

Rakennusalan täyden palvelun tietotalo

Rakennustieto Oy edistää hyvää rakennustapaa ja tuottaa rakentamisesta luotettavaa tietoa. Puolueettoman ja asiakaslähtöisen Rakennustieto Oy:n tuotteet kattavat rakentamisen koko elinkaaren suunnittelusta ylläpitoon. Yhtiön omistaa Rakennustietosäätiö RTS.

Tutustu palveluihimme

> rakennustieto.fi/rk/palvelut

Rakentajain kalenterin artikkelit

Tämä artikkeli on julkaistu alun perin Rakentajain kalenterissa, jota ovat julkaisseet Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL ry.

Julkaisu oli rakennusalan ammattilaisten ja opiskelijoiden käsikirja, joka yhdisteli teoriaa ja käytäntöä sekä kannusti hyvään rakentamiseen. Artikkelin vasemmassa reunassa olevasta vesileimasta näkee ko. Rakentajain kalenterin vuosikerran.

> [Artikkeliarkisto, kokoelma vuosien 1997–2018 Rakentajain kalenterissa julkaistuja artikkeleita](#)

Puukerrostalot

Mikko Viljakainen, TkL

Toimitusjohtaja, Puuinfo

mikko.viljakainen@puuinfo.fi

Puukerrostalojen toteuttamiseksi on olemassa useita vaihtoehtoisia rakentamistapoja. Yhteistä niille ovat pitkälle viety teollinen esivalmistus ja nopea rakentaminen säältä suojassa. Puurakentamiseen on myös kehitetty avoin suunnittelujärjestelmä eli RunkoPES, jonka mukaan suunniteltuna eri järjestelmät ovat keskenään yhteensopivia ja niitä voidaan kilpailuttaa keskenään. Tämä artikkeli valottaa, mikä on puukerrostalo ja mitkä ovat sen erityispiirteet?

Mikä on puukerrostalo?

Puukerrostaloksi sanotaan kerrostaloa, jonka kantavat runkorakenteet ovat pääosin puuta. Julkisivut voivat olla puulla tai muilla julkisivumateriaaleilla verhottuja. Puuta voidaan käyttää tietyin edellytyksin asuntojen lattiassa, seinissä ja katoissa.

Puukerrostaloja koskevat määräykset

Puukerrostalojen suunnittelua koskevat samat rakentamismääräykset kuin muitakin kerrostaloasunnot. Poikkeuksen muodostavat palomääräykset, joissa puukerrostalot sijoitetaan P2-paloluokaan.

Suomen rakentamismääräyskokoelman osan E1, Rakennusten paloturvallisuus, mukaan Suomeen saa rakentaa taulukkomitoituksella enintään kahdeksan kerroksisen puurunkoisen asuin- ja työpaikkarakennuksen. Puuta, joka kuuluu luokkaan Ds2-d0, voidaan käyttää rakennuksen kantavissa ja jäykistävissä rakenteissa ja tietyin edellytyksin ulkoverhouksissa sekä asuinrakennuksissa myös sisätilojen pintamateriaalina. Kantavat rakenteet suojaverhotaan rakennuksen korkeudesta riippuen 10 tai 30 minuutin suojaverhouksella, jossa kantavaa rakennetta vasten olevan kerroksen tulee olla palamatonta (A-luokka) materiaalia. Palon leviämisen estämiseksi julkisivujen ja räystäsrakenteiden sekä poistumisteiden pintamateriaaleille on asetettu erityisehtoja.

Yli kaksikerroksiset asuin- ja työpaikkarakennukset tulee varustaa automaattisella sammutuslaitteistolla. Tästä poikkeuksena ovat enintään nelikerroksiset kaupunkipientalot, joissa ei ole päällekkäisiä asuntoja. Lisäksi enintään seitsemän kerroksisiin betonirunkoisiin kerrostaloihin on mahdollista tehdä yksi puinen lisäkerros ilman automaattista sammutuslaitteistoa.

Tapauskohtaista toiminnallista palomitoitusta käytettäessä kerrosuku- yms. rajoituksia ei ole kunnan tapauskohtaisesti, viranomaisen hyväksymällä tavalla osoitetaan rakennuksen täyttävän rakentamismääräysten olennaiset vaatimukset rakennuksen paloturvallisuuden suhteen.

Puukerrostalon suunnittelu

Puukerrostalojen suunnitteluun liittyy muutamia erityispiirteitä, jotka suunnittelijan on hyvä tuntea. Enintään kahdeksan puurakenteista kerrosta sisältävän puukerrostalon rakennesuunnittelijalta vaaditaan vaativien puurakenteiden suunnittelijan pätevyys. Rakennusten suunnittelussa hyödynnetään mallinnusta (Building Information Model eli BIM), jonka avulla taataan valmistettävien osien ja eri tekniesten järjestelmien hyvä yhteensopivuus ja työmaan sujuvuus.

Jännemitat ja rakennepaksuudet

Keskeisimmät puukerrostalojen suunnitteluun vaikuttavat tekijät ovat totutusta poikkeavat rakenteiden paksuudet ja puisilla välipohjarakenteilla saavutettavat jännemitat. Taloudellisesti järkevät puurakenteiset välipohjat mahdollistavat 5–7 m:n



Kuva 1. Puukerrostaloalue. (Kuva:Titta Vuori, ModelArk).

Taulukko 1. Puuväli pohjilla saavutettavia jännemittoja suhteessa rakenteen paksuuteen.

Väli pohjan kantava rakenne	Väli pohjan kokonaispaksuus	Saavutettava jännemitta
Puubetoniliittorakenne	450–500–550–600 mm	5–6–7–8 m
Ripalaatta	450–500–550–600 mm	5–6–7–8 m
CLT	400–450 mm	5–6 m

jännemitat, jolloin väli pohjan rakennepaksuus on luokkaa 450–600 mm. Sitä pidemmällä jännemitoilla väli pohjarakenteen korkeus alkaa kasvattaa myös kerroskorkeutta, koska huonekorkeuden tulee olla vähintään 2500 mm.

Saavutettavista jännemitoista johtuen puukerrostaloon tulee totuttua enemmän kantavia linjoja. Ne voivat sijaita joko runkoon nähden poikittain tai rungon suuntaisesti siten, että ulkoseinät ja osa väliseinistä toimii kantavina linjoina. Kantavat seinät voidaan korvata myös pilari-palkki -linjoilla.

Seinä rakenteiden paksuuksien osalta nyrkki-sääntö on, että puurakenteet johtavat huoneistojen välisissä seinissä totuttua paksuimpiin rakenteisiin ja ulkoseinissä totuttua ohuempiin rakenteisiin. Rakenteen kokonaispaksuus riippuu kuitenkin valitusta runkotyypistä, halutuista energiatehokkuus- ja ääneneristystasosta, verhouksista jne.

Paloturvallisuusratkaisut

Puukerrostalojen rakenteita koskee sama 60 minuutin palonkestovaatimus kuin muitakin vastaavan kokoisia taloja. Tämän lisäksi puukerrostalossa kaikki tilat varustetaan automaattisella sammutuslaitteistolla, joka käytännössä estää hyvin tehokkaasti palon syttymisen ja leviämisen.

Puurakenteet suojaverhoillaan rakennuksen korkeudesta riippuen joko 10 minuutin tai 30 minuutin palamattomalla suojaverhouksella, joka estää palon leviämisen rakenteisiin.

Eristeenä tulee käyttää palamattomia A-luokan materiaaleja. Puuta voidaan käyttää pintarakenteena vain tietyin ehdoin. Räystäiden ja poistumisteiden rakenteille on esitetty erityisiä vaatimuksia. Kaikista huoneistoista on oltava vähintään kaksi poistumistietä, toinen niistä on yleensä parveke.

Puukerrostalojen kaikki tilat varustetaan automaattisella sammutuslaitteistolla, jolloin palo ei yleensä pääse leviämään alkua pidemmälle. Sammutuslaitteisto pitää palon kurissa, kunnes palokunta saapuu paikalle sammuttamaan palon. Usein sammutuslaitteisto sammuttaa palon heti alussa, jolloin henkilöturvallisuuden kannalta haitallisimpia haitallisia savukaasuja ei pääse syntymään.

Automaattiseksi sammutuslaitteistoksi suositellaan korkeapainevesisummutusta, joka ei

kastele asuntoa. Se ei suihkuta vettä vaan levittää vesisumua. Palon tukahduttamiseen riittää kymmenesosa perinteisen sammutusjärjestelmän vesimäärästä. Vesisumun etuna on myös se, että se toimii kolmiulotteisesti sammuttaen esimerkiksi pöydän alta alkaneen palon. Tähän ei perinteinen vesisammutusjärjestelmä pysty.

Sammutusjärjestelmien toimintahäiriöt ovat erittäin harvinaisia. Niiden toiminta tarkistetaan määrävälein. Mikäli asunnossa on perinteinen vesisammutusjärjestelmä, sen aiheuttamat vesihaitat ovat todennäköisesti pienemmät kuin mitä itse tulipalo levitessään aiheuttaisi. Automaattisen sammutusjärjestelmän merkittävin etu on, että se pelastaa ihmishenkiä.

Rakenteiden suojaverhous tehdään tavallisimmin kipsilevyllä. Automaattisen sammutusjärjestelmän suojaustasosta riippuen suojaverhouksen näkyvä pintakerros voi olla myös puuta, kunhan runkoa vasten olevan suojaverhouksen pinta on A-luokkaa.

Puukerrostalojen julkisivuissa voi alinta kerrosta lukuun ottamatta käyttää puuverhousta, joka täyttää pintaluokkavaatimuksen D-s2, d0. Esimerkiksi umpinaisen laudoitus täyttää tämän vaatimuksen. Myös julkisivumateriaaliksi soveltuvien puulevyjen käyttö on mahdollista. Alimmassakin kerroksessa voidaan käyttää puuverhousta, jos se on palonsuojakäsittely vastaamaan paloluokkaa B-s2, d0.

Puista ulkoverhousta käytettäessä tulee huolehtia seuraavista seikoista:

- palon leviämistä tuuletusraossa on rajoitettava riittävän tehokkaasti ja vähintään kerroksittain
- palon leviäminen julkisivusta ullakkoon ja yläpohjaan on estettävä
- julkisivurakenteesta palotilanteessa irtoavien laajojen osien putoamista on estettävä riittävästi
- rakennuksia tai rakennelmia ei saa sijoittaa alle 8 m:n etäisyydelle julkisivusta, jollei rakenteellisin tai muilla keinoin estetä palon leviäminen julkisivuun ja yli 2-kerroksisen rakennuksen seinille, joilla on ikkunoita tai muita aukkoja, on järjestettävä pelastustiet.

Julkisivujen palokatkot tehdään kuristamalla tuuletusrako kerroksittain esimerkiksi 5 %:lla rei'itetyllä metalliprofiililla. Palon etenemistä tuuletusraossa



Finnish Wood
Research

PROJEKTI

RunkoPES 2.0

SISÄLTÖ

Kantava ulkoseinä / P2-paloluokan asuinrakennus
Paloteknisesti 5...8 krs. / max 4 puukerrosta

TUNNUS

US404KM

PROJEKTIN No.

PVM.

31.12.2013

MITTAKAAVA

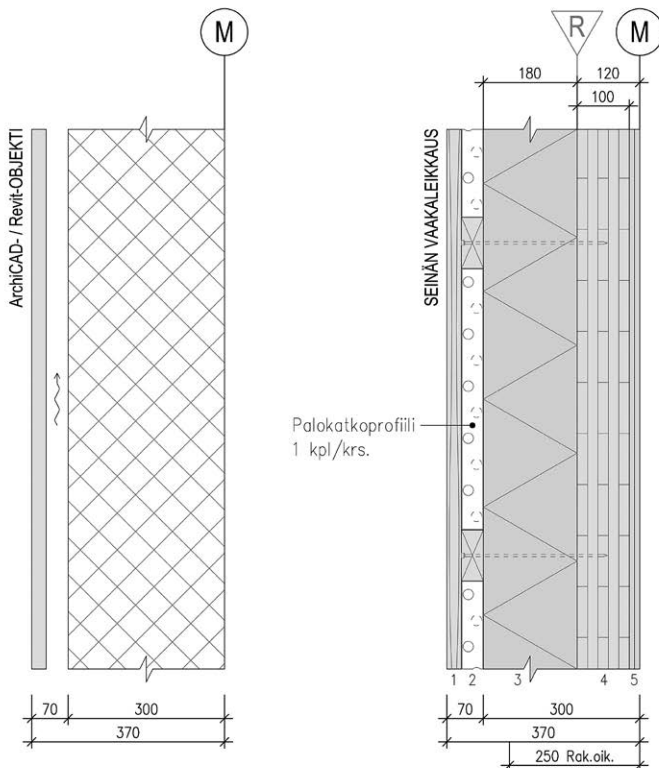
1:10

Mitoittamalle saavutettavat ominaisuudet

REI 60
K30 / EI 30
U ≤ 0,17

SUOJAVEHOUKSEN TOTEUTUS

SUOJAVEHOUKSEN LUOKKA	K ₂ 10 / EI 15	K ₂ 30 / EI 30
RAKENNEKERROS (mto)		3,5



NRO	TARKOITUS	TUOTE	MITTA [mm]
1	Ulkoverhous (D-s2, d2)	Ulkoverhouspaneeli ARK mukaan	28
2	Ulkoverhouksen kiinnitys (D-s2, d2)/Tuuletus	Puurangat k600	42
3	Palosuojaus (A2-s1, d0)/Lämmöneristys	Jäykkä kivillä (sis. tuulensuoja)	180
4	Kantava rakenne Ilman- ja höyrinsulku	CLT-levy RAK mukaan	100
5	Palosuojaus (A2-s1, d0)/Sisäverhous	Kuitukipsilevy	10+10/20

Kuva 2. Tyypillinen puukerrostalon kantava ulkoseinä rakenne.
(Kuva: Puuinfo). Lisää rakenteita RunkoPES 2.0:n osassa 11.



Kuva 3. Julkisivun palokatko. (Kuva: Puuinfo).

rajoitetaan, mutta julkisivun tuuletus toimii edelleen. Palon eteneminen yläpohjaan ja sen onteloon estetään räystäään EI 30-rakenteella. Samalla tulee kuitenkin huolehtia yläpohjan tuuletuksesta. Tuuletus voidaan hoitaa joko räystään kärjestä tai paloventtiileillä.

Ääneneristys

Paloturvalliseksi suunnitellut puurakenteet toimivat hyvin myös akustisesti. Toimivuuden kannalta keskeistä on estää ilma- ja askelääniä siirtyminen rakenteen läpi ja toisaalta äänien johtuminen runkorakenteita pitkin.

Ääntä eristävät puurakenteet suunnitellaan kerrokselliseksi ja tiiviiksi. Saumojen ja lävistysten tiiviyyteen kiinnitetään erityistä huomiota. Huoneistojen väliset rakenteet erotetaan toisistaan. Rakenteen ontelot täytetään villalla. Rakenteessa tarvittava massa syntyy verhouksena käytettävistä kipsilevyistä tai massiivipuulevystä.

Välipohjien kantavat rakenteet ylimitoitetaan raskaiden askeleiden aiheuttamien värähtelyiden poistamiseksi. Lisäksi välipohjiin lisätään massaa askelääneneristävyyden parantamiseksi. Lattian pintalaatta voi olla uiva tai liittorakenne välipohjapalkkien kanssa. Alakatto ripustetaan akustorankojen varaan.

Äänen siirtyminen runkorakenteita pitkin estetään rakentamalla päällekkäiset asunnot torneiksi siten, että vaakarakenteet eivät jatku osastosta toiseen. Huoneistojen väliset seinärakenteet ovat ns. tuplarunkoisia rakenteita ja välipohjapalkit eivät saa jatkuu osastosta toiseen. Pystysuuntainen äänen siirtyminen runkorakenteissa estetään kantavien seinälinjojen tärinänvaimentimilla, joka voi olla esimerkiksi EPDM-kuminauha tai Sylomer-vaimennin.

Puukerrostalojen rakenteet suunnitellaan 5–8 dB:ä vaatimuksia paremmiksi. Asukailta saadun

palautteen mukaan puukerrostaloasunnot ovat erittäin hiljaisia. Naapurista tulevia häiriöääniä on vähemmän kuin muissa vastaavissa taloissa. Puukerrostalojen äänimaailmalle on ominaista se, että korkeat äänet kuten pianon soitto ja lapsen itku eivät juurikaan kuulu. Samoin rakennuksen runkoa pitkin johtuvia ääniä, kuten poraamisesta aiheutuva ääntä ei esiinny. Sen sijaan puukerrostaloissa voi esiintyä esimerkiksi raskaista askelista aiheutuvia matalia ”tumpsahavia” askelääniä.

Painumat

Puurakenteille ominainen piirre on sen painuminen. Se johtuu sekä rakennuksen massan aiheuttamasta puun kokoonpuristumisesta että puun kuivumisen auttamasta kutistumisesta. Molemmissa tapauksissa muodonmuutos on huomattavasti vähäisempää puun pituussuunnassa (syynsuunta) kuin puun poikkisuunnassa (säteen- ja lustonsuunta), joten painuminen tapahtuu pääasiassa välipohjien vaakapuiden kohdalla, mikäli ne katkaisevat pystysuuntaiset kantavat rakenteet.

Vaikka painuminen on vähäistä käytettäessä liimattuja ja kuivia insinööripuutuotteita, se tulee kuitenkin ottaa huomioon painuvien ja ei-painuvien rakenteiden liitoksissa sekä talotekniikan linjave-doissa. Näitä paikkoja ovat mm. liittymät betonisiin hissikuiluihin ja muurattuihin ulkoverhouksiin sekä viemärien kaadot. Painuminen on suurinta rakennuksen alimmissa kerroksissa, mutta painuman vaikutukset kertautuvat ylempiin kerroksiin.

Pitkäaikaiskestävyys

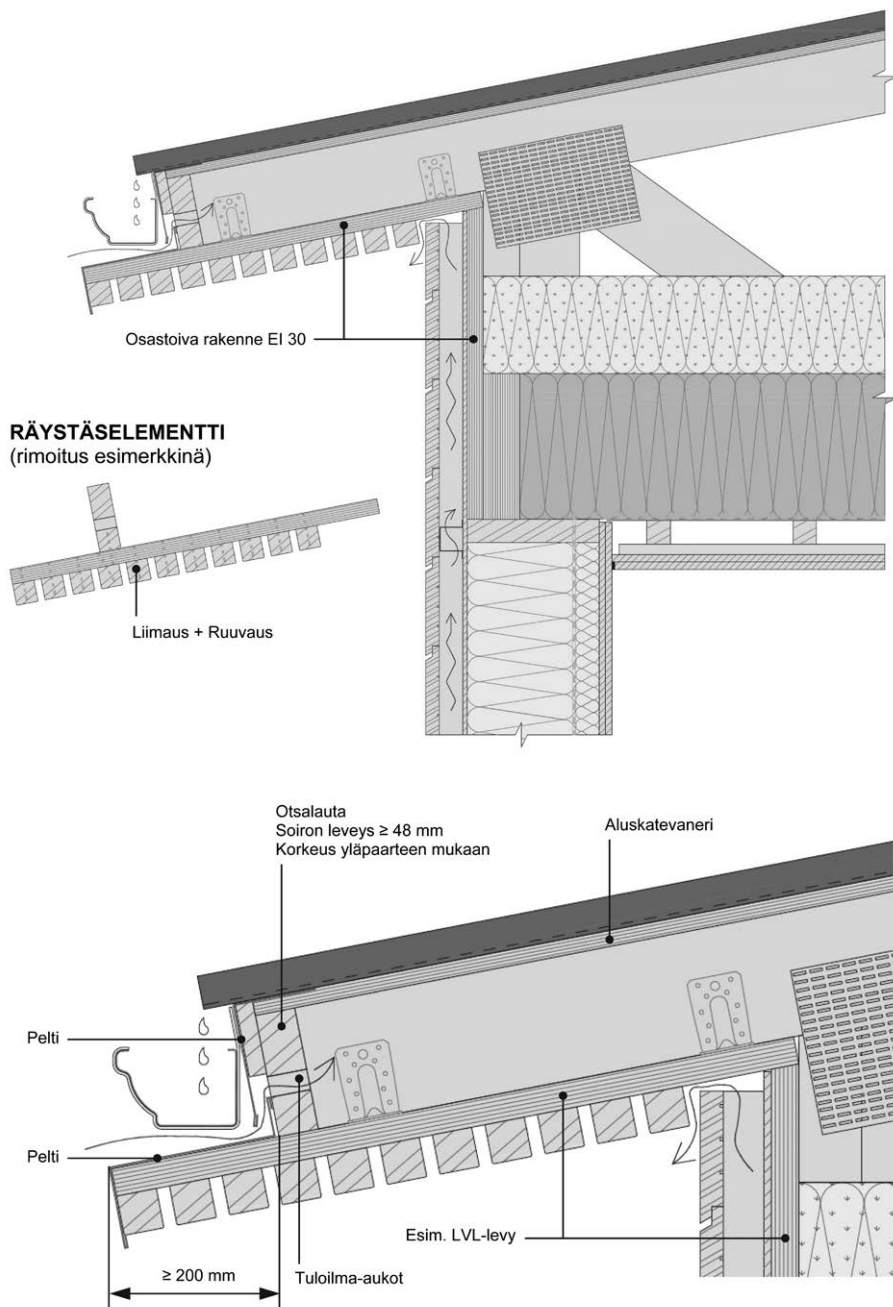
Puukerrostalon rakenteet suunnitellaan tavallisimmin käyttöluokkiin 1 ja 2. Mikäli nämä olosuhteet säilytetään, puurakenteet ovat käytännössä erittäin pitkäikäisiä.

Eniten säälle alttiita puuosia ovat ulkoverhoukset. Kestävyyden takaamiseksi on olennaista, että ulkoverhouslauta, sen kiinnitystapa ja pintakäsittely valitaan ja toteutetaan oikein. Uusilla teollisilla peittomaaleilla päästään 15 vuoden uudelleenmaalausväliin. Maalauksen jälkeen talon arvo nousee ja se on kuin uusi.

Puutalojen sisätiloissa käytetään yleensä samantaisia pintamateriaaleja kuin muissakin taloissa. Siten käytön aiheuttama kuluminenkin on samantaisista. Puhdistaminen ja huolto tehdään kunkin materiaalivalmistajan antamien ohjeiden mukaan.

Energiatehokkuus

Puukerrostaloja koskevat samat energiatehokkuusvaatimukset kuin muita vastaavia taloja. Puurakenteet voivat olla erittäin tiiviitä ja energiatehokkaita.



Kuva 4. Paloräystään periaate, jossa yläpohjan tuuletus hoidetaan räystään kärjestä. (Kuva: Puuinfo).

Puu-ulkooverhouksen pitkäaikaiskestävyyden kannalta keskeistä on, että:

- ulkooverhouslauta on riittävän paksu (suositus > 25 mm)
- puun laatu on mahdollisimman hyvä (mieluiten kuusi tai männyn sydänpuu)
- asennettava ja pintakäsiteltävä ulkooverhouslauta on riittävän kuivaa (kosteus < 18 %)
- huolehditaan ulkooverhouksen rakenteellisesta suojauksesta, esim. räystäät ja verhouksen alalaidan riittävä etäisyys maasta (suositus > 500 mm)
- vältetään mahdollisuuksien mukaan ulkooverhouslautojen jatkoksia ja sälle alttiita verhouslautojen suojaamattomia päitä
- suojataan puun liitokset ja jatkokset, mieluiten myös kiinnityskohdat
- puuoverhouksen pitää päästä kastuttuaan vapaasti kuivumaan, eikä sadevettä saa päästä imeytymään rakenteisiin (viistot pinnat, tippanokat, suojapellitykset)
- asennukset, kiinnitykset ja pintakäsittely tehdään huolellisesti valmistajien ohjeiden mukaisesti
- ulkooverhous tarkastetaan, korjataan ja huolletaan riittävän usein.

Vaipan energiatehokkuutta parannetaan yksinkertaisesti eristeen paksuutta lisäämällä ja huolehtimalla rakenteiden ja niiden liitosten tiivyydestä. Palomääräysten vaatimus A-luokan eristemateriaaleista rajaa eristemateriaalivalintoja. Tehtyjen mitausten mukaan puutalojen ilmatiiviys on erittäin hyvä.

Puukerrostaloissa on mahdollista tehdä huoneistokohtaisia energiakulutuksen mittauksia, koska paloturvallisuuden ja ääneneristyksen vuoksi eristeitä sijoitetaan myös puukerrostalojen huoneistojen välisiin rakenteisiin. Lämpötiloja voidaan säätää jopa huonekohtaisesti, mikäli talo on varustettu sen edellyttämällä säätimillä.

Ympäristövaikutukset

Käytön aikaisen energiakulutuksen lisäksi rakentamisessa on alettu kiinnittää yhä enemmän huomiota rakentamisen ja rakennusmateriaalien valmistuksen energiakulutukseen ja ympäristövaikutuksiin. Rakentamisen ja rakennustuotteiden valmistuksen ympäristövaikutusten merkitys osana koko elinkaarta korostuu tulevaisuudessa yhä enemmän varsinkin, kun käytönaikaista energiakulutusta pienennetään säästötoimilla.

Puukerrostalon rakentamisesta aiheutuvat luonnonvarojen ja energian kulutus sekä hiilidioksidipäästöt ovat tavanomaisia taloja pienemmät. Säästöä tulee sekä materiaalien valmistuksessa että keveiden osien kuljetuksessa. Peruspuutuotteiden kuten saha- ja höylätuotteiden valmistuksessa syntyy jopa enemmän energiaa kuin kuluu. Paljon päästöjä tuottavat materiaalit kannattaa korvata puulla.

Lisäksi puurakenteet varastoivat puuhun kasvun aikana sitoutuneen hiilidioksidin kunnes rakennus poistetaan käytöstä ja puuosat kierrätetään ja poltetaan energiaksi. Puutaloihin käytetyt materiaalit ja energia ovat tavanomaista useammin uusiutuvia. Teollisesti esivalmistettujen osien vuoksi materiaalihukkaa ei juuri synny.

Puukerrostalojen uudet teolliset rakentamistavat

Puukerrostalojen toteuttamiseksi on olemassa vaihtoehtoisia rakentamistapoja. Yhteistä niille ovat pitkälle viety teollinen esivalmistus ja kuiva, nopea rakentaminen säältä sijoissa. Puukerrostalo voidaan rakentaa jopa kolmannes osassa aikaa perinteiseen rakentamiseen verrattuna, mikä tuo säästöä rakennusaikaisissa työmaa- ja rahoituskustannuksissa sekä mahdollistaa nopeammat vuokra- ja myyntituotot.

Teolliseen puurunkorakentamiseen on kehitetty myös avoin suunnittelujärjestelmä, RunkoPES. Sen mukaan suunniteltuna eri järjestelmät ovat keskenään yhteensopivia ja niitä voidaan kilpailuttaa keskenään.

Teolliset valmistajat tarjoavat kohteet tuoteosakauppana ottaen vastuun ratkaisujen valmistuksen lisäksi sekä suunnittelusta että asennuksesta. Tuoteosakauppa helpottaa puukerrostalon tilaamista, sillä tilaaja saa valmiin, vaatimusten mukaisen toiminnallisen kokonaisuuden halutussa valmiusasteessa. Myös neuvottelu-urakka voi olla erittäin kilpailukykyinen perinteiseen urakkatarjouskilpailuun verrattuna.

Kantavat seinät

Yleisimmin käytetty puurunkojärjestelmä on kantaviin seinäin perustuva kerroksittainen järjestelmä. Se soveltuu lyhyen jännevälän rakennuksiin (noin 4–6 m), kuten asuinrakennuksiin, joissa asunnon sisäisiä ja huoneistojen välisiä seinä on tiheästi.

Kantavat seinät voidaan toteuttaa kevyellä rankarakenteella tai massiivipuella levyrakenteella. Kerrostaloissa kantavia linjoja ovat tavallisesti rakennuksen ulkoseinät ja osa väliseinistä. Huoneistojen sisäiset kantavat ja jäykistävät väliseinät vaikuttavat asuntojen pohjaratkaisujen muuntojoustavuuteen ja voivat vähentää myytävää huoneistoalaa.

Kevytrakenteisen suurelementin runko koostuu vakiomittaisesta liima- tai viilupuisista runkotolpista, ala- ja yläsidepuista sekä ikkuna- tai oviaukkojen kehäpuista. Kantavat ja ei-kantavat seinät ovat rakennepäiraatteeltaan samanlaisia. Rakenteen ontelot täytetään eristeellä ja rakenne levytetään. Välipohjarakenne voi olla joko rankarakenteinen palkkiväli pohja, kotelo- tai ripalaatta. Askelääneneristeenä välipohjissa voidaan käyttää betonivalua joko kelluvana tai liittorakenteena.

Rankarakenteista on pitkäaikaisia kokemuksia. Niillä voidaan rakentaa melko helposti kuusikerroksisia rakennuksia. Elementtien korkea esivalmistusaste takaa nopean pystytyksen, joka on noin kerros/viikko. Asennus tehdään työmaalla säältä suojassa.

Massiivipuinen kerrostalo CLT-tekniikalla

Monikerroslevy (CLT = Cross Laminated Timber) on massiivipuulevy, joka valmistetaan liimaamalla lautoja/rimoja useaan kerrokseen ristikkäin. Levyn dimensiot ja valmistustekniikka vaihtelevat valmistajakohtaisesti. Tyypillisesti paksuus vaihtelee 51–297 mm:n välillä leveyden ollessa enintään 4,8 m ja pituuden enintään 20 m.

Monikerroslevyn tyypillisimpiä käyttökohteita ovat rakennuksen kantavan ja jäykistävän rungon osat, kuten seinät sekä väli- ja yläpohjat. Levyä käytetään myös julkisivuverhouksissa ja sisäverhouksissa. Ulkoseinässä levy sijoitetaan rakenteen sisäpuolelle ja eriste kiinnitetään levyyn ulkopuolelle joko omalla koolauksella tai suoraan levyyn kiinnitettään. Ulkoverhouksen kiinnitetään levyyn joko eristeen läpi tai koolauksen välityksellä. Välipohjassa levyä voidaan käyttää joko itsessään kantavana elementtinä tai palkkirakenteen kantana. Levystä voidaan tehdä myös liittorakenne betonin kanssa.

Palomääräysten taulukkomitotusta käytettäessä CLT-levy joudutaan kerrostaloissa suojaverhoamaan A-luokan materiaalilla. Tapauskohtaista toiminnallista palomitoitusta käytettäessä CLT-levy on ollut mahdollista jättää kerrostaloasunnoissa näkyviin.

Monikerroslevy työstetään tavallisesti tehtaalla haluttuun muotoon CNC-koneilla. Näin ollen ikkuna- ja oviaukkojen yms. varausten tekeminen levyyn on helppoa ja mittatarkkaa. Jos levy halutaan jättää näkyviin, sen pinta on tavallisesti hiottu ja pintakerrosten puumateriaali valikoitua.

Pilari-palkkijärjestelmä

Pilari-palkkijärjestelmässä rakennuksen runko muodostuu viilupuisista pilareista ja palkeista, joiden varaan väli- ja yläpohjatasot sekä ulkoseinät ripustetaan. Runгон jäykistys tehdään tavallisesti mastopilareilla. Pilari-palkkijärjestelmällä voidaan saavut-

taa avoin, muuntojoustava pohjaratkaisu ja suuret aukotukset julkisivuihin. Pilari-jako määräytyy välipohjien jännemittojen mukaan. Ripalaatta-elementeillä päästään 7 metrin jännemittoihin.

Yhdenmittaisista pystyrakenteista johtuen rakennuksessa ei ole painumia. Rakennusvaihe työmaalla on erittäin nopea. Ensimmäiseksi pystytetään mastopilarit, sen jälkeen niiden varaan ripustettavat palkit ja muut pilarit. Vesikatto asennetaan heti, kun pilari-palkki-runko on valmis. Tähän kuluu 3–4 päivää. Vesikaton asennuksen jälkeen talolla on sääsuoja. Välipohjaelementit asennetaan kurottajan avulla palkkien varaan. Ulkoseinät asennetaan keveinä suurelementteinä. Eristepaksuus ja ulkoverhousmateriaali ovat valittavissa.

Tilaelementit

Tilaelementtitekniikka on rakentamistapa, jossa rakennus kootaan erillisistä tehtaalla valmiiksi kootuista tilayksiköistä. Tilaelementti muodostuu tavallisesti kantavasta rungosta ja rajaavista pinnoista: valmiista seinistä, lattiasta ja katosta.

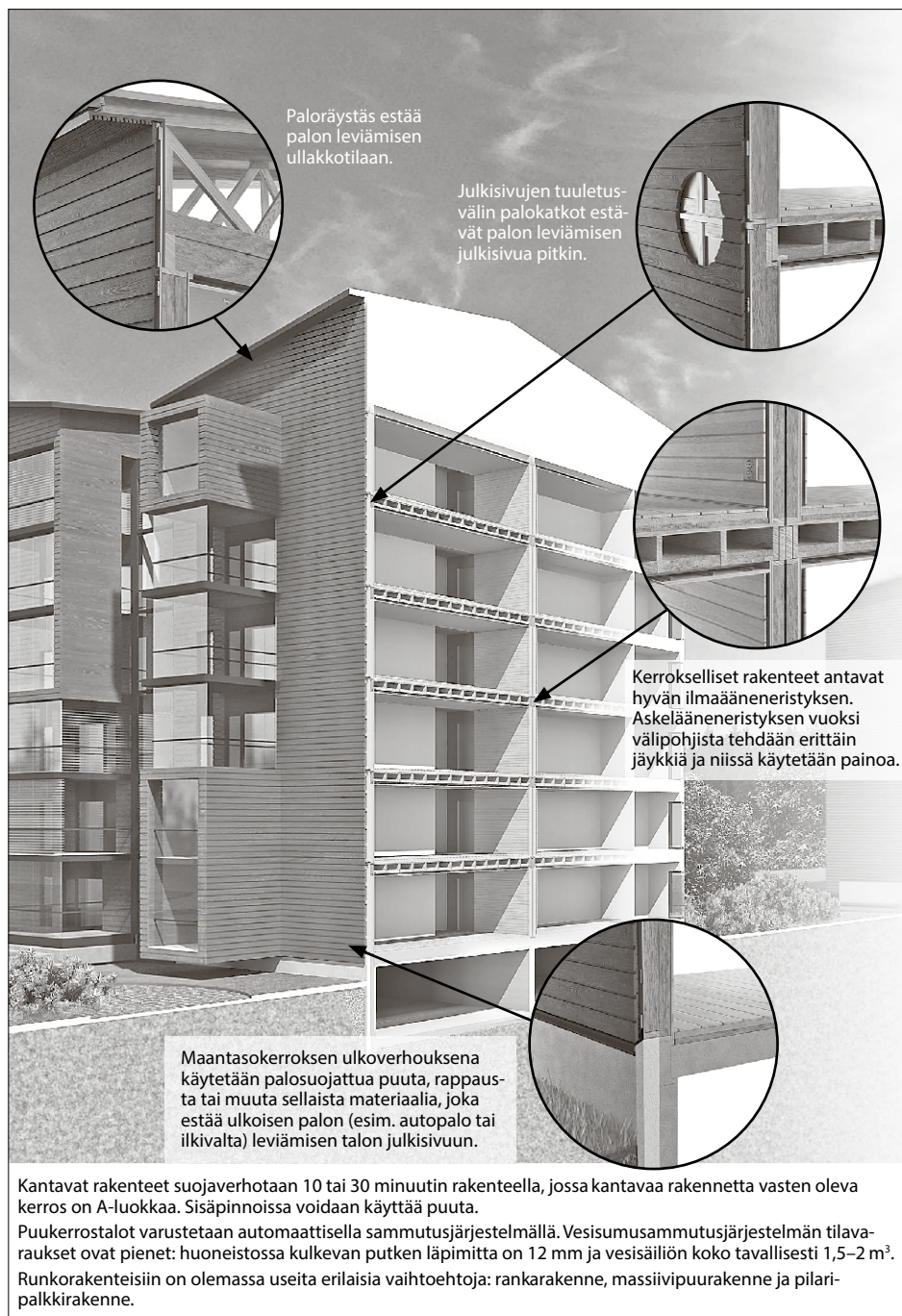
Elementit valmistetaan kokonaan säältä suojassa tehdasolosuhteissa. Elementtiin asennetaan tehtaalla ikkunat, LVIS-varustus ja kalusteet. Pinnot viimeistellään valmiiksi. Tilaelementin kantava rakenne voidaan toteuttaa usealla eri tavalla, esimerkiksi pilari-palkkitekniikalla, kehärakenteella tai laattamaisilla suurelementeillä, jotka voivat olla joko rankarakenteita tai massiivipuulevyä. Tekniikalla saavutetaan kaksoisrakenteen vuoksi erinomainen äänenieristys.

Tilaelementtien tyypilliset enimmäismitat ovat 12 x 4,2 x 3,2 metriä, mutta suurempiakin voidaan tehdä. Elementtien ja moduulijärjestelmän mitoituksen suunnittelussa on otettava huomioon elementtien kuljetuksen ja nostojen asettamat rajoitukset enimmäismitoille ja painolle. Tilaelementtitekniikka soveltuu erityisesti pienasuntokoh-teisiin ja asuntoloihin.

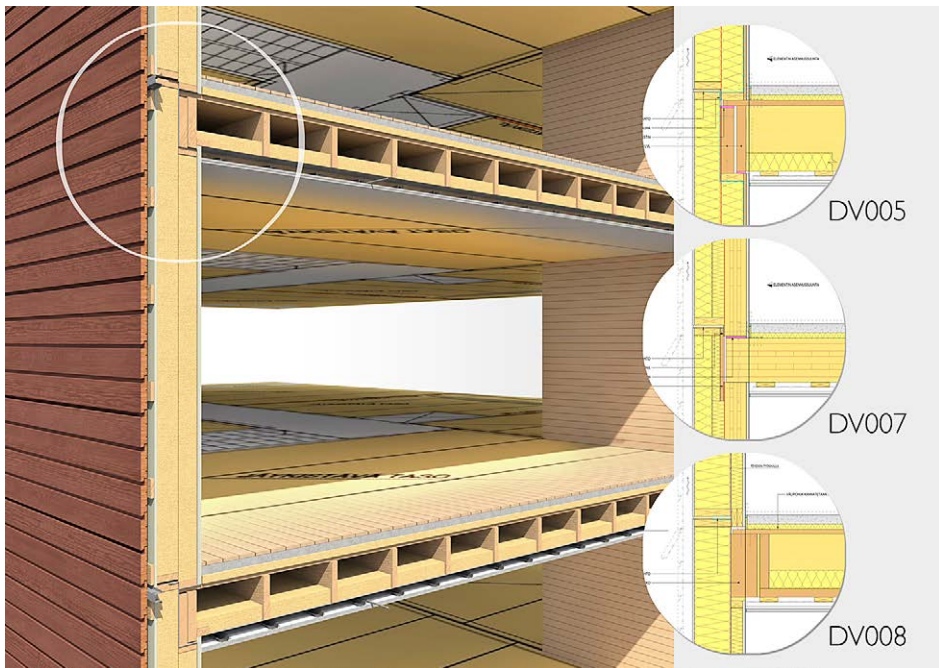
Tilaelementtitekniikkaa käytettäessä työmaavaihe on erittäin nopea. Parhaimmillaan teollisilla tilaelementtijärjestelmillä kuusikerroksisen asuinkerrostalon työmaan läpimenoaika on vain 2 kuukautta. Nopeutensa vuoksi järjestelmä on erinomainen täydennysrakentamisessa ja esimerkiksi lisäkerrosten tekemisessä. Se sopii myös matala-energiarakentamiseen. Tilaelementtitekniikka on esimerkiksi Ruotsissa yleinen tapa rakentaa puukerrostaloja.

RunkoPES

Koska puukerrostalorakentamiseen on tarjolla vaihtoehtoisia järjestelmiä, puutuotealan yritykset ovat kehittäneet puurakenteille yhtenäiset suunnittelu-



Kuva 5. Puukerrostalon poikkileikkaus. (Kuvat: Titta Vuori, ModelArk).



Kuva 6. RunkoPES mahdollistaa kohteen luonnossuunnittelun ottamatta kantaa rakennuksen toteuttajaan ja/tai ke-
nen ratkaisuja siinä käytetään, joka parantaa tilaajan kilpailuttamismahdollisuuksia. (Kuva: Titta Vuori, ModelArk).

perusteet, joiden nimi on RunkoPES. Sen yhtenäisillä periaatteilla rakennus voidaan suunnitella ottamatta kantaa rakennuksen toteuttajaan ja/tai ke-
nen ratkaisuja siinä käytetään.

Tilaaja voi kilpailuttaa eri ratkaisun tarjoajat ja runkojärjestelmät vertailukelpoisesti. Rakennus-
ratkaisujen toimittajat pystyvät tarjoamaan kohteen tasa-arvoisesti ja kustannustehokkaasti. Eri valmistajien ratkaisut ovat tarvittaessa liitettävissä toisiinsa.

RunkoPES antaa suunnittelijalle suositukset rakennepaksuuksista, jännemitoista ja kerroskor-
keudesta. Ensimmäisessä suunnitteluvaiheessa voidaan ottaa huomioon vain rakenteiden tilavaru-
ukset. Tilavarausten perustella eri ratkaisuvaihtoeh-
toja voidaan vertailla ja valita kohteeseen sopivin.

Runkojärjestelmänä voi olla joko kantavat sei-
nät tai pilari-palkki-järjestelmä. Seinä- ja välipohja-
rakenteiksi soveltuvat sekä ranka- että massiivipu-
rakenteet. Ulkovaipan energiatehokkuutta voidaan
säädellä elementtien liittymäperiaatteiden säilyes-
sä ennallaan. Liittymäperiaatteita voidaan soveltaa
taso- ja tilaelementeissä. Vain elementtien reuno-
jen muoto (geometria), kiinnitys- ja tiivistysperiaat-
teet sekä moduuliviivojen asema suhteessa raken-
teeseen on vakioitu.

Talotekniikan suositukset

Suosituksen tarkoitus on parantaa puukerrosta-
lon kosteusturvallisuutta ja teknisten järjestelmien
huollettavuutta. Suosituksia sovelletaan suunnitte-
luratkaisun puitteissa.

Puukerrostalojen tekniset laitteet, lämmitys, vesi-
ja viemäri, ilmanvaihto ja sähkölaitteet toimivat
samalla tavoin kuin muissakin taloissa. Lisäksi puu-
kerrostaloon tulee automaattinen sammutusjärjes-
telmä, joka vaatii oman tilavarauksen pumppuase-
malle ja vesisäiliölle.

Puukerrostalon tekninen tila suositellaan sijoitet-
tavaksi kellariin, johon sijoitetaan myös ilmanvaihtokone. Tällä saavutetaan seuraavat edut:

- kellarin lattiarakenne on palo-, ääni- ja värähtely-
teknisesti hyvin käyttöön soveltuva (maanvarai-
nen laatta)
- ilmanvaihtokone on alueella, jossa on muutenkin
varasto yms. ääniteknisesti toissijaista tilaa
- tilassa on lattiakaivo, jonne ilmanvaihtokoneen
kondenssivesi on helppo johtaa
- kaikki talotekniset laitteet sijaitsevat yhdessä pai-
kassa ja talotekninen nousu (porrasluoneessa)
on helppo viedä tekniseen tilaan

- IV-putkiston huolto on helppoa, koska kaikkiin putkiin päästää käsiksi asuintilojen ulkopuolelta
- yläpohjaan ei tarvita putkien läpivientä, jos tulo- ja poistoilma otetaan julkisivulta.

LVIS-pystyhormit suositellaan sijoitettavaksi porrashuoneen hormivyöhykkeeseen. Ratkaisulla vältetään huoneistojen haasteelliset ääni- ja palotekniset välipohjalävistykset. Hormien tarkistaminen ja huoltaminen voidaan tehdä porrashuoneen kautta ja viemärimelu vähenee huoneistoissa. LVIS-tekniikan kytkennät voidaan tehdä rakennuksen rungon pystyttämisen jälkeen omana työvaiheena.

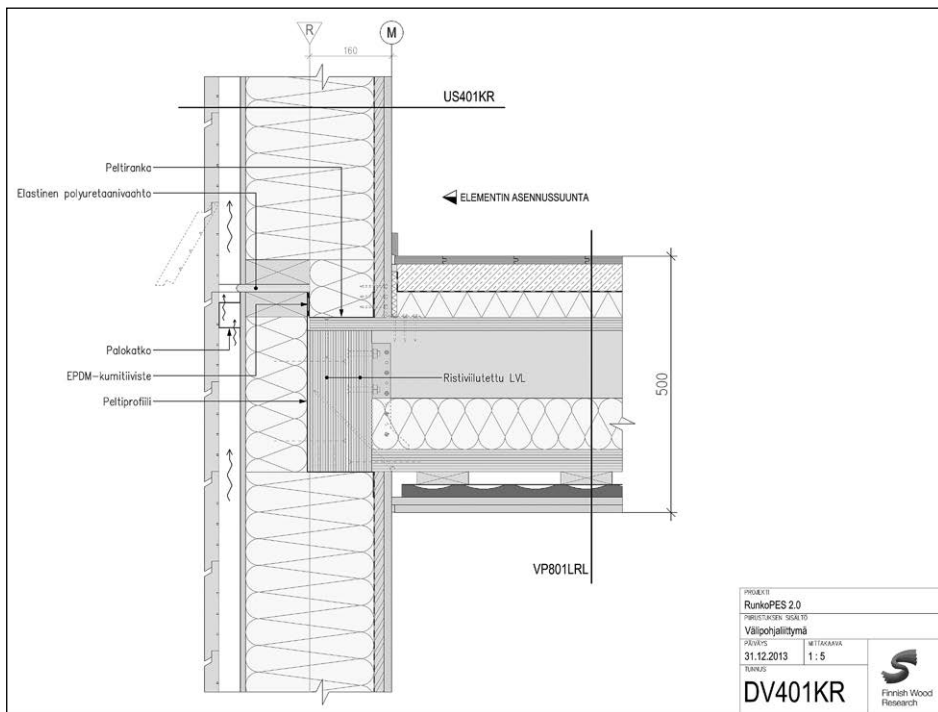
Periaatteena on sijoittaa putkivedot siten, että ne on mahdollista tarkistaa, huoltaa ja tarvittaessa vaihtaa mahdollisimman kattavasti ilman rakenteiden avaamista huoneistoissa. Huoneistoihin sijoitettavien putkivetojen ja niihin liittyvien rakenteiden lävistysten rajoittaminen vähentää myös meluhaittoja.

Märkätilat suositellaan sijoitettavaksi porrashuoneen vastaiselle seinälle, sillä ratkaisu lyhentää putkivetoja. Putket on mahdollista kytkeä seinän läpi suoraan pystyhormiin, joka vähentää viemärimelusta aiheutuvia haittoja.

WC-istuimeksi suositellaan seinäkytkennällä varustettua mallia. WC-istuimen viemärin poistaminen lattiarakenteesta vähentää viemärimeluhaittoja ja näin lattian viemärlävistyksiltä välttyään kokonaan. Välipohjan kantava rakenne on helpompaa suunnitella, kun siihen ei tarvitse sijoittaa isoa viemäriputkea.

Märkätilaan suositellaan kahta lattiakaivoa tukautumisen aiheuttaman vesivahingon välttämiseksi. Märkätilan betonilaatasta voidaan tehdä ohuempi, koska vain suihkun alueelle tarvitaan jyrkkä lattiakaato. Suihkutila suositellaan rajattavaksi omaksi tilakseen joko suihkuseinällä tai verholla. Näin estetään veden leviäminen koko märkätilan lattialle. Märkätila suositellaan tehtäväksi tilalelementtirakenteisena. Se nopeuttaa rakentamista ja parantaa märkätilan toteutuksen laatua.

Keittiön vesikalusteet suositellaan sijoitettavaksi märkätilan viereen, mikä mahdollistaa keittiön viemärin integroinnin märkätilaelementtiin. Ratkaisu vähentää viemärimelun haittoja ja lattian viemärlävistyksiltä välttyään. Samoin kuin WC:ssä, välipohjan kantavan rakenteen suunnittelu helpottuu, kun siihen ei tarvitse sijoittaa viemäriä.



Kuva 7. Tyypillinen puukerrostalon välipohjaliittymä. (Kuva: Puuinfo). Lisää rakenteita RunkoPES 2.0:n osassa 12.

Keittiöön suositellaan tehtäväksi lattian vedeneristys ja keittiökaapistoon alle lattiakaivo (kuivakaivo) siltä varalta, että esimerkiksi astianpesukone aiheuttaa vesivahingon. Lattiakaivo palvelee myös pestäslaitosta, koska mahdolliset sammutusvedet voidaan poistaa sen kautta.

Keittiössä, kuten myös muissa kuivissa tiloissa, välipohjan kelluva pintalaatta tiivistetään seinärakenteeseen elastisella tiivistysmassalla. Tämä tulee tehdä rakenteiden ääniteknisen toiminnan kannalta, mutta samalla se estää lattialle joutuneen veden kulkeutumisen rakenteiden sisään. Lattian ja seinän välisen liittymän tiivistäminen voidaan tehdä myös vedeneristyskaistalla, joka nostetaan jalkalistan taakse.

Vesijohtojen nousulinjat asennetaan porrashuoneeseen. Vesijohdot kytketään porrashuoneen alakatosta asuntojen märkätilaelementtien putkiliitoksiin. Tällöin mahdolliset nousulinjan vesivuodot ovat helposti havaittavissa ja putkijohdot korjattavissa. Putkiläpivientejä ei tehdä asuntojen välipohjarakenteeseen. Asuntojen kaikki kytkentäjohdot ovat suojaputken sisään asennettuja muoviputkia. Ratkaisu vähentää vesivahinkoja ja meluhaittoja, koska asunnoissa ei ole muita asuntoja palvelevia putkijohtoja. Se helpottaa myös putkien uusimista.

Lämmitysjärjestelmän lämmönjakotavaksi suositellaan vesikiertoista lattialämmitystä. Ratkaisu poistaa lämmityslaitteiston kautta aiheutuvia äänihaittoja. Asuntojen välisen välipohjalaatan putkilävistyksen vältetään ja jakotukien kytkennät on mahdollista tehdä rakennuksen rungon pystyttämisen jälkeen omana työvaiheena.

Lämmitysjärjestelmän jakotukit sijoitetaan jakotukikaappiin. Tällöin kaikki liitokset ovat tarkastettavissa ja vesivuodot havaittavissa. Lattialämmityslaitteiston säädöt, ilmaukset ja huoltotoimenpiteet ovat myös helposti hoidettavissa. Jakotukikaappien sijoituksessa otetaan huomioon rakennuksen toteutustapa.

Olosuhdehallinnan periaatteet

Puurakentamisen olosuhdehallinnan periaatteet vaihtelevat valittujen rakennustapojen ja materiaalien mukaan. Olosuhdehallinnasta laaditaan erillinen kosteudenhallintasuunnitelma, josta ilmenevät olosuhdehallinnan periaatteet, toimenpiteet ja vastuut sekä niiden todentaminen ja dokumentointi. Tähän liittyvät periaatteet on kuvattu kansallisessa standardissa SFS 5978 Puurakenteiden toteuttaminen.

Suunnitteluratkaisut ja -periaatteet

Rakenteet suunnitellaan siten, että veden ja kosteuden joutuminen rakenteisiin estetään ja että raken-

teissa oleva kosteus kuivuu ja tuulettuu niistä pois. Rakennusosien kuljetukset ja pystytys suunnitellaan siten, että kuivaketju toteutuu mahdollisimman pitkälle. Suunnitteluratkaisuja, joissa työmaalla tarvitaan vettä, vältetään mahdollisuuksien mukaan tai suositetaan niitä, joissa tarvittavan veden määrä on mahdollisimman pieni. Talotekniikka suunnitellaan ja toteutetaan siten, että mahdolliset vauriot havaitaan nopeasti ja että tekniikka voidaan tarvittaessa korjata helposti ilman rakenteiden avaamista. Automaattisena sammuusjärjestelmänä suositellaan sumu- ja korkeapainesumuspinklausta niiden tarvitseman vähäisen vesimäärän vuoksi.

Puupohjaisten rakennustuotteiden valmistus

Tuotteet valmistetaan niitä koskevien tuotestandardien mukaisesti ja kuivataan vaadittuun tasoon. Tuotteiden kosteusprosentti todennetaan ja dokumentoidaan ennen asiakkaalle toimitusta. Tuotteet suojataan kuljetusta varten. Kuljetuksissa käytetään katettuja rekkkoja.

Puuelementtien ja puupohjaisten rakennusosien valmistus

Käytettävät tuotteet varastoidaan tehtaalla sisätiloissa. Tuotteiden oikea kosteustaso todennetaan ennen käyttöä. Puuelementit valmistetaan kuivissa oloissa säältä suojassa. Osien kosteuspitoisuus todennetaan ja dokumentoidaan ennen rakenteen sulkemista. Rakenteiden dokumentointiin suositellaan myös digikuvausta. Valmiit elementit suojataan säältä kauttaaltaan kuljetusta varten joko yksittäisinä elementteinä tai elementtiniippuna. Suojausten tulee olla vedenkestäviä ja kestävä kuljetuksen ja välivarastoinnin aikaiset siirrot.

Kuljetukset työmaalle

Ennen kuljetusta todennetaan, että tuotteilla on riittävä ja ehjä sääsuojaus. Tuotteet kuljetetaan työmaalle säältä suojattuna tai katetulla rekalla. Kuljetukset ajoitetaan siten, että välivarastointia ja siirtoa tarvitaan mahdollisimman vähän. Elementtiniiput pitää olla suojattu niin, että ne kestävät vettä.

Varastointi työmaalla

Varastointia työmaalla pyritään välttämään suunnittelemalla toimitukset siten, että elementit voidaan asentaa paikalleen mahdollisimman nopeasti toimituksen jälkeen. Elementtien ja muiden tuotteiden mukana tulevat sääsuojaukset pidetään ehjinä ja poistetaan vasta ennen asennusta. Tuotteiden ja elementtien kunto ja kosteuspitoisuus sekä sääsuo-



Kuva 8. Rakennusliike Reponen rakensi Vantaan Kivistöön Euroopan suurinta puukerrostaloa teltan alla säältä suojassa. Säältä suojassa rakentaminen mahdollistaa rakennusajan puolittamisen. (Kuva: RKL Reponen, Tiia Sorsa).



Kuva 9. Teltan alla on lähes teollisuustilaa vastaavat työolot. Teltan alla sijaitseva siltanosturi toimii samalla periaatteella kuin teollisuushallissa. Seinäelementit kohteeseen on toimittanut Koskisen Oy ja välipohjaelementit VVR-Wood Oy. (Kuva: RKL Reponen, Tiia Sorsa).

jauksen eheys tarkistetaan tuotteita vastaanotettaessa. Ilman omaa alustaa ja suojaa olevat tuotteet varastoidaan suoralle alustalle, irti maakosketuksesta ja suojataan pressuun, ellei työmaalla ole valmista sääsuojaa kuten telttakatosta. Mikäli tuotteista kuten esim. puutavaraniipusta käytetään vain osa, käyttämättä jäävät tuotteet suojataan uudelleen. Suositellaan, että työmaalla säilytettävälle rakennustarvikkeille on oma sääsuoja esim. katos.

Asennukset

Asennustyöt suositellaan tehtäväksi säältä suojaessa esim. teltassa. Työmaan osapuolet koulutetaan olosuhdehallinnan kannalta keskeisiin kysymyksiin. Tuotteiden ja elementtien sääsuojat poistetaan tarvittavilta osin vasta ennen asennusta. Paikalleen asennetut tuotteet, liitokset yms. suojataan heti asennuksen jälkeen, ellei rakennustyömaalla ole ra-

kennusaikaista sääsuojaa esim. telttaa. Jo asennettujen tuotteiden sääsuojaus poistetaan vasta ennen seuraavan osan asennusta.

Sääsuojaukset poistetaan vasta kun rakennus/rakenne on valmis ottamaan vastaan normaalin käytön aikaisen sääräsituksen. Rakenteiden kosteuspitoisuus mitataan ja dokumentoidaan ennen pinnoitteiden asennusta. Pinnoitteita ei asenneta ennen kuin rakenteet ovat riittävän kuivat.

Käyttöön ottaminen

Rakennuksen luovutuksen yhteydessä rakenteiden hyväksyttävä kosteuspitoisuus tarkistetaan ja dokumentoidaan. Puurakenteet asettuvat lopulliseen tasapainokosteuteensa, kun rakennusta aletaan lämmittää. Kosteuspitoisuuden muutos aiheut-

taa puussa muodonmuutoksia, minkä seurauksena puu voi halkeilla tai rakenteiden saumoissa voi tapahtua muutoksia. Rakenteiden hallittuun kuivaimiseen liittyvät ohjeet kirjataan suunnitteluasiakirjoihin ja rakennuksen käyttäjä koulutetaan niihin. Muodonmuutosten aiheuttamat saumojen aukeamiset yms. korjataan vuositakuun yhteydessä.

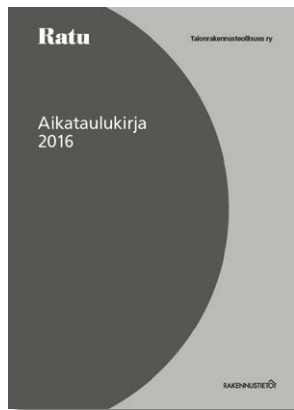
Käyttö

Rakennuksen kosteusteknisen toiminnan kannalta oikeaan käyttöön, tarkistamiseen, huoltamiseen ja siivoamiseen liittyvät ohjeet kirjataan rakennuksen käyttöohjeeseen sekä huolto- ja tarkastusasiakirjaan. Rakennuksen käyttäjille annetaan koulutus rakennuksen oikeasta käytöstä.

Aikataulukirja 2016

Aikataulukirja on rakentamisen ajallisen suunnittelun tiedosto ja työkirja. Se sisältää sekä uudisrakentamisen että korjausrakentamisen tietoa kaikilla aikataulutasoilla. Kirja on tarkoitettu työnsuunnittelijoille, työmaainsinööreille ja työnjohtajille tuotannonsuunnitteluun ja -ohjaukseen. Kirja sopii perus- ja täydennyskoulutukseen.

Ratu-käsikirjat, KI-6028
Rakennustieto Oy, 2015
ISBN 978-952-267-106-6
376 s.



Tilaukset verkkokaupasta www.rakennustietokauppa.fi
Puh. 0207 476 366

RAKENNUSTIETO