselmuksen jälkeen ja huonoja toimintatapoja kehitettiin tehtäväsuunnitteluvaiheessa paremmiksi. Alkuperäisestä kosteudenhallintasuunnitelmasta karsittiin useampi ehdotus suojausten epäkäytännöllisyyden vuoksi. Käytännöllisyys selviää kokemuksen myötä ja yleensä urakoitsijalla on hyödyllistä tietoa, jota on hyvä kuunnella – pitäen mielessä osapuolten intressit.

Kosteudenhallintasuunnitelma käytiin läpi aloituspalaverissa ja tämä havaittiin erittäin hyväksi käytännöksi. Monesti työvaiheisiin liittyvät asiat ovat tässä vaiheessa selvillä, mutta palaverissa ilmeni vielä oleellinen kosteudenhallinnan riskikohta, jota toinen osapuoli ei ollut kartoittanut.

Riskianalyysin (Liite 1) pohjalta voidaan todeta, että paikallarakentaessa on enemmän huomioon otettavia kosteudenhallinnan riskejä. Tätä tukee myös kyselytutkimuksen vastaukset siltä osin, että kaikki vastanneista pitävät elementtirakentamisen kosteudenhallintaa helpompana. Kyselytutkimuksen vastauksia tarkastellessa on kuitenkin otettava huomioon, että vastaajat ovat itse elementtirakentajia, joten heidän kantansa ei ole välttämättä objektiivinen. Tältä pohjalta voisi vetää johtopäätöksen, että tavanomaista kerrostaloa laajemmissa kohteissa elementtirakentamisen kosteudenhallinta on sekä helpompaa, että varmempaa, kuin paikallarakentamisessa. Siinä on vähemmän työvaiheita, joissa työmaan riskit tulee ottaa huomioon, sekä toimenpiteiden vaikutukset muihin työvaiheisiin ovat oletettavasti pienemmät. Elementtirakentamisessa saatetaan saada, saumoja lukuunottamatta, valmis ja kuiva seinärakenne paikalleen suoraan suojatun rekan lavalta. Tässä tapauksessa on lähes varmaa, että seinä on kuivana koko työmaan ajan, eli kosteutta ei kerry haitallisissa määrin. Oletuksena on, että rakenne on suojattu, rakennusvirheitä ei tehdä ja asennuslohkolla saadaan lämmitys päälle hyvissä ajoin. Paikallarakentamisen etuna on taas materiaalien kosteuden seurattavuus ja hallittavuus. Täsmätoimituksilla vastaanotetut materiaalit eivät juurikaan pääse kastumaan elementtejä enemmän ja elementeistä poiketen kosteuden leviämistä voidaan seurata silmämääräisesti ja kuivattaminen on yleisesti helpompaa. Elementtejen sisällä olevan villan kosteutta ja lämpötekniistä toimintaa onkin hyvin vaikea havaita ja arvioida.

Mineraalivillat eivät tutkimusten mukaan kastu herkästi eikä kastuminen aiheuta välttämättä sisäilmaongelmia (Punaraita 2/2008), mutta tämä ei ole ainoa haitta joka seuraa villojen kastumisesta. On myös huomioitava, että lämmöneristeiden lämmönjohtavuudet muuttuvat merkittävästi niiden kastuessa (kuten on esitetty kuvassa 3). Tämä saattaa aiheuttaa merkittävästi suunniteltua suurempaa energiankulutusta rakennuksen käyttöönoton alkupäässä, lämmityksestä johtuen. Rakennuksen energiankulutusta voisikin olla syytä vertailla suunniteluarvoihin rakennuksen käyttöönotosta alkaen. Tällä tapaa voitaisiin saada viitteitä vaipan toiminnasta, sekä mahdollisesti rakennekosteuden vaikuttamisesta siihen.

## LÄHTEET

1. Gyproc käsikirja, Kevytrakennejärjestelmät 2014
2. Juha Vinha [www.rakennustieto.fi/Dowfnloads/RK/RK010306.pdf](http://www.rakennustieto.fi/Dowfnloads/RK/RK010306.pdf) 10.12.2014
3. Kosteus- ja homevauriot [www.tyosuojelu.fi/fi/home-kosteusvauriot](http://www.tyosuojelu.fi/fi/home-kosteusvauriot) 18.11.2014
4. Lainapeite Oy, Gibson-Järjestelmä <http://www.lainapeite.fi/tuotteet-ja-palvelut/tuotteet/saasuojat-ja-rakennustelineet/gibson-jarjestelma/> 11.12.2014
5. paroc.fi, Rakennuksen vaippa <http://www.paroc.fi/knowhow/energiatehokkuus/rakennusten-suunnittelu/rakennuksen-vaippa> 8.12.2014
6. Punaraita 2/2008, s. 12, [www.paroc.com/SPPS/Finland/BI\\_attachments/BI\\_Punaraita0208.pdf](http://www.paroc.com/SPPS/Finland/BI_attachments/BI_Punaraita0208.pdf) 22.12.2014
7. RIL 250-2011 Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen, 2011
8. RT 07-10805 TERVEEN TALON TOTEUTUKSEN KRITTEERIT, Kriteerit ja ohjeet toimitilarakentamiselle. 2003. RT-Kortisto. Rakennustieto Oy.
9. Sami Niemi, Vahanen Oy seminaari / RATEKO, Rakennustyömaan hyvät kosteudenhallintakäytännöt, 26.11.2013
10. Sisäilmaopas 7, Terveen talon toteutuksen kriteerit. Kriteerit ja ohjeet asuntorakentamiselle, Sisäilmayhdistys ry. Espoo 2003
11. Sisäilmayhdistys, Kosteuslähteet <http://www.sisailmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/kosteusvauriot/kosteustekninen-toiminta/kosteuslahteet/> 9.12.2014
12. Sisäilmayhdistys, Rankarakenteiset ulkoseinät <http://www.sisailmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/kunnossapito-ja-korjaaminen/ulkoseinat/rankarakenteiset-ulkoseinat/> 18.11.2014
13. Sisäilmayhdistys, Työmaan kosteudenhallinta <http://www.sisailmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/korjausten-laadunvarmistus/tyomaan-kosteudenhallinta/> 11.12.2014
14. Suomen rakentamismääräyskokoelma, C2 (1998) Kosteus, määräykset ja ohjeet
15. Tapio Korkeamäki, HAMK powerpoint-esitys, 2011 <http://www.kuntoarviot.net/files/8047.pdf> 9.12.2014
16. Understanding R value insulation [www.rmax.com.au/Understanding-r-values.html](http://www.rmax.com.au/Understanding-r-values.html) 11.12.2014

## LIITTEET

Liite 1. Ulkoseinän prosessikuvaus paikalla- ja elementtirakentamisessa, sekä työvaiheisiin liittyvät kosteusriskit ja toimenpiteitä niiden ehkäisyksi. 1 (2)

Kevytrakenteisen ulkoseinän kosteudenhallinnan riskit  
 SYK TAY Lääketieteen Uudisrakennus / ARVO 2  
 Työnumero 12223  
 Laatinut Harri Savolainen, TAMK Rakennustekniikka



21.11.2014

Työvaihe elementtirakentamisessa	Riski	Toimenpiteet riskien ehkäisyksi
<b>Edeltävät:</b>		
Tehtäväsuunnittelu, Asennussuunnitelma	Valmiita rakenteita pitkin valuvat vedet	Tehdään TESU ajoissa ja detaljitasolla. Asennussuunnitelmassa otetaan kantaa elementtien suojaukseen.
Aloituspalaveri ja perehdytys	Työntekijä ei tunnista kosteusriskejä	Potentiaaliset riskit ja toimenpiteet niiden välttämiseksi käydään perehdytyksessä ja aloituspalaverissa
Kantava runko juotettuna	Paikallavalukaistojen kosteusrasitukset ja ontelovedet	Yleisaikataulussa on varattu riittävät kuivumisajat ja ontelot porataan auki ennen ulkoseinätöiden aloittamista
Mittaus		
<b>Valmistelevat:</b>		
Mestän vastaanotto		
Kaluston tarkastus		
Lumenpoisto	Sulamisvedet	Lumi poistetaan mekaanisesti, ei sulattamalla.
Välivarastointi	Huono suojaus	Elementit suojataan tehtaalla ja suojaus tarkastetaan välivarastoinnin ja asennuksen yhteydessä.
Kosteusmittaukset	Höyrynsulku rikotaan	Mittaaja paikkaa, tehdään erillinen kosteusmittaussuunnitelma
<b>Elementtien asennus:</b>		
Kiinnikkeiden asennus		
Vastaanotto&Tarkastus	Suojauksessa puutteita	Tarkastetaan ja korjataan höyrynsulkuteipillä
Asennus ja suojaukset	Suora sade ja holville sataneen veden valuminen, suojauksia joudutaan poistamaan, höyrynsulun rikkoutuminen. Tuuletusrakojen tukkiminen.	Teräselementti suunnittelee elementtien suojauksen. Holvin reunoille kiinnitetään tarvittaessa sahatavaraa valumavesien esteeksi, raot tiivistetään uretaanilla. Rikkoutuneet suojaukset ja hs-muovit korjataan välittömästi ja käytetään ainoastaan höyrynsulkuteippiä. Tuuletusraot varmistetaan.
Mallityön tarkastus		
Pintamateriaalit	Alusta märkä	Kosteusmittaussuunnitelma, kuivumisajat

Kevytrakenteisen ulkoseinän kosteudenhallinnan riskit  
 SYK TAY Lääketieteen Uudisrakennus / ARVO 2  
 Työnumero 12223  
 Laatinut Harri Savolainen, TAMK Rakennustekniikka



21.11.2014

Työvaihe paikallarakennettaessa	Riski	Toimenpiteet riskien ehkäisyksi
<b>Edeltävät ja Valmistelevat:</b>		
Kantava runko juotettuna	Paikallavalukaistojen kosteusrasitukset ja ontelovedet	Yleisaikataulussa on varattu riittävät kuivumisajat ja ontelot porataan auki ennen ulkoseinätöiden aloittamista
Anturan ulkopuoliset täytöt	Häiriötekijä	Varmistetaan aikataulussa pysyminen
Tehtäväsuunnittelu		Suunnitellaan täsmätoimitukset, kosteudenhallintasuunnittelu osa tesua
Aloituspalaveri		Käydään läpi kosteudenhallinnan toimenpiteet ja kosteudenhallintasuunnitelma
Perehdytys	Työntekijä ei tunnista kosteusriskejä	Potentiaaliset riskit ja toimenpiteet niiden välttämiseksi käydään perehdytyksessä.
Materiaalien vastaanotto ja varastointi	Pakkaukset ovat huonoja, rikkoutuvat, kastuvat tai jäätyvät maata vasten	Vältetään välivarastointia täsmätoimituksilla. Varastoitavat pakkaukset suojataan pressuilla ja varastoidaan irti maasta puutavaran ja -lavojen päälle.
Materiaalien siirto	Pakkaukset rikkoutuvat ja materiaalit kastuvat	Turhia siirtoja vältetään huolellisella tehtävä- ja aluesuunnittelulla.
Lumenpoisto	Sulamisvedet	Lumi poistetaan mekaanisesti, ei sulattamalla.
<b>Termorankaseinän asennus:</b>		
Mittaus		
Runkotyöt		
Levytyt	Levyt rikkoutuvat, reikiintyvät tai eivät istu yhteen tiiviisti. Käytetään säänkestämättömiä levyjä. Viistosade ja tuulenpaine. Kosteuden siirtyminen viereisistä materiaaleista.	Rikkoutuneet levyt vaihdetaan välittömästi. Suunnitellaan levytyyppi säälle altistumisen keston mukaan ja työnjohto varmistaa, että käytetään oikeita levyjä. Asennetaan levyt 5 - 15mm irti sokkelista tai betoniseinästä.
Villoitus	Betonisen sisäkuoren kohdalla pitää asentaa ennen levytystä. Muuten ylhäältä ja sisältä päin tulevat vedet.	Levytys tehdään heti villoituksen perään ja auki jäävät sivut suojataan kastumiselta. Sisäpuolen levytys tehdään vasta kun vesikatto on vedenpitävä.
HS	Läpiviennit, Kiinnitys, Höyrynsulun rikkoutuminen	Läpiviennit suunnitellaan ja tehdään huolella. Käytetään vain höyrynsulkuteipeiksi tarkoitettuja teippejä.
vaakakoolaus		
Villoitus		
Sisäpuolen levytyt		
Mallityön tarkastus		Siten että nähdään valmista rakennetta ja keskeneräistä suojauksineen.
Pintamateriaalit	Alusta märkä	Kosteusmittausuunnitelma, kuivumisajat

## 1. Yleistä

Tämä kosteudenhallintasuunnitelma täydentää pääurakoitsijan laatimaa kosteudenhallintasuunnitelmaa julkisivuelementtien asennuksen osalta, sekä ko. urakoitsijan laatimaa kosteudenhallintasuunnitelmaa. Mallielementin katselmuksen muistiossa on otettu lisää kantaa rakennetekniseen toteutukseen.

## 2. Rakennushankkeen tiedot

### **Hankkeen nimi**

Suomen Yliopistokiinteistöt Oy:n hanke TA004 TAY Lääketieteen Uudisrakennus

### **Osoite**

Medisiinarinkatu 3, Tampere

### **Laajuustiedot**

bruttoala 24 676 m<sup>2</sup>

kerrosala 23 337 m<sup>2</sup>

vuokra-ala 21 763 m<sup>2</sup>

tilavuus 115 000 m<sup>3</sup>

## 3. Rakennustarvikkeiden kuljetus, varastointi ja suojaus

- Elementit suojataan kuljetuksen ajaksi muovipakkauksin. Elementit kuljetetaan vaihtovakeissa. Tutkitaan umpilavan mahdollisuutta.
- Elementtejen välivarastointia pyritään välttämään. Välivarastoitavien elementtien päädyt on suojattava pressuilla muovipakettien lisäksi, jos ne jäävät varastoon suunniteltua pidemmäksi ajaksi.

## 4. Kosteusherkkyyt, vaikutukset, kuivumiskyky?

2 (8)

- Paroc eXtra plus ei ime itseensä kosteutta ja kastuessaan se kuivuu nopeasti tuulettuvassa rakenteessa. Vaipparakenne ei ole tuulettuva, mutta tuulensuojalevyt ovat hengittäviä, joten eristeet pääsevät kuivumaan.
- Elementin ulkokuori ja höyrynsulku suojaa villoja kastumiselta, joten kuljetusten ja nostojen aikana kastumisen ei pitäisi olla ongelma.
  - Villan kastuminen on epätodennäköistä ja kuivumiselle on edellytykset, kun lämpö on päällä.
- Kuitenkin, jos villa pääsee kastumaan, sen lämmöneristyskyky heikkenee huomattavasti.
- eXtra plussassa huonot olosuhteet mikrobikasvustolle.
- Kertopuu on hygroskooppinen rakennusaine, eli sillä on kyky sitoa ja vapauttaa ilmankosteutta.
  - Kohtuullinen kastuminen ei tuota ongelmia rakenteessa, kun kuivattaminen aloitetaan välittömästi kastumisen jälkeen.
  - Rakenne alkaa kuivumaan, kun sisällä on lämpö päällä.
  - Liiallinen kastuminen saattaa luoda olosuhteet mikrobikasvustojen leviämiseksi rakenteissa.
- Ns. säänkestävät kipsilevyt (esim. Gyproc GTS 9) kestävät ulkoilmaolosuhteissa n. 3kk. Normaalit kipsilevyt ovat herkkiä kosteudelle ja menettävät lujuutensa kastuessaan, sekä niiden pahvipinnat toimivat hyvänä kasvualustana mikrobikasvustolle tietyissä olosuhteissa.
  - Normaalit kipsilevyt voidaan kuivattaa valmistajan ohjeen mukaan.
- Puuikkunoiden karmit ovat maalattu ja ikkunat ovat suojamuovitettu, joten ne eivät ole kosteusherkkiä. Suojamuovien pinnoilla on mahdollisuus veden kondensoitumiselle. Tällöin suojamuovit voidaan rei'ittää tuulettuviksi ja pinnat pääsevät kuivumaan.



5. Riskit ja olosuhdehallinta 3 (8)
- Elementtien vertikaalisauvojen kertopuut ei ole suojattu ja ne saattavat kastua kuljetuksen ja asennuksen aikana

- Kuivataan asentamalla listat ja julkisivuverhous saumoihin välittömästi asennuksen jälkeen ja lämmittämällä asennuslohko viimeistään 2 viikkoa asennusajankohdan jälkeen.

KUVAT 1 ja 2 ON POISTETTU TÄSTÄ JULKAISUSTA.

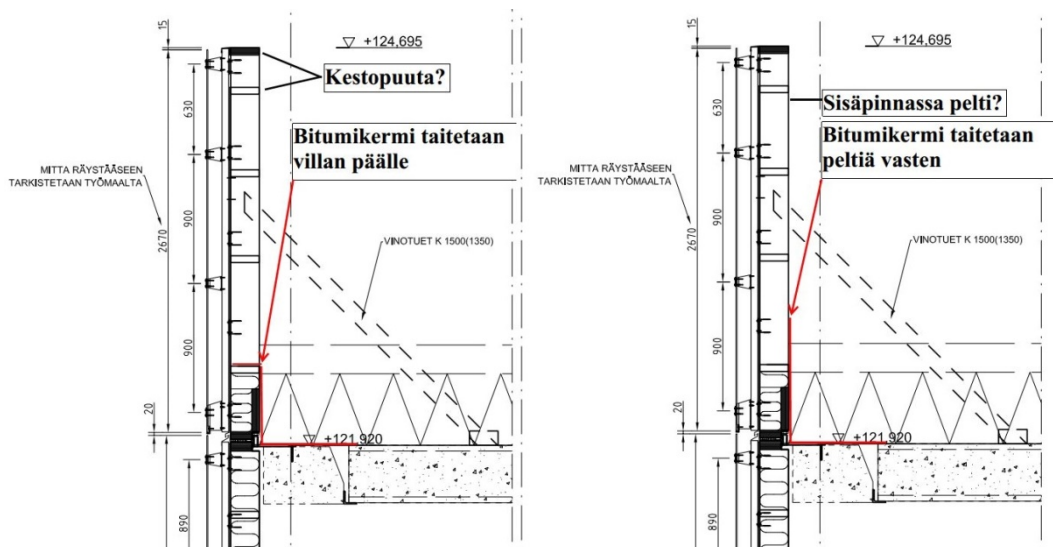
- Kuvassa 1 on valmis elementti suojattuna, kuva 2 on elementin päädyistä. Höyrynsulku on teipattu niin, ettei vesi mene tuulenpaineesta elementin sisään. Villojen kastumisriski on äärimmäisen pieni.
- KIPSILEVYT (TEKSTIÄ ON MUOKATTU TÄHÄN JULKAISUUN)
  - Jos kipsilevyt ovat ns. säänkestäviä, niitä ei tarvitse vaihtaa.
  - Normaalit kipsilevyt on niiden kastuessa irroitettava ja tarkastettava ovatko ne ”läpimärkiä”. Märät levyt vaihdetaan kuiviin. Pinnalta kastuneet voidaan jättää seinään, jos tuuletusrakoon ei pääse vettä elementtien yläpäästä ja jos asennuslohkolla on lämmöt päällä 2:n viikon sisällä.
- Tuuletusrako on auki elementtien yläpäästä
  - Ylimmät elementit voidaan suojata esim U-profililla. Suojaus voidaan poistaa juuri ennen asennusta.

6. → Kaikki elementit tulevat täsmätoimituksilla, 1-2 vuoron elementit kerrallaan, jotta ne eivät kastu varastossa. Normaalit kipsilevyt on syytä suojata varastossa, jos on sateen mahdollisuus.

4 (8)

(MATERIAALIA ON POISTETTU TÄSTÄ JULKAISUSTA)

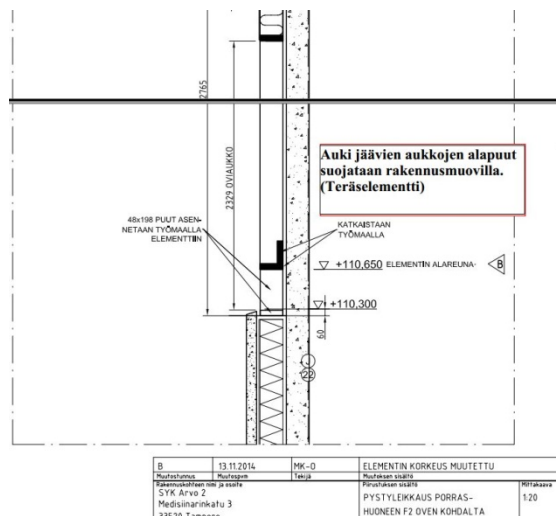
(MATERIAALIA ON POISTETTU TÄSTÄ JULKAISUSTA)



- Kuva 6: Räystään korokkeen alapäähän asennetaan profiilipelti heti elementin asennuksen jälkeen ja huopatyöt aloitetaan heti perään, jotta holville satava vesi ei kastele elementtien alapäitä.

## 5 (8)

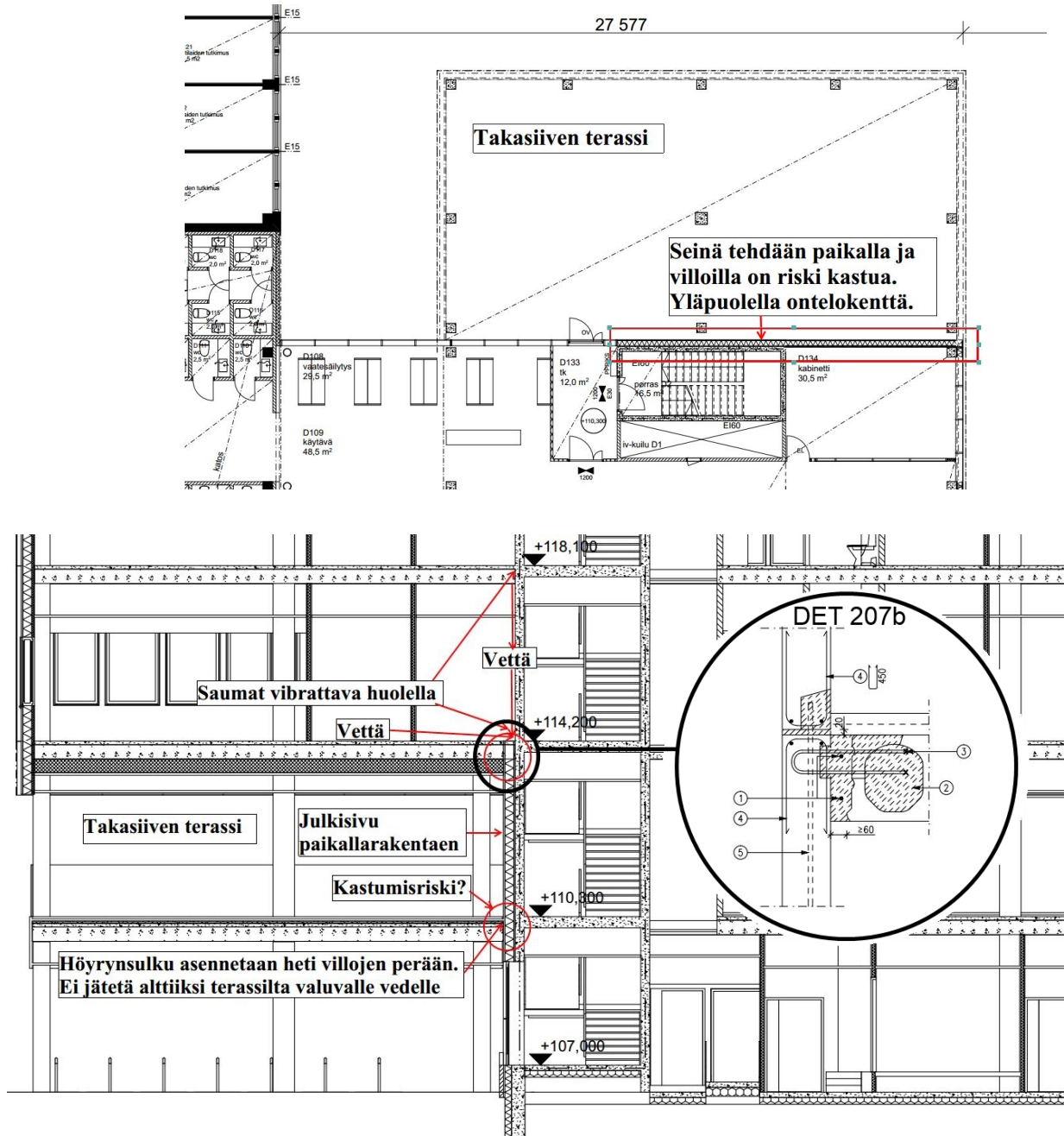
- Asennusjärjestys: Huopakaistat vinotukien kohdalle → vinotuet →elementti →profiilipelti & huopatyöt.
- Lumet tulisi poistaa katolta mekaanisesti.
- Vesikaton katkeamaton aikataulus (Tero Suomilammi / NCC).
- Höyrynsulkuhuopien asennus onteloiden päälle alkaa mahdollisimman nopeasti ontelojuotosten jälkeen. Muut työvaiheet seuraavat katkeamatta perässä.
- Työvaiheiden aikataulut esitetty tehtäväsuunnitelman liitteessä
- Väliaikaisilla pressuseinillä eristetään osa tiloista, jotta saadaan tilat lämmitettyä ja rakenteet kuivumaan (NCC).



- Kuva 7: TE:n pystyleikkauksissa lukee oviaukon kohdalla ”Puut asennetaan työmaalla elementtiin.” Mahdollisesti työmaalla asennettavat karmi- ja runkokuut tulisi suojata esim. rakennusmuovilla.
- Julkisivuelementteihin tehtävissä rei’issä ja aukoissa veden pääsy seinärakenteen sisään estetään teippaamalla aukot rakennusmuovilla tai höyrynsululla (Teräselementti).
- Atriumin katto: Lumi poistetaan mekaanisesti profiilipellin päältä kolaamalla ja lehtipuhaltimella (NCC).

## 6 (8)

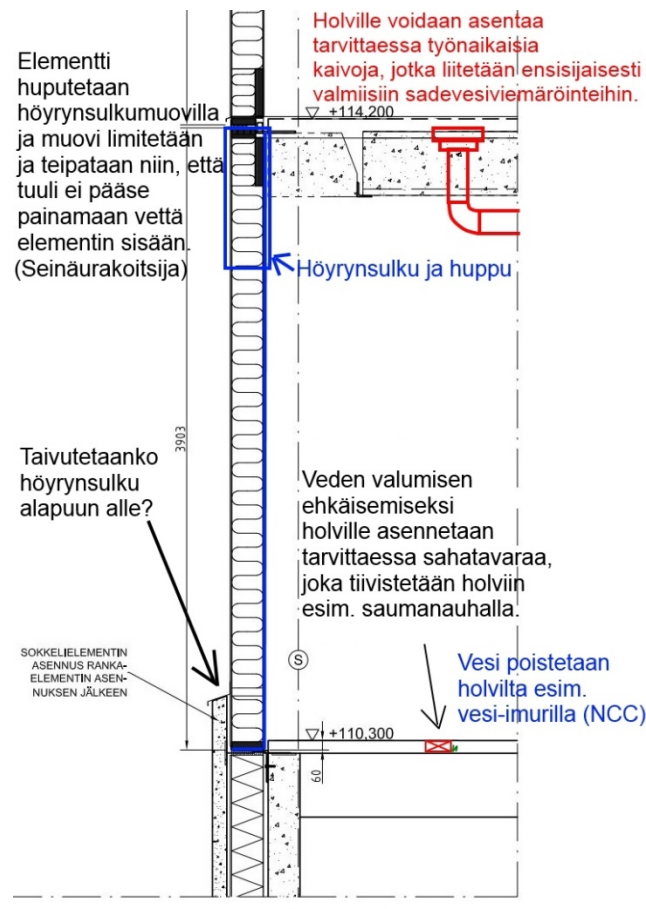
- Ontelot porataan auki heti asennuksen jälkeen (NCC). Ontelokentät kolataan lumesta, ennen elementtiasennusta ja alakerran lämmittämistä.



- Kuvat 8 & 9: Takasiiven terassin seinä tehdään paikallarakentaen. → Riskinä valumavedet yläpuoliselta holvilta, etenkin terassin laidoilla. Voidaan suojata ohjaamalla valumavedet esim. rakennus- tai höyrynsulkumuovilla. Porraskäytävän kohdalla US02:ssa on varmistettava, että betonin ja höyrynsulun väliin jätetään asennusväli.

## 7 (8)

## 7. Esimerkkejä elementtien työnaikaisesta suojauksesta



- Kuva 4: Holville satavan veden tulviminen seinien saumoja vasten voidaan estää holvin pintaan asennettavalla puutavaralla, joka tiivistetään saumanauhalla tai solumuovikaistalla. Kaivoja asennetaan tarvittaessa, poistot valmiisiin viemäriin.
- Elementin päälle voidaan asentaa hupun sijasta U-profiilit, joilla suojataan sadeveden pääsy tuuletusrakoon.

## 8. Kuivattaminen

- Rakennusaikaisia suojaseiniä rakennetaan tilojen lämmittämiseksi.(NCC)
- Asennuslohkoissa on saatava lämpö päälle viimeistään 2 viikkoa asennuksen alkamisen jälkeen.

## 8 (8)

- Kastuneet tuulensuojalevyt - Huom! jos ei ole säänkestäviä, esim. Gyproc CTS 9 - vaihdetaan uusiin.


## 9. Kosteusmittaukset ja muu laadunvarmistus

- Kosteusmittauksia tulee tehdä paikoista, joiden epäillään kastuneen tai joissa edellä mainittua kosteudenhallintaa ei ole noudatettu, esim. jos lämpöä ei saada päälle 2 viikon sisällä asennuksen alkamisesta.
- Mittaukset kirjataan mittauspöytäkirjaan: mittaaja, mittauspiste, -menetelmä, -laite, -tulokset, päivämäärä & kuittaus HS:n paikkaamisesta.
- Elementtejen kosteutta mitataan puurakenteesta elektrodeilla ja sähkönjohtavuuteen perustuvalla mittarilla. (Sovittava erikseen NCC/TE)
  - Elementin kosteuden seuraamiseksi puurakenteeseen voidaan asentaa tehtaalla 2 kpl kirkkaita kupukantaisia teräsruuveja, toisistaan noin 30mm etäisyydelle. Ruuvit esim. 50mm x 3,5mm.

Ruuvejen tulee olla tiiviisti höyrynsulkuun nähden. Kannattaa asentaa höyrynsulkuteippi lisävahvistukseksi ennen ruuvausta.
  - Kertaluontoisia mittauksia voidaan tehdä puuhun lyötävillä piikeillä. Huom! Mittaukset on tehtävä syiden suuntaisesti / piikeillä samasta syystä.
  - Varmistettava ettei mittauskohdassa ole nauvoja tms. mittaustulokseen vaikuttavia tekijöitä.
  - Kosteusmittaajan tulee teipata kaikki höyrynsulkuun tehtävät reiät erityisen huolella välittömästi mittauksen jälkeen.
- Pintakosteusmittaria voidaan myös käyttää kastumisen arviointiin paikoissa joiden epäilleen kastuneen, mittaajan tulee tietää mitä tekee!
- Kastumisen perusteella tehtävät toimenpiteet dokumentoidaan laadunvarmistus-järjestelmään ja ilmoitetaan valvojalle.

## Liite 3. Tarkennettu tehtäväsuunnitelma

## TEHTÄVÄSUUNNITELMA

Työmaa: TAY-Lääketehteen uudisrakennus Työtehtävä: Ulkoseinäelementtien asennustyö	Työnro: 12223 Pvm: 26.11.2014	Työnjohtaja: Tero Suomilampi/ NCC, Rauno Ranta /TE Urakoitsija: Teräselementti Oy	
<b>1. SISÄLTÖ</b>			
<b>Vastuu</b> NCC AU		<b>2. AIKATAULU</b> (esitetty tarkemmin erillisessä aikataulussa, liite 1) Alku: Ktin. vk51 elem. V/k2 viikko 18, 2015 Työsaavutus: ~75 m2 /vk Loppu:	
Työ <input type="checkbox"/>	Aine <input type="checkbox"/>	Suun./v k vk 51-vk 4	Tot./v k
Apu <input type="checkbox"/>	Siirrot <input type="checkbox"/>	Määrä m <sup>2</sup> 992	F-lohko 992
Kalusto <input type="checkbox"/>	Siivous <input type="checkbox"/>	1000 vk 5-8	E-lohko 1 ja 2 krs 1000
Telineet <input type="checkbox"/>	Mittaukset <input type="checkbox"/>	2070 vk 8-12	E-lohko 3 ja 4 krs 2070
Työn sisältö	Tilaus et	1585 vk 13-18	D-lohko 1585
Tavaran vastaanotto ja suojaus	Asennusuunnitelma	Kostuudenhallintasuun.	Suun./v k
Kostuudenhallintasuun.	Kosteusuojaus	Kiinnikkeiden ja elementtien asennus	Tot./v k
<b>4. RISKIT</b>			
Riski	<input checked="" type="checkbox"/> Vesivahaus <input checked="" type="checkbox"/> Holvilla oleva vesi <input type="checkbox"/> Aikataulu <input checked="" type="checkbox"/> Laadulliset riskit, materiaalin rikkoutuminen <input checked="" type="checkbox"/> Läpiviennit <input type="checkbox"/> Nostolenkkeen? Kohdat, suojaus? <input type="checkbox"/> Onteloihin oleva vesi	<input checked="" type="checkbox"/> Torjuntatoimenpite Kostuudenhallintasuunnitelma: Katkeamaton vesikattolyö, Varastoidaan ilmavasti ja suojataan, Yläpuun suojaus puretaan - juuri ennen asennusta, vedenojauus, mekaaninen lumenpoisto Varmistetaan riittävät resurssit ja työn edellytykset liite 4 Malliarkit, Mittaukset, Vahdetaan rikkoutuneet levyt heti Höyrynsulun teippaukset vain höyrynsulkiteipillä, Reiäitä vain - RAK-suunnittelijan mukaan. Onteloiden vesireiät porataan ennen js-elementtien asennusta	Tehty
<b>5. LAATU</b>			
RunkoRYL 2010 Luku 72 Puuelementtirakentaminen s.239 - 240, 243 - 244 RunkoRYL 2010 Luku 711.2 Liitostarvikkeet s. 226 - 227 RunkoRYL 2010 Luku 631 Metalliliikunat ja -ovet s.200 - 204 Rakennusöiden laatu 2014 Luku 72 Puuelementtirakentaminen s. 206 - 209 Asennuspuunnan suorustusvaatimukset: Perusmuuri YP ±5mm, ulkomitat ±10mm, tasaisuus ±3mm/2 m, kaltevuus ±2mm Seinäelementtien valmistus ja asennustoleranssit Luokkaa 1 Toleranssit, RunkoRYL ja Laatu RATU:n sivut Liite 5	<b>6. TYÖTURVALLISUUS</b> Henk.koht. suojaimet: <b>Muut:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Kypärä Työmaalle toimiston kautta <input checked="" type="checkbox"/> Turvajalkineet Turvallisuusshavaintokäytän tö <input checked="" type="checkbox"/> Suojalasit TR-mittaukset <input checked="" type="checkbox"/> Turvavajaaat <input checked="" type="checkbox"/> Kuulosuojaimet <input checked="" type="checkbox"/> Leukaremmi Työmaan TR-tavoite: 94,0 %		
<b>7. SUUNNITELMAT</b>			
Piirustus: TE:n Pystyleikkaukset TE:n Pystydetaillit ARK P ohjapiirustukset Sokkelidetaillit Julkisivudetaillit, ikk.liitokset Ulkolasiseinät, pystydet. Ulkolasiseinät koilliseen Ulkolasiseinät kaakkoon Ulkolasiseinät lounaaseen ja luoteeseen Rakenne tyyppi	Piir.Nro. 143024-41XX 143024-47XX 12043-(302-329) 12043-351 12043-353 12043-359 12043-406 12043-407 12043-408 RR+++R1901	Versio > ks. sokkelid. 12043-351 rev.B Buildercom B 31.10.2014 A 13.10.2014 A 13.10.2014 B 13.10.2014 B 13.10.2014 B 13.10.2014 B 13.10.2014 B 13.10.2014 17.10.2014	Puutteet: Elem. Rungon ja sokkelin LE:n paksaus? > ks. sokkelid. 12043-351 rev.B Elementin alapää kesopuuta, sinkityt?

Millä menetelmillä yrityksessä hoidetaan **kevytrakenteisten** **ulkoseinien** rakentamisvaiheen suojaus säätä vastaan?

- Tehtaalla:
  - Varastointi
    - Elementteihin tulevat osat, kuten villat, puut, ikkunat yms. Varastoidaan puolilämpimässä/kylmässä tilassa ennen halliin tuontia. Esimerkiksi pressuhallissa.
    - Työstöön menevät puut (käytännössä kaikki puut, kerto/saha/vaneri) tulevat noin 2~3 viikkoa ennen varsinaista tuotannon aloitusta sisään lämpimään tuotantohalliin työstöä varten
    - **suojamuovitetaan**
      - Tuotanto
        - Tuotanto tapahtuu alusta loppuun lämpimässä hallissa.
        - Elementtien suunnitteluvaiheessa niihin on tehty joitakin sade/kosteussuojaukseen liittyviä detskuja. Eli osa elementin osista tekee vesiohjurin-virkkaa ja osa toimii kapillaarikatkoina jne jne.
    - **lämmin tila**
    - - Lastaus ja kuljetus
        - Lastaus sisällä
        - Kuljetus tapahtuu erikoisvalmisteisella perävaunulla, perävaunussa on sivuilla suojapeitteet.
        - Tällä hetkellä etsimme ja kehitämme kuljetusta varten uudenlaista peitettä, jotta kuorma olisi kokonaan suojattu.
        - Elementit joissa on ikkunoita tai muita likaantuvia/helposti vaurioituvia osia suojataan ennen pakkaamista elementtifakkiin.
        - Kuljetus: kapelliauto (sääsuoja) pyöräkuormaajalla purku
        - **elementit suojamuovitetaan**
- Työmaalla:
  - Vastaanotto ja varastointi
    - Varastointi paikka esim tasainen murskepeti, varastointi vaakaan päällekkäin



- Alus ja välipuut, ei kosketusta maahan 2 (5)
- Tarvittaessa lisäsuojaus esim pressulla, ei usein tarvetta nopean asennusaikataulun takia
- suojamuovit edelleen päällä
- Materiaalit varastoidaan aina lavan tms. päällä, ei koskaan maata vasten. Materiaalit vastaanotetaan yleensä mestarin toimesta joka katsoo niille sopivan varastointipaikan.
- Materiaalit suojataan pressuilla, lukuun ottamatta niitä tavaroita jotka valmistajan säilytystiloissakin säilytetään tehdaspakkauksissa taivasalla.
  - o Mitkä materiaalit yleensä suojataan sään vaikutuksilta, mitenkä?
- Villaa sisältävät ulkoseinäelementit
- materiaalit, jotka ovat arkoja säälle.
- Villat, tehdaspakkausten lisäksi pressuilla
- ikkunat, pressuilla
- kipsilevyniput, pressuilla, jos ei saada heti sisälle (tarkoitus nostaa heti kohteeseen)
  - o Tehdäänkö täsmätoimituksia?
- Melkein kaikki sandwich elementit tulevat täsmätoimituksena työmaalle muutamaa päivää ennen ajoitettua asentamista, aikautaulu mutokset voivat vaikuttaa varastointipituuteen
- usein
- Tälle työmaalle tuodaan 1-2 työvuoron elementit kerrallaan
  - o Onko märkiä lämmöneristeitä asennettu seinään?
- Villan pinnasta kosteita on asennettu mutta läpi koskeita ei asenneta, eivät pääse kostumaan varastoinnin aikana jos varastointi on asiallista
- Useimmat elementtien kastumiset pääsevät tapahtumaan asennuksen jälkeen
- Ei koskaan Normekissa
- Ei
  - o Tehdäänkö ulkoseinistä erillisiä kosteudenhallintasuunnitelmia?
- Ei erillistä suunnitelmaa, työnjohtajalla pitää olla tietotaito ja riskit tiedossa
- Elementit ja liitokset suunniteltu kosteudenhallinnan kannalta tiiviiksi
- Normekissa tehdään aina erillinen kosteudenhallintasuunnitelma (muut eivät sellaista tee ja toimittavat halavalla)
- Yleensä käsitellään koko kohteen kosteudenhallintasuunnitelmassa

- Asennustyön aikana

3 (5)

- Sääsuojat?

- Asennustyön aikana vertikaalisuomoihin asennetaan butyyliteippi heti seinää asennettaessa, pystylistoitus seuraa perästä. Ylin elementti pitää suojata säältä asennuksen päätyttyä mikäli on vaara kastumiselta esim muovilla. pitkäaikaisessa tilanteessa esim räystäslistoituksen puuttuessa ehdottomasti.
- Kriittinen kohta myös ulkoseinärakenteiden liittymiset kattorakenteisiin
- Joissain kohteissa ylimmät elementit ja nurkat voivat olla kauan auki ja suojaamatta, asennusjärjestyksestä riippuen. Räystäsrakenne saattaa vuotaa pitkään ennen vesikattotöiden alkamista.
- Riskit syntyvät yleensä rakennusvirheestä pidemmällä aikavälillä, ei rakennusaikaisesta kastumisesta.
- yleensä tilaajalta jos tilanteet sitä vaatii
  - Kastuneet materiaalit: Vaihetaan vai kuivataan?
- Annetaan kuivua tai kuivataan. Pilalle menneet voidaan vaihtaa uusiin ( pahasti kastuneet)
- Normekissa ei kastu, koska elementit ovat tehdasvalmiita.
- Vaihetaan, ei oteta riskejä
  - Kuivumisen varmistuminen: Aistinvarainen / kosteusmittaukset?
- Aistinvarainen, villasta huomaa joss eon märkää, villa voi tutkia onko kosteus vain pinnassa vai syvemällä. Yleensä villa on hyvin huonosti kostuvaa ja on märkää vain pinnasta esim 5mm.
- tarvittaessa molemmat .
- tarvittaessa kosteusmittaukset, suunnitelman mukaan
  - Holvilta valuva vesi
- Spa elementtien liitokset ja listoitukset oltava vesitiiviitä, Liitoksien ollessa puutteelliset ( suunnittelu, rakennusvirhe..) voi valuva vesi holvilta/ ulkoa mennä sisään rakenteeseen ja kastella villat.
- elementin ja holvin välinen sauma tilkitään aina viimeisenä, kun vettä ei enää ole kerrostasoilla. Veden (jos sellainen tilanne on olemassa) valumista ei saa estää ja elementin saumaa ei saa tukkia. Normekin elemnteissä sauma rakennetaan sellaiseksi, että se on höyrytiivis.
- Ohjataan ulos rakennuksesta väliaikaisin kaivoin, tms. riippuen työvaiheesta
  - Lumi ja jää: Sulatetaanko vai poistetaanko mekaanisesti?

- Poistetaan rakennetta rikkomatta 4 (5)
- mekaanisesti, jos sellaista jostain syystä on
- Pääosin poistetaan ja loput sulatetaan ja tarvittaessa kuivataan
  
- Mitä mieltä olet yleisestä
  - työmaiden kosteudenhallinnasta?
  - Veden vaarat hyvin tiedossa, hyvin usein kiire eikä esim yllätyksiin ole aikaa. Kosteudenhallinta hyvin tärkeätä, suurien vahinkojen mahdollisuus. Parempi tehdä kerralla kuntoon kun korjata perästä!
  - Siitä puhutaan, mutta nyky-maailman urakkakilpailutilanteessa ei sääsuojille voi laskea rahoja. Mestarit ja työmaan muu henkilöstö kyllä tietää sääsuojan merkityksen.
  - työmaalla tosi usein huonot ko. suunnitelmat. Lyhyet aikataulut ja useat urakoitsijat saman aikaisesti aukolla. Työmaan runko nousee 1-3 krs. ylempänä, kun saman aikaisesti asennetaan seinäelementtejä.
  - varmasti olisi kehitettävää, ei siinä mielessä että kosteusvaurioita jätettäisiin nyt rakennuksiin, vaan että säästyttäis korjauskustannuksilta
    - materiaalitoimittajien kosteudenhallinnasta?
  - Yleensä mitä arvokkaampi tuote sitä paremmin se on suojattu. Mutta kehitettäväkin on jotta tavara olisi tasalaatuista ikkunoista puutavaraan ja eristeisiin saakka.
  - Pääasiassa kunnossa, materiaalit muovitettu
  - yleensä ok.
  - Nämä yleensä varastoivat tavaransa katon alla
  
- Mitä tehdään hyvin tai hyvin huonosti? Mihinkä tulisi kiinnittää enemmän huomiota?
  - Detaljiikka ja rakenteet kehitetty vedenkestäviksi
  - Hyvin huonosti ei oikeestaan tehdä mitään tai jos tehdään niin se sattuu yleensä viimeiselle työpäivälle ;)
  - Enemmän huomiota voisi mielestäni kiinnittää sateelle ja esim kattorakenteiden suojaamiseen sateen aikana
  - Yleisenä huomiona nykyajan rakenteet eivät ”hengitä” -> mitkä ovat kosteudenhallinnan pitkäaikaisvaikutukset???

- Hyvin tehdään arvokohteet ja tiettyjen tilaajien/rakennuttajien kohteet 5 (5)
  - o Tämä sen vuoksi että osa osaa vaatia hyvää kosteuden hallintaa. Toiminta on ammattimaista puolin ja toisin.
- Huonoa on se että yllä mainittu positiivinen asia ei ole arkipäivää jokaisella rakentamisen osa-alueella. Eikä jokaisella rakennuttajalla/urakoitsijalla edes top 10 asian joukossa.
- rakennusaikaisten valuma/sadevesien poistamiseen holvilta=>aiheuttaa yleisössä usein epäselvyyttä, kun monessa tapauksessa vesiä valuu holveilta ja epäillään osan valumavedestä kastuttavan rakenteita. Näin varmaan onkin, jos tehdään paikallarakentaen.
- Kumpi on helpompaa: paikalla- vai elementtirakenteisen seinän kosteudenhallinta?
  - Elementtirakenteisen seinän kosteudenhallinta on helppoa siihen saakka kunnes se viedään työmaalle. Valitsisin näin isoissa projekteissa elementtirakenteen helpommaksi, mutta pienissä kohteissa kuten rivitalokohteet paikalla tehty on mielestäni helpompi, sillä koko talon voi tehdä hupun alla ilman nosturia.
  - ?=> maailman helpoin kysymys=>tehdasvalmiin elementin.
  - Uskoisin että elementtirakenteisen