



Nawoc Oy

VN/15262/2020

Puukerrostalon rakennusohje

2022

Yleistä

Tämä puukerrostalon rakennusohje on tuotettu teollisen puurakentamisen näkökulmasta. Tavoitteena on parantaa puurakentamisen vakiintuneiden käytäntöjen optimoinnin kautta laajasti rakentamisen laatua sekä kustannustehokkuutta. Lisäksi ohje antaa karkealla tasolla esimerkkejä teollisten tilaelementti / komponenttien liittämiseen.

Rakennusohje on tarkoitettu kaikkien alan toimijoiden käyttöön, ja siinä kerrotaan tilaelementtirakentamisen raja-arvoista sekä toimintamalleista, jotka vaikuttavat rakentamisen suunnitteluun. Ohjeessa esitetyt rakenteet antavat erityisesti arkkitehdeille suunnitteluvaiheeseen soveltuvia raja-arvoja. Kohdekohtaiset rakenteet tulee aina kuitenkin tarkastuttaa rakenne-suunnittelijalla.

Ohjetta kirjoittaessa parhaita käytäntöjä on kerätty useista rakennuskohteista. Asuntopohjien suunnittelussa on kohteena ollut Jyväskylään rakennettu 4 krs As. Oy Puutikka.

SISÄLTÖ

- Asuntosuunnittelu tilaelementeillä
- Runkojärjestelmän aukotusohje
- Rakennetyypit 1.-6. krs CLT-rungolle
- Julkisivupinnat
- Vesikatto sääsuojana
- Porrashuoneet tilaelementteinä
- Tilaelementtien asennuksen optimointi

Asuntosuunnittelu tilaelementeillä

Rakennuksen mitat on aina sovittava kaavan vaatimuksiin. Jos vaatimuksia yleistetään, voidaan asiaa tarkastella tyypillisten runkosyvyyksien osalta. Esim. Helsingin, Oulun, Turun ja Tampereen asemakaavoista on havaittavissa yleisesti käytetyt kolme asuinkerrostalon tyyppiä: keskikäytävätaalo, sivukäytävätaalo ja pistetaalo. Näiden eri talotyyppien variaatiot tulisi ratkaista tehokkailla tilaelementtiratkaisuilla, joita ovat esimerkiksi:

Tilaelementtirakentamisen tehokkaat tilaelementit (sisämitat) VS tyypilliset runkosyvyydet

1h: 37 m², 4,5 x 8,3 m
2h: 43 m², 4,5 x 10,3 m
3h: 80,5 m² (2 mod.), 8,05 x 10,3 m

Keskikäytävätaalo 14-18 m
Sivukäytävätaalo 12-14 m
Pistetaalo 20-25 m

Tilaelementin maksimitat 5x12 m.

Asemakaavoissa yksittäisen rakennuksen lisäksi useimpien korttelien muodostamisessa hyödynnetään vaihtelevia runkosyvyyksiä ja talotyypejä. Esimerkiksi jos rakennuksen syvyys on 14 m, voidaan soveltaa sekä sivu- että keskikäytävätaaloja ratkaisuja. Lisäksi porrashuoneen ja parvekkeiden ratkaisuja voidaan muokata kohdekohtaisesti.

Tilaelementtirakentamisen osalta on huomioitava sen rajoitteet. Kun pyritään tehokkaaseen asuntotuotantoon, tulee rakentamisessa huomioida kantavien linjojen suhteen asuntojakauma sekä pohjakerroksen tilajako. Tilaelementillä rakennettaessa asunnon maksimikoko on n. 45m². Teollisen rakentamisen näkökulmasta 14 m runkosyvyys on tehoton, koska tilaelementin äärimitat 5x12 m eivät korreloi syvyysuunnassa kovinkaan hyvin.

ASUNTOPOHJIEN SUUNNITTELU

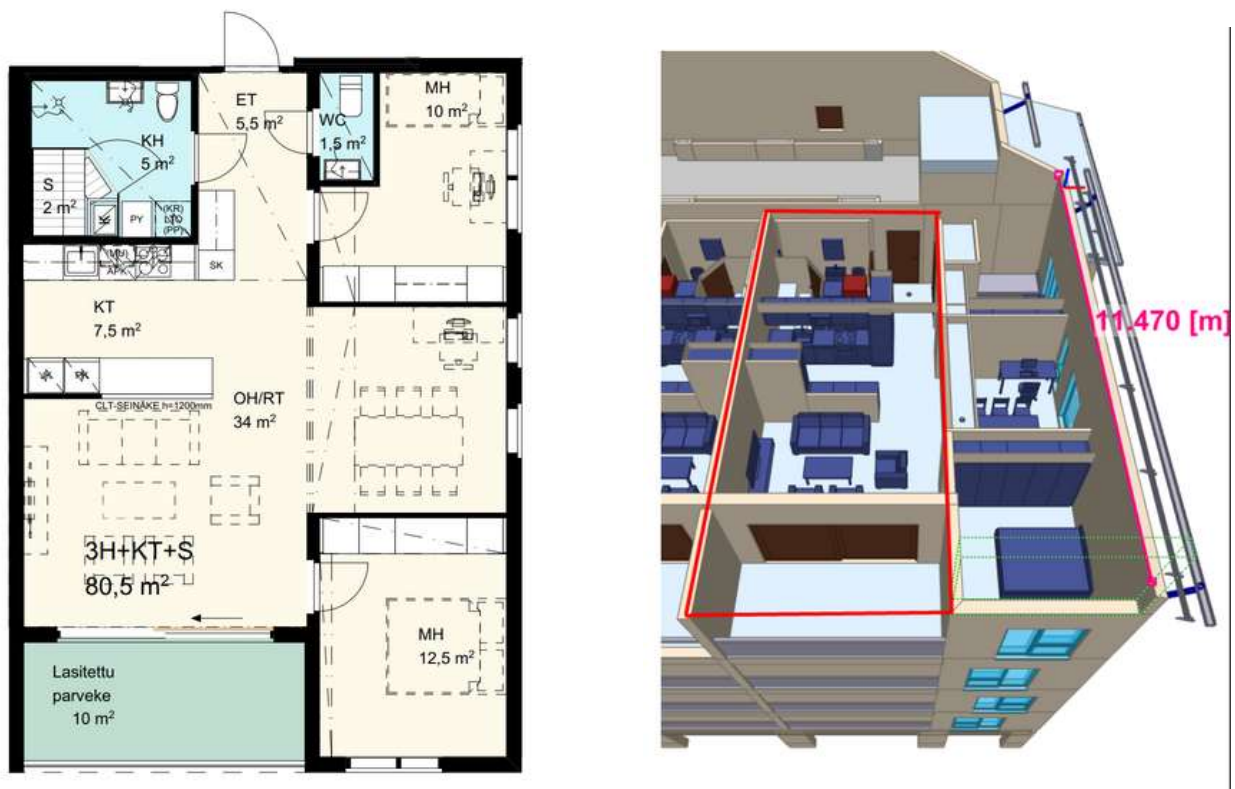
Tilaelementtirakentamisessa on valittavana useita erilaisia asuntopohjia, jotka perustuvat tilaelementtien toimittajien mitoitukseen. Asuntopohjien suunnittelussa lähtökohtana on käytetty suorakaiteen muotoisia elementtejä tehokkuuden maksimoimiseksi. Ratkaisuissa voidaan myös keskittyä erityisesti tarjoamaan erilaisia asuttavuuden parantamisten tukevia mahdollisuuksia, esimerkiksi erilaisten avautumissuuntien ja parvekeratkaisujen avulla.

Seuraavassa on esitelty perusteita pistetalon tilaelementtiratkaisuihin. Rakennuksen leveys toisessa päässä on ulkovaipan osalta 20 m. Tämä ratkaistiin kahdella 2 h moduulilla (ks. kuva 1). Toinen kaksio avautui olohuoneesta oikeanpuoleiseen parvekkeeseen. Parveke rakennettiin työmaalla. Toinen kaksio sen sijaan tehtiin ns. pitkänä moduulina eli parveke tehtiin valmiiksi tehtaalla. Koska suunnittelussa korostettiin ekologisuutta ja materiaalitehokkuutta, ulkoseinäratkaisuissa päädyttiin 240 mm massiivipuurakenteeseen.



Kuva 1. Asuntopohjat 43 m² ja 46 m²

Kohteen rakentaminen tilaelementeillä voidaan toteuttaa myös peilikuvana tai vaihtoehtoisella pohjakaavalla. Alla näkyvässä havaintokuvassa (Kuva 2) on esitetty rakennuksen toisessa päädyssä oleva 80,5 m² asuntopohja, joka ratkaistiin kahdella moduulilla. Näin asuinkäyttöön saatiin 3H+KT+S ratkaisu. Asunnot on koottu kahdesta tilaelementistä, jotka ovat samanpituisia. Varsinainen ns. talotekniikkamoduuli sisältää parvekkeen. Parvekkeen ja makuuhuoneen välinen seinä täytyy toteuttaa ns. rankarakenteisena, jotta rakennusfysikaalinen toimivuus säilytetään. Seinäpinta eristetään ja paneloidaan työmaalla, näin varmistetaan rakenteiden tiivistäminen. Kuvassa 2 on esitetty moduulien mitoitus ja talotekniikkamoduulin 3D- näkymä.



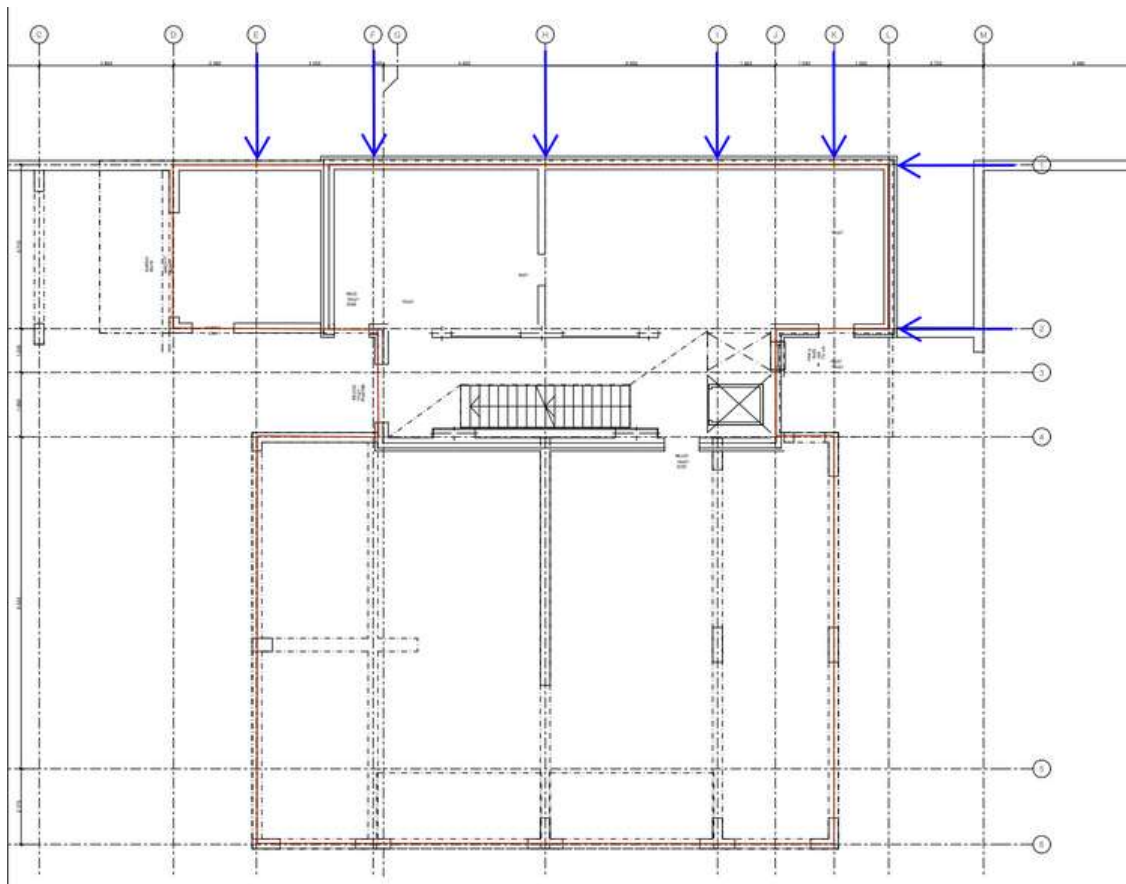
Kuva 2. Asuntopohja 80,5 m²

POHJAKERROKSEN SUUNNITTELU

Pohjakerrokseen tulisi sijoittaa muut asumista palvelevat tilat. Näitä ovat mm. monitoimitilat, mahdolliset pesulat, talosauna, LVV ja pyörävarasto jne.

Näiden lisäksi pitää huomioida väestösuojien ohjeistus sekä talotekniikan vaatimukset. Tämä johtaa tilanteeseen, jossa ensimmäinen kerros koostuu väestönsuojasta ja muista tiloista. Lisäksi nykypäivän kasvavat vaatimukset, kuten sähköpyörien lataamiseen sekä harrastustiloihin, vaikuttavat tilavarauksiin. Ensimmäinen kerros voidaan toteuttaa kylminä tai lämpiminä tiloina.

Teollisessa puurakentamisessa on 1krs tilat sovittava asuntojakaumaan. Esimerkiksi aputilat sovitetaan samaan moduulijakoon asuntomoduurien kanssa. Kuvassa 3 on punaisella linjalla ulkovaippa asuinkerroksissa ja sinisellä moduurien kantavat linjat.



Kuva 3. Pohjakerros

Runkojärjestelmän aukotusohje

Rakennuksen aukotusten tulisi olla aina saman korkuisia keskenään ja toistettavuutta tulisi olla mahdollisimman paljon. Esimerkiksi 2100 mm korkeiden ikkunoiden ja ovien on todettu toimivan hyvin. Kahden eri huonetilan ollessa kyseessä hyvä sääntö on, että jätetään max. 3 m avointa tilaa kahden kantavan pilarin välille. Tällöin moduulin noston tuenta onnistuu esimerkiksi LVL-palkilla 2x51x260 mm. Rakennuksen kerroskorkeus tulisi olla 3040 mm, jolloin normaaleilla huoneistojen jänneväleillä huonekorkeudeksi jää 2520 mm. Tällöin alas laskettujen kattojen sekä kylpyhuoneen kohdalla voidaan käyttää 2200 mm sisäkorkeutta.

Maksimiaukotukset moduulissa:

- aukko kattoon saakka ilman vahvistusta 1,5 m
- aukon leveys 3–5 m, ylä- tai alapuolella palkki min. 300 mm, kantavat pielet min. 600 mm
- kulmaikkunan ylä- ja alapuolella seinän korkeus min. 600 mm, ei sallittua ulokkeena olevissa tilaelementeissä

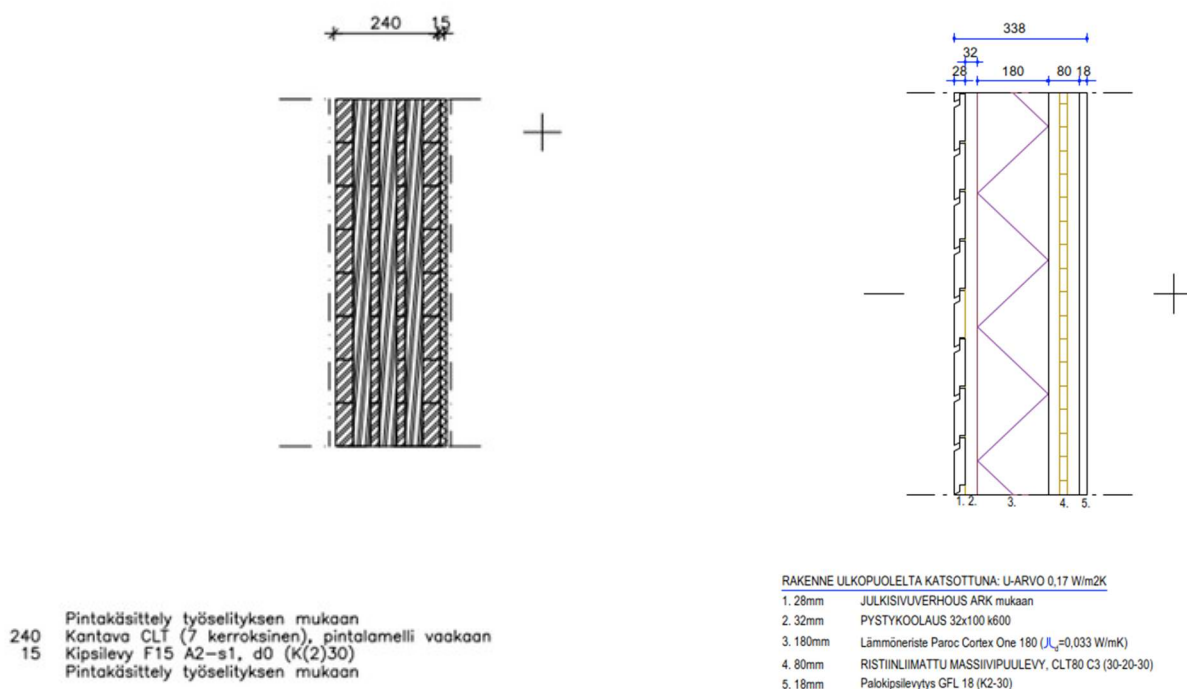
Maksimiaukotukset moduulissa takaavat tukevan rakenteen sekä kestävän lopputuloksen. Aukon palkiksi on määriteltä 300 mm. Se mahdollistaa 100 mm IV- putken läpiviennin palkin keskeltä. Aukotukset suunnitellaan rakennuksen teknisen ominaisuuksien mukaisesti ja laadukkaan lopputuloksen toteuttamiseksi. Erittäin hyvä opas suunnitteluun on RIL 205-1-2017 suunnitteluohje. Lisäksi hyvä esimerkki palkkien suunnitteluun löytyy Metsäwood:in ohjelmistosta Finnwood 2.4.

Rakennetyypit 1.–6. krs

CLT-rungolle

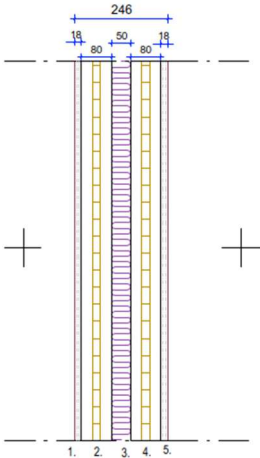
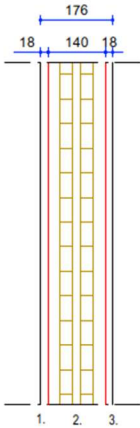
Ohessa on esitelty vaihtoehtoisia rakennustyyppejä teollisen tilaelementtirakentamisen näkökulmasta. Ulkoseinässä on kaksi vaihtoehtoa rakentamiseen. Kuvassa 4 on esitelty 240 mm CLT-seinä sekä yleisimmin käytössä oleva 80 mm CLT-seinä. Molemmat sopivat tilaelementtirakentamiseen.

Kuten Tikanrannan esimerkissä nähtiin, asuntojen välinen seinä on yleensä CLT 80 mm. Mikäli rakennuksen muoto tai muut rakenteelliset vaatimukset edellyttävät paksumpaa seinärakennetta, on niitäkin mahdollista käyttää. Ulkoseinän paneelityypit ja värit ovat vapaasti valittavissa. Ulkoseinään suositeltava paneelikoko on UYW 28x145 mm vaakapaneeli.



Kuva 4. Ulkoseinän vaihtoehtoinen rakenne

Kuvassa 5 on esitelty tyypillinen asuntojen sisäinen kantava seinä, joka asennetaan vain toiseen asuntolohkoon (yleensä ns. talotekniseen lohkoon). Näin säästetään materiaalia sekä kevennetään ns. kuivalohkoa. Viereisessä kuvassa 6 on huoneistojen välinen seinä. Kuvassa 7 asunnon välipohja ja kuvassa 8 porrashuoneen välipohja. Rakennuskerroksia ei ole esitelty, koska ne voivat vaihdella kohdekohtaisesti.

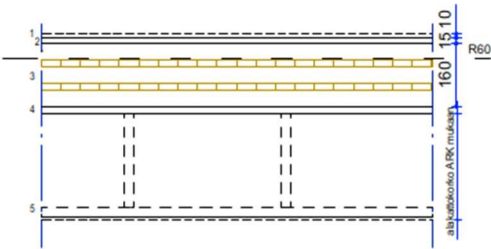
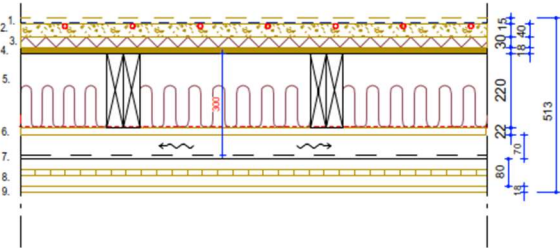


- RAKENNE SISÄPUOLELTA KATSOTTUNA:
- | | |
|----------|---|
| | PINTAMATERIAALI ja -KÄSITTELY huoneselityksen mukaan |
| 1. 18mm | Palokipsilevytyt GFL 18 |
| 2. 140mm | RISTIINLAMINOITU MASSIIVIPUULEVY CLT 140 C5, pintaviilun suunta pystyyn |
| 3. 18mm | Palokipsilevytyt GFL 18 |
| | PINTAMATERIAALI ja -KÄSITTELY huoneselityksen mukaan |

- RAKENNE SISÄPUOLELTA KATSOTTUNA:
- | | |
|---------|---|
| | PINTAMATERIAALI ja -KÄSITTELY huoneselityksen mukaan |
| 1. 18mm | Palokipsilevytyt GFL 18 (K2-30) |
| 2. 80mm | RISTIINLAMINATTU MASSIIVIPUULEVY, CLT80 C3 (30-20-30) |
| 3. 50mm | ILMAVÄLI + reuna-alueille ERISTE 66mm L=300 (esim. Paroc Extra) ja keskialueet 50mm (esim. Paroc UNM37) |
| 4. 80mm | RISTIINLAMINATTU MASSIIVIPUULEVY, CLT80 C3 (30-20-30) |
| 5. 18mm | Palokipsilevytyt GFL 18 (K2-30) |
| | PINTAMATERIAALI ja -KÄSITTELY huoneselityksen mukaan |

Kuva 5. Asuntojen välisen seinä

Kuva 6. Huoneistojen välinen seinä



Kuva 7. Asunnon välipohja

Kuva 8. Porrashuoneen laatta

Julkisivupinnat

Rakennuksen julkisivun varsinaisen materiaalivalinnan lisäksi saumaukset ovat olennainen osa kokonaisuutta. Massiivipuun hyöty on se, että saumauksesta tulee kerralla valmis eikä erillistä käsittelyä työmaalla tarvita. Tämä helpottaa varsinaista asennustyötä ja säästää myös asennukseen käytettävää työn määrää. Kuvassa 9 valmiiksi kuultokäsitelty moduuli talotehtaalla.

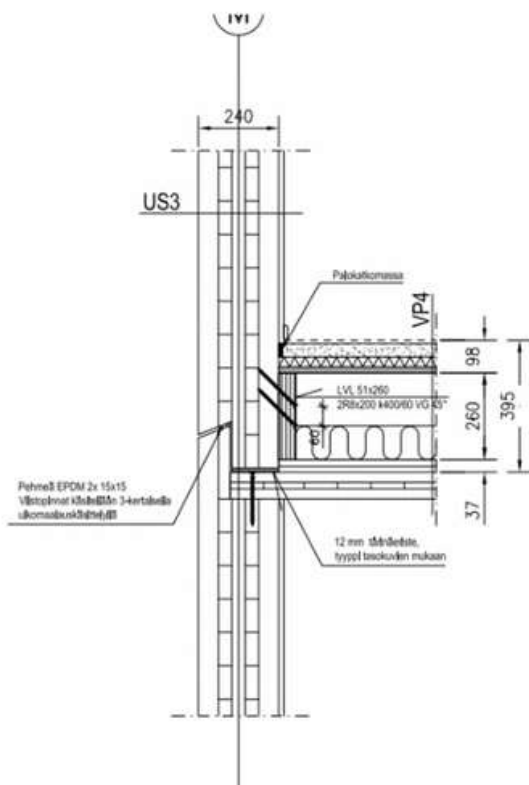


Kuva 9. Valmis julkisivu

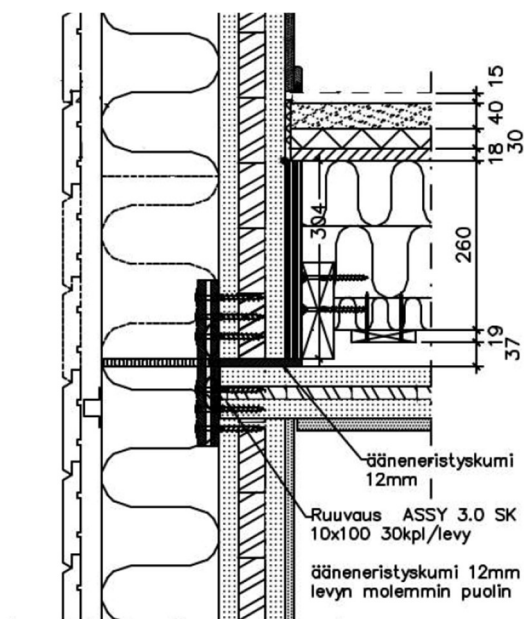
Alla kaksi teollisen puurakentamisen näkökulmasta suositeltavaa ratkaisua.

1. Vaakapaneelin käyttäminen julkisivussa mahdollistaa sauman sujuvan ja huomaamattoman häivyttämisen julkisivuun. Tämä luo yhtenäisen ilmeen rakennuksen ulkoasuun.
2. Massiivipuun käyttö jättää sauman näkyviin, mutta on ekologisempi vaihtoehto

Havaintokuvissa on tuotu näkyviin massiivipuulla toteutetun saumauksen yksityiskohdat sekä kokonainen julkisivu. Kuvissa 10 ja 11 on kuvitettu julkisivun rakenne sekä saumauksen suunnitelma.



Kuva 10. Julkisivun rakenne



Kuva 11. Julkisivun sauma

Vesikatto sääsuojana

Puurakenteisilla tilaelementeillä rakennetaan luhti-, rivi- ja kerrostaloja. Tilaelementit ovat tehtaalla täysin valmiiksi valmistettuja rakennusosia, jotka asennetaan työmaalla valetun sokkelin päälle. Työmaalla tilaelementit kootaan esivalmisteosista ja pinotaan osissa päällekkäin kattolohkojen kanssa. Erillistä sääsuojasta ei tarvita.

Varsinainen vesikatto jaetaan osiin asunnoittain tai jos kyseessä asunto, joka koostuu kahdesta tai suuremmasta määrästä, katto jaetaan tilaelementeittäin/moduuleittain. Tilaelementtien saapuessa poutasäällä, nostetaan väliaikaiset katot pois ja asennetaan tilaelementit. Tämän jälkeen nostetaan kattolohkot paikoilleen ja peitetään saumakohdat. P ystyosat suojataan pressuilla. Tämä mahdollistaa nopean ja joustavan tavan liikutella kattolohkoja ympäri tonttia. Nopeutta lisää se, että ovat helpompia käsitellä nosturilla ja niitä voidaan keveytensä vuoksi latoa päällekkäin. Kuvassa 12 työmaalla rakennetut, esivalmistetut katot.



Kuva 12. Kattolohkot rakennettuna maassa

Tilaelementit suojataan tehtaalla kolminkertaisella muovipäällysteellä. Tilaelementtien väliaikaisvarastointi ja sääsuojaus esitetään kuvassa 14. Kuljetuksen jälkeen, ennen asennusta, tilaelementin sääsuojamuovit poistetaan työmaalla ennen tilaelementin nostoa. Tilaelementtien noston yhteydessä vesikattoelementit nostetaan lohkoissa tilaelementtien päälle (kuva 13). Erillistä sääsuojaa ei käytetä tilaelementtien asennustyön aikana, vaan asennukset pyritään toteuttamaan sateettomina työpäivinä sekä vesikattoelementit voidaan nostaa tilaelementtien päälle lohkoissa.



Kuva 13. Katon asennus



Kuva 14. Elementtien väliaikaisvarastointi

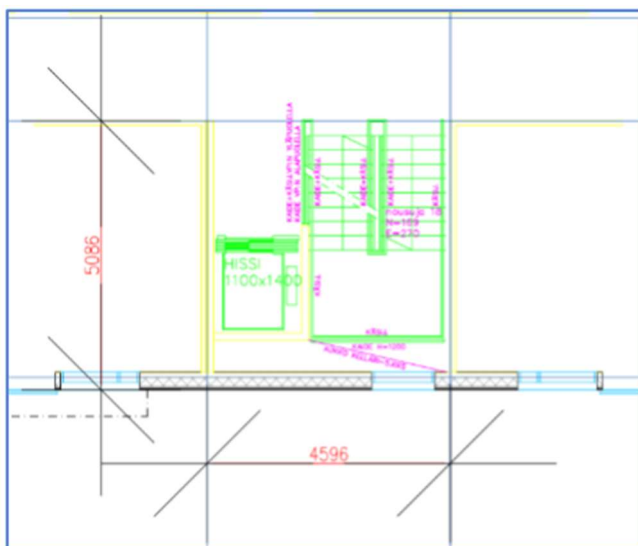
Tämän asennusprosessin avulla pystytään samanaikaisesti tekemään maatöitä tai julkisivutöitä. Prosessimalli nopeuttaa aikataulullisesti tilaelementin asennusvaihetta ja vesikaton rakentamisvaihetta. Päällyste toimii rakentamisen aikana sääsuojana. Prosessi luo kustannussäästöjä, kun rakennukseen jääviä osia pystytään hyödyntämään sekä pärjätään pienemmällä teline- ja henkilönostinkalustolla. Logistisesti kattolohkoja on helppoa käsitellä ja tarvittaessa ne voidaan rakentaa etukäteen toisaalla. Turvallisuus paranee, koska putoamissuojat ja kiinnityslenkit pystytään asentamaan valtaosin turvallisesti maassa.

Porrashuoneet tilaelementteinä

Jotta tilaelementtiasennus sujuisi ilman katkoksia, tulee porrashuoneet myös suunnitella lohkomitoituksella. Porrashuoneiden toteutusta koskee erityinen säädöstö asumisturvallisuuden takaamiseksi. Asuinrakennusten porrashuoneiden s e k ä kulkutilojen suunnittelun vähimmäismitoituksen lähtökohtana ovat Suomen rakentamismääräyskokoelman osissa

- E1 Rakennusten paloturvallisuus,
- F1 Esteetön rakennus,
- F2 Rakennusten käyttöturvallisuus ja
- G1 Asuntosuunnittelu annetut määräykset ja ohjeet.

Kuvassa 15 esimerkki mitoituksen sovituksesta pitkälle käytävälle ja toinen moduulin leveyksiin sovitetuna.



Kuva 15. Porrashuoneen mitoitus ja tuotantokuva pitkästä moduulista

Yleisesti säädösten mukaan porrashuone on suunniteltava ja rakennettava turvallisesti sekä riittävän väljäksi esteetöntä kulkua varten. Porrashuoneen laatoissa suositellaan käytettäväksi CLT-laattaa, sillä se mahdollistaa kuvassa 16 esitetyt joustavat talotekniikan kiinnitykset ja tukikonsolien sijainnit. CLT-laatan esivalmistus on helppoa, ja sen paksuus on 120 mm



Kuva 17. Porrashuoneen on paljon talotekniikka

Yksi puurakentamisen haasteista on palokatkojen suunnittelu ja sovittaminen talotekniikan kanssa. Suunnittelussa tulisi erityisesti huomioida hyvä palokatkosuunnittelu sekä esivalmistetut ratkaisut. Kuvassa 17 näkyy lattialämmityspiirien läpivientilevy hormiin. Paloteknisenä ratkaisuna on käytetty Sewatekin palokatkoja. Nämäkin muodostavat ongelman, sillä vain tietyt putki- ja materiaaliyhdistelmät ovat koepoltettuja.

Tilaelementtien asennuksen optimointi

Tilaelementtejä asentaessa nopein tapa on kiinnittää nosto-osat suoraan CLT-katon läpi. Kuvassa 18 on nosto-osa, joka perustuu kierretankoon ja ruuvien liitokseen ja on nopein tapa irrottaa nosto-osa asennuksen yhteydessä. Osan huonopuoli on se, että se vaatii erittäin tarkan liimausprosessin sekä laatukontrollin. Osa on CE-merkitty ja kestää nostettaessa 5000 kg. Kuvassa 18 oikealla puolella on vaihtoehtoinen nosto-osa, joka perustuu puhtaasti ruuvien yhteisvaikutukseen. Tämän nosto-osan huonopuoli on, että siinä ruuvien kannat voivat murtua irrotuksen aikana. Tämä pidentää asennusaikaa huomattavasti. Myös tällä osalla on 5000 kg kapasiteetti.

Kun nosto-osa on irrotettu, tulee asennuksen asettaa s e k ä vaaka- että pystyjäykisteet. Yhtenä ratkaisuna on käytetty vanerilevyä 18x500x500 mm, jolla saavutetaan n. 40 KN kapasiteetti, ruuvien määrästä riippuen. Vaakasuuntaisia levyjä suunniteltaessa on hyvä huomioida eri kerroksien vaatimukset, kuitenkin niin että jokaista kerrosta ei ole järkevää optimoida muutaman vanerin takia. Hyvä ohje tähän on: 1.-3. krs samalla tavalla ja 4.-6. kerros vähemmällä jäykistemäärällä.



Kuva 18. Vaihtoehtoiset nosto-osat tilaelementin päältä nostamiseen



NAWOC OY 2022

VN/15262/2020