



Puuhallin suunnittelu

Esisuunnittelu ja arkkitehtoniset valinnat



PUUHALLIN SUUNNITTELU



PUUHALLIN SUUNNITTELU

Esisuunnittelu ja arkkitehtoniset valinnat



Puuhallin suunnittelu

Esisuunnittelu ja arkkitehtoniset valinnat
Pdf-julkaisu helmikuu 2009

Teksti:

Kari Salonen

Asko Keronen luvun 5 taulukot

Timo Lod luku 7.4

Taitto:

Mikko Lahikainen

Copyright:

Puuinfo Oy, tekijät

ISBN:

952-15-0703-9

Kustantaja:

Puuinfo Oy



ALKUSANAT

Suosittu ohje ”Puuhallien esisuunnittelu ja arkkitehtoniset valinnat” on nyt päivitetty. Keskeisimmät muutokset koskevat euroluokkien käyttöönottoa palomääräyksissä.

Ohjeen tarkoituksena on laajentaa yleistä tietoutta puun käyttömahdollisuuksista hallirakentamisessa, edistää rakennusalan puun käyttöön liittyvää osaamista ja antaa käytännöllisiä ohjeita ja välineitä puurakenteisten hallien suunnitteluun. Esitetyt ratkaisut perustuvat olemassa olevaan osaamiseen ja teolliseen tuotetarjontaan.

Ohje on osa kolmiosaista puuhallien rakennuttamis- ja suunnitteluohjekokonaisuutta. Muita osia ovat ”Puuhallien esisuunnittelu ja valintaperusteet” ja ”Hallin rakennuttaminen”. Ohjeet on tuotettu osana Puuhalliklusterin toimintaa sen jäsenyritysten ja Tekesin rahoittamassa ”Asiakastarpeiden määrittely hallirakentamisessa” -projektissa.

Alkuperäisen ohjeen kirjoitti arkkitehti Kari Salonen ja julkaisuasusta vastasi arkkitehti Mikko Lahikainen Tampereen teknillisestä korkeakoulusta. Ohjeen päivityksestä puolestaan on vastannut arkkitehti Petri Tavilampi ja Puuhalliklusteri.

Esitän kiitokseni kaikille ohjeen tekemiseen osallistuneille.

Petri Heino
toimitusjohtaja
Puuinfo Oy

Sisällys

ALKUSANAT	7
1 JOHDANTO	10
2 PUUSTA MONIMUOTOISESTI.....	14
2.1 Monitoimi- ja liikuntahallit	16
2.1.1 Monitoimisuus.....	18
2.1.2 Palloilupelit.....	19
2.1.3 Liikunta.....	20
2.1.4 Uimahallit, viihdekympylät	21
2.1.5 Jäähallit	22
2.2 Teollisuushallit	23
2.3 Varastohallit	24
2.4 Maatalouden rakennukset.....	25
2.5 Liikerakennukset	26
2.6 Muut rakennukset	27
2.7 Katokset ja katsomot.....	28
2.8 Sillat	29
3 PUUHALLIN SUUNNITTELU	30
3.1 Yleistä	30
3.2 Tavoitteet	31
3.2.1 Käyttökelpoisuus	32
3.2.2 Koettavuus.....	44
3.2.3 Tekniset vaatimukset	47
3.3 Arkkitehtisuunnittelun kulku	48
3.3.1 Suunnitteluprosessi	48
3.3.2 Tarveselvitys	49
3.3.3 Hankesuunnittelu	50
3.3.4 Luonnossuunnittelu ja esisuunnitelmat.....	51
3.3.5 Toteutussuunnittelu.....	53
4 TARJOUSPYYNNÖN VALMISTELU.....	56
4.1 Selvitystehtävät puuhallin tarjouspyyntöä varten	58
4.2 Tarjouspyyntöä varten tarvittavat asiakirjat.....	63
4.3 Tarjousten vertailu.....	66
5 RUNKOJÄRJESTELMÄT	68
5.1 Rungon ja vaipan optimointi	68
5.2 Pilarirungot.....	73
5.2.1 Palkkikannattajat	74
5.2.2 Ristikkokannattajat	76
5.2.3 Vetotankokannattajat	78
5.3 Kaarirungot	80
5.4 Kehärungot	82
5.5 Muut rungot.....	84

6 KATTO- JA SEINÄRAKENTEET	86
6.1 Tärkeimmät rakenteelliset vaatimukset.....	86
6.1.1 Paloturvallisuus	86
6.1.2 Lämpö- ja kosteus.....	87
6.1.3 Vesikaton vedeneristys	89
6.1.4 Äänenvaimennus.....	90
6.1.5 Väliseinät ja välipohjat.....	93
6.2 Rakenteiden kosteusteknisen toimivuuden periaatteet	94
6.3 Katto- ja seinärakenteiden elementointi	99
6.3.1 Kattoelementti	100
6.3.2 Seinäelementti.....	102
6.3.3 Elementtityypin valintaesimerkkejä.....	104
7 PALOTURVALLISUUS	106
7.1 Yleistä	106
7.2 Perusteet	106
7.3 Palotilanne hallissa.....	107
7.4 Puurakenteiden turvallisuus	111
7.5 Puurakenteisen hallirakennuksen palotekninen tarkastelu.....	113
7.5.1 Perusteet	113
7.4.2 Puurakenteisen tuotantorakennuksen palotekninen tarkastelu	114
7.4.3 Puurakenteisen liikuntarakennuksen palotekninen tarkastelu	116
7.4.4 Puurakenteisen myymälärakennuksen palotekninen tarkastelu.....	117
7.5 Toiminnallinen palomitoitus	130
7.6 Palomääräysten kehitysnäkymät.....	131
8 PERUSTUKSET	132
9 LIITOKSET.....	134
10 PUUTUOTTEET JA NIIDEN OMINAISUUDET	136
10.1 Puu	136
10.2 Sahatavara	138
10.3 Liimapuu.....	140
10.4 Kertopuu (viilupuu)	142
10.5 Vaneri.....	144
KIRJALLISUUTTA.....	146
Esimerkkihallityypit	149

1 JOHDANTO

Puuhallilla tarkoitetaan tässä ohjeessa yli 400 neliömetrin laajuista suuren jännemitan rakennusta, jonka runko on toteutettu kerto- tai liimapuusta ja vaipparakenteet puurunkoisina elementteinä.

Hallirakentaminen on monipuolinen kokonaisuus, jossa käytötarkoituksesta riippuen rakennuksille asetetaan hyvinkin erilaisia vaatimuksia. Hyvän toiminnallisuuden lisäksi rakennukselta voidaan odottaa erityisiä kaupunkikuvallisia ja esteettisiä arvoja. Toisaalta pelkkä tekninen varmuus ja kestävyys koetaan joskus tilan tarkoituksenmukaisuuden ohella riittäviksi ominaisuuksiksi. Yhteistä näille kaikille on, että tilan kelpoisuus riippuu lopulta rakennuksen suunnittelun ja toteutuksen onnistumisesta.

Puusta voidaan toteuttaa joustavasti erimuotoisia ja -kokoisia halleja. Lukuisista vaihtoehtoista ja niiden variaatioista voidaan valita kuhunkin toimintaan teknisesti ja taloudellisesti sopivin, on kyseessä sitten näyttävä julkinen rakennus tai nopeasti tarvittava teollisuusrakennus.

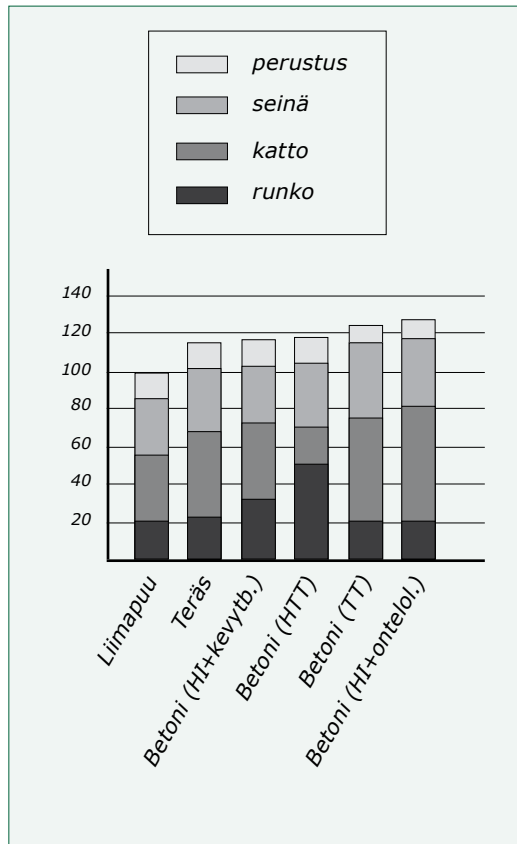
Kilpailukykyä toteutukseen

Halli on aina kustannuskysymys, mikä koskee sekä rakentamista että käyttöä. Rakennuttajien ja tilaajien haastattelujen mukaan kustannukset ovat edelleen ehdottomasti keskeisin valintakriteeri eri toteutusvaihtoehtoja vertailtaessa. Puu on osoittautunut erilaisissa vertailuissa erittäin kilpailukykyiseksi vaihtoehtoksi hallirakentamisessa sekä rakennus- että ylläpito-kustannuksiltaan. Paras lopputulos saavutetaan, kun puu otetaan huomioon hallin suunnittelussa riittävän varhain. Teknisiä reunaehdoja suunnittelulle on verrattain vähän, mutta niiden tunteminen on tärkeää.

Erityisesti puun käytön etu on rakentamisen nopeus. Kuiva rakentaminen yhdistettynä rakennusosien korkeaan esivalmistusasteeseen ja kehittyneeseen liitostekniikkaan mahdollistavat tilan saamisen hyötykäyttöön nopeasti.

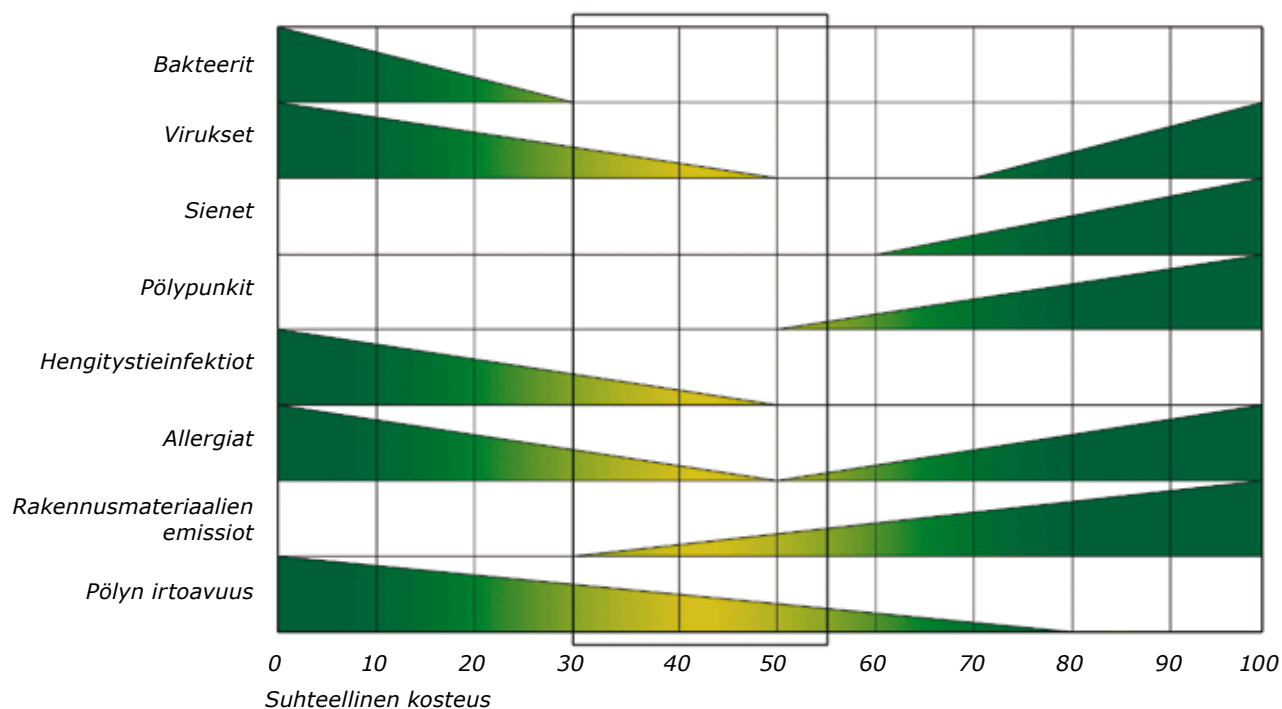
Ympäristöystävällisyys luonnollisena osana

Rakentamiseen liittyviä ympäristöarvoja ja ympäristövaikutuksia on alettu pitää yhä tärkeämpinä rakentamisen päätöksentekoa ohjaavina tekijöinä. Kestävän kehityksen periaatteet merkitsevät muun muassa, että rakennuksen koko elinkaaren tulee olla hallittu ja että sen käytöstä poistaminenkin tulee olla mahdollista ilman suuria ympäristörasitteita. Maamme puuvarat ovat suuret ja metsiä hoidetaan kestävän kehityksen mukaisesti. Metsät kasvavat vuosittain enemmän kuin mitä käytetään hyödyksi.



Taulukko 1.1 Kustannusvertailu eri tyyppisten hallien välillä (Lähde: Kainulainen 1997)

Kiilan pieneminen tarkoittaa haittavaikutuksen vähentymistä.



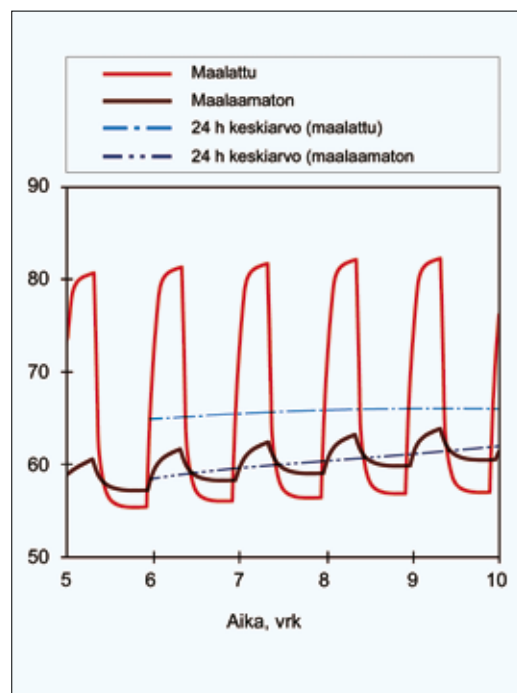
Taulukko 1.2 Ilman suhteellinen kosteus vaikuttaa huoneilman terveellisuuteen (taulukko VTT:n mukaan). Liian kuiva tai liian kostea ilma lisää terveysriskejä. Ihmisen kannalta suositeltava suhteellinen kosteus on välillä 30-55 %.

Puu on luonnon oma, saasteeton ja täysin kierrätettävä rakennusmateriaali. Puutuotteiden valmistus tuottaa enemmän energiaa kuin kuluttaa. Suurin osa tarvittavasta energiasta tuotetaan uusiutuvilla energiavaroilla. Puu toimii myös hiilinieluna. Puun yhteyttäessä ja kasvaessa ilman sisältämästä hiilidioksidista hiili sitoutuu puuaineen osaksi. Noin puolet puuaineksestä on hiiltä. Molekyylipainojen mukaan laskettuna tämä merkitsee, että yksi tonni puuainesta sitoo kaksi tonnia hiilidioksidia. Siksi ilmaston lämpenemisen ehkäisemiseksi puun hyötykäyttöä tulisi lisätä.

Monipuolinen rakennusmateriaali

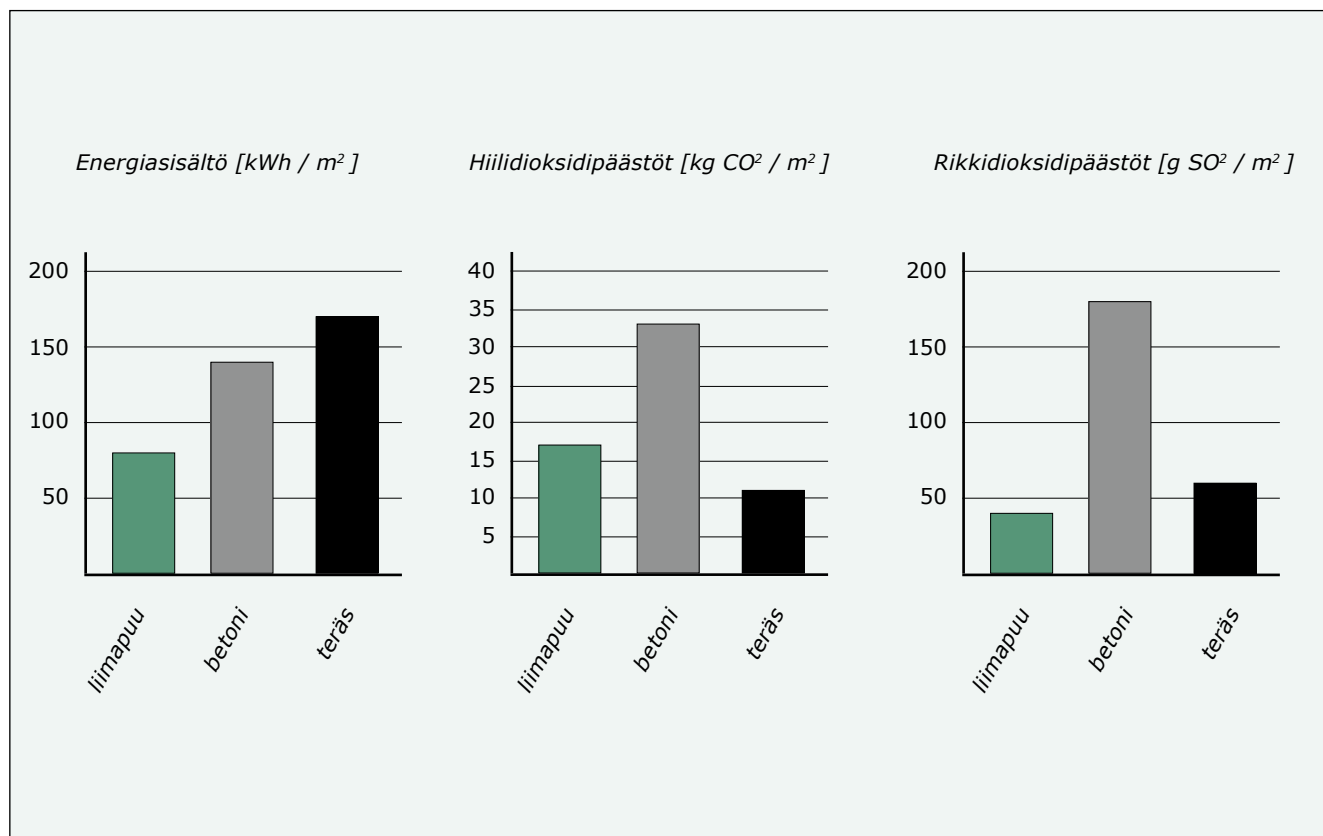
Rakennusmateriaalien valinnassa kiinnitetään huomiota moniin seikkoihin. Tärkeimpiä näistä ovat muun muassa sopivuus kohteeseen, lujuustekniset ominaisuudet ja pitkäaikaiskestävyys, turvallisuus ja terveellisyys, esteettisyys, hinta ja joissain tapauksissa myös saatavuus. Puu on kevyt ja luja rakennusmateriaali. Suuretkin rakenteet on helppo esivalmistaa, kuljettaa ja asentaa. Tarvittavat valmistusvälineet ovat suhteellisen yksinkertaisia ja edullisia. Ne eivät edellytä suuria investointeja.

Materiaalituntemus ja rakennetekninen osaaminen ovat vahvoja, joten puusta voidaan suunnitella ja toteuttaa turvallisia ja kestäviä rakenteita, jotka ovat myös esteettisesti kauniita. Tämän kehityksen voimistamiseksi on oppaaseen sisällytetty käytännönläheisiä ohjeita sekä tuoreita puuhalli-ideoita.



Taulukko 1.3 Sisäilman suhteellinen kosteus ajan funktiona maalaamattomassa ja maalatussa makuuhuoneessa. Henkilökuormitus 2 henkilöä klo 23–07.

Huokoisena materiaalina puulla on kyky sitoa ja luovuttaa kosteutta, mitä kutsutaan sorbtioksi. Ilmiö toimii, kun puu on pintakäsittelemätön tai käsitelty siten, ettei sen pintaan muodostu vesihöyryä läpäisemätöntä kerrosta. Ilmiö on todennettu kokeellisesti ja sen vaikutusta sisäilman laatuun on tutkittu laskennallisesti.



Taulukko 1.3 Yksiläiväisen pilaripalkkihallin runkorakenteiden ympäristövertailu VTT:n Futuuri-selvityksen mukaan.

Paloturvallisuus

Viime vuosien kehitystyön seurauksena mm. palomääräyksiä on uudistettu siten, että puusta voidaan toteuttaa suuriakin kohteita. Puurakenteilla saavutetaan halleissa helposti ilman lisäkustannuksia 30 minuutin palonkesto ja paksuntamalla puurakenteita 60 minuutin palonkesto. Toiminnallisella palomitoituksella puuta voidaan käyttää laajemmin kuin mitä materiaalisidonnaiset määräykset sallivat.

Elinkaari ja kestävyys

Ylläpitokustannusten osalta tehdyissä selvityksissä ei ole havaittu merkittävä eroja eri materiaaleista toteutettujen hallityyppien kesken. Suurin osatekijä ovat lämmityskulut, mihin vaikutetaan keskeisesti vaipan hyvällä lämmöneristävyydellä ja tiiviydellä. Puu ei muodosta rakenteisiin kylmäsiltoja.

Tutkimusten mukaan puuhalli on osoittautunut hyvin kestäväksi vaihtoehdoksi. Esimerkiksi kosteuden aiheuttamia vaurioita on havaittu puuhalleissa huomattavasti vähemmän kuin muissa vastaavissa halleissa. Lahovaurioille alttiimmat paikat on opittu suunnittelemaan ja toteuttamaan oikein niin, että mahdolliset vauriot vältetään jo etukäteen.

Kuten kaikki rakennukset, myös puuhalli tarvitsee huoltoa. Rakenteet tulee tarkistaa ja huoltaa säännöllisesti. Asianmukaisesti suunnitellut detaljit ja huolto varmistavat rakenteiden turvallisuuden ja pitkäikäisyyden. Suurin huoltotarve kohdistuu vesikattoon ja ulkoverhoukseen. Näiden materiaalivalinnat tehdään kuitenkin usein runkomateriaalista riippumatta. Puisten verhousten osalla huoltoon voidaan soveltaa samoja periaatteita kuin muissakin rakennuksissa.

Ohjeen sisällöstä

Tähän ohjeeseen on koottu puurakenteisiin hallirakennuksiin liittyvät perusratkaisut ja niiden suunnitteluperusteet ja suunnitteluohjeet. Ohje on osa kolmiosaista puuhallien rakennuttamis- ja suunnitteluohjekokonaisuutta. Se on suunnattu arkkitehdeille, mutta sopii tietolähteeksi myös rakennuttajille, muille suunnittelijoille ja viranomaisille.

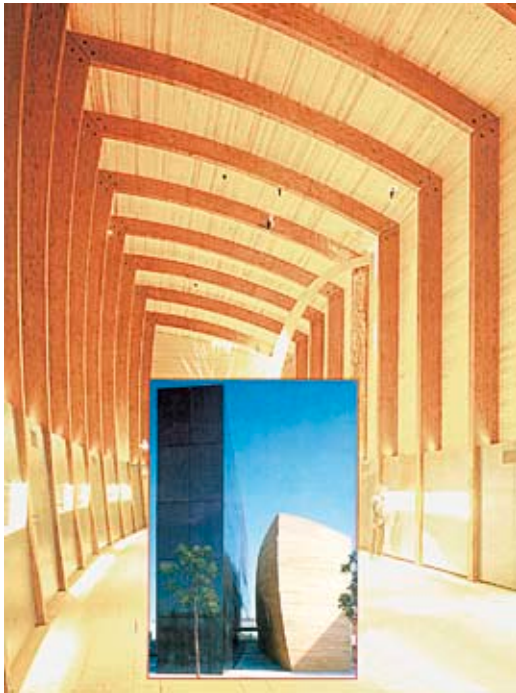
Ohjeen tarkoituksena on antaa arkkitehdille uusimmat ohjeet puurakenteisten hallien suunnittelemiseksi rakennuslupapiirustusasolle ja tarjouspyyntöasiakirjojen perustaksi. Siinä myös annetaan neuvoja kohteen oikeiden lähtötietojen kartoittamista ja jäsentämistä varten.

Ohje tukeutuu rakennuttamis- ja rakennesuunnitteluohjeeseen ja täydentää niitä arkkitehtisuunnittelun osalta. Arkkitehdin on hyvä tutustua myös molempiin muihin ohjeisiin. Samalla ohje muodostaa perustan pidemmälle vietyyn kohdekohtaiseen arkkitehtisuunnitteluun.

Ohjeen tavoitteena on auttaa arkkitehtia kuhunkin tilanteeseen tarkoituksenmukaista laatua olevan, toiminnallisesti ja teknisesti perustellun sekä kilpailukykyisen ratkaisun löytämisessä ja suunnittelussa. Ohje tarjoaa myös muistilistoja esisuunnitelman oleellisista ratkaisuista, jotka ovat edellytyksenä asianmukaisen tarjouksen saamiselle. Ohjeessa esitetyt ratkaisut ovat testattuja ja käytännössä koeteltuja, ja niitä voidaan käyttää lupapiirustus- ja tarjouspyyntötason suunnittelussa sellaisenaan. Mukaan on liitetty runsas ja monipuolinen kuvitus toteutetuista puuhalleista. Esitettyihin ratkaisuihin liittyy laaja teollinen tuotetarjonta, mikä on tärkeää hankkeen toteuttamismahdollisuuksien kannalta.

Ohjeen sisältämä tieto on saatavissa digitaalisessa muodossa osoitteesta www.puuinfo.fi.

2 PUUSTA MONIMUOTOISESTI



Kuva 2.1 Suomen paviljonki Sevillan maailmannäyttelyssä vuonna 1992.



Kuva 2.2 Japanin paviljonki Hannoverin maailmannäyttelyssä vuonna 2000.

Puuhalli soveltuu mitä moninaisimpiin käyttötarkoituksiin. Puuta on käytetty menestyksekkäästi tuotantoelämän vaatimustasoltaan vaatimattomista varastorakennuksista aina arvokkaaseen julkiseen rakentamiseen asti.

Suuria rakennuksia on tehty ja tehdään puusta. Maailmannäyttelyiden arkkitehtuuriltaan ja rakenteellisilta innovaatioiltaan huomiota herättäneet puurakennukset ovat jääneet pysyviksi esimerkeiksi puun kilpailukyvystä kaikkien materiaalien kesken. Kysymys on ennen kaikkea taitavasta suunnittelusta ja toteutuksesta sekä oikeista puumateriaaleista.

Tässä jaksossa kerrotaan eri käyttöön tarkoitettujen hallien suunnitteluun liittyvistä tekijöistä ja näytetään esimerkkejä puurakenteisista toteutuksista.

Käyttötarkoitus

Hallimaiset rakennukset voidaan jakaa pääryhmiin käyttötarkoituksen, pohjamuodon tai poikkileikkauksen mukaan. Lisäksi halleja voidaan jaotella valitun rakenneratkaisun mukaan. Rakennushankkeeseen ryhtyvän kannalta käyttötarkoitus on tärkein valintaperuste.

Käyttötarkoituksen perusteella hallimaiset rakennukset voidaan jakaa esimerkiksi seuraavasti:

- monitoimihallit
- liikunta- ja palloiluhallit
- uimahallit
- jäähallit
- teollisuuden ja varastoinnin hallit
- maatalouden rakennukset
- liikerakennukset
- julkiset rakennukset
- muut rakennukset ja rakenteet.

Hallin käyttötarkoitus määrää huomattavan osan rakennustekniikalle asetettavista vaatimuksista. Huomioon otettavia valintatilanteita rakenteiden ja teknisten järjestelmien välillä syntyy mm. seuraavien oleellisten tekijöiden perusteella:

- monikäyttötila – erityiskäyttötila
- työtila – varastotila
- lämpöeristetty – ei lämpöeristetty
- henkilökäytössä – ei henkilökäytössä
- suuri henkilökuorma – pieni henkilökuorma
- säädeltävä sisäilmasto – ei säätötarvetta
- kevyt liikenne – raskas liikenne
- vuorokausi- tai vuodenaikavaihtelut henkilömäärissä ja edelleen käyttöolosuhteissa
- muut erityisvaatimukset.

Käyttötarkoitus vaikuttaa erityisesti poistumisteihin, palosuojauksiin ja ilmanvaihtoon. Käyttötarkoituksen ennakoitavissa olevaan muutokseen on tärkeää varautua suunnitteluvaiheessa, sillä muuttuneisiin vaatimuksiin vastaaminen myöhemmin saattaa olla varsin kallista tai jopa mahdotonta.

Tarpeiden täsmentäminen tapahtuu hankesuunnitteluvaiheessa. Sen perusteella tiedetään erityyppisten tilojen tarve eli tarvittavat pinta-alat ja huonekorkeudet sekä tilojen toiminnalliset ja tekniset vaatimukset. Näiden tietojen perusteella on mahdollista käynnistää kohteen suunnittelu ja vertailla eri hallitoimittajien tarjontaa ja päätellä, millainen halli- tai osatoimitus tulisi kysymykseen.

Laajennettavuus

Erityisesti teollisuus-, varasto- ja maatalousrakentamisessa on aiheellista varautua toiminnan laajentamiseen, mikä tulee ottaa huomioon paitsi tontin käytön suunnittelussa, myös rakennussuunnittelussa.

Liitokset ja osien moduulijako voidaan suunnitella siten, että osat on mahdollista irroittaa ja koota uudelleen osana laajempaa kokonaisuutta

Tilapäisyys, siirrettävyys

Halli rakennetaan joskus tietyn arvioidun ajan käyttöön, esimerkiksi kymmeneksi vuodeksi. Tällöin on tärkeää ottaa huomioon suunnittelussa siirrettävyys mm. osien mitoituksen vakioimisessa, elementoinnissa, liitoksissa ja perustuksissa. Liitostekniikan ansiosta oikein valmistettu puuhalli voidaan purkaa helposti osia ja liittimiä rikkomatta ja koota uudelleen toiseen paikkaan.



Kuva 2.3 Sibeliustalossa monimuotoinen puun käyttö luo omaleimaisen tunnelman.



Kuva 2.4 Paikalla rakennettu tuotantohalli, jossa on tutkittu rakenteessa viivoitinpintoja. Wood-planet Oy, Vammala.



Kuva 2.5 Puu mahdollistaa pitkät jännevälit. Toukolan koulu, Kiikoinen.



Kuva 2.6 Yllä oleva koulurakennus ulkoa. Puuhallin ulkoerhous voidaan valita täysin vapaasti.

2.1 Monitoimi- ja liikuntahallit

Monitoimihallilla on kaksi erityistä piirrettä: sitä tulee voida käyttää moniin tarkoituksiin jopa samanaikaisesti ja sen käyttötarkoitusta voidaan nopeasti muuttaa. Päähallin oheis-tiloissa voi olla yhtäaikaista aivan erilaista toimintaa. Myös varsinainen hallitila voi olla tarpeen jakaa esimerkiksi useaan harjoituskenttään, näyttelytilaan tms. Oleellista on päättää, mikä toiminta on pääkäyttötarkoitus, jonka edellytykset sitten pyritään toteuttamaan mahdollisimman hyvin.

Ennen hallityypin valintaa on tehtävä perusteellinen tarveselvitys ja hankesuunnittelu, jolloin selvitetään:

- varsinainen pääkäyttötarve ja sen asettamat rajoitukset
- siirtyminen käyttötavasta toiseen
- yhtäaikainen käyttö eri tarkoituksiin
- muut erityisvaatimukset.

Urheilumonitoimihallit jaetaan pääkäyttötarkoituksensa mukaan yleensä seuraavasti:

- jalkapallo-yleisurheiluhallit (sopivat lukuisiin eri tarkoituksiin)
- yleisurheilu-palloiluhallit (sopivat moniin yleisötapahtumiin)
- palloiluhallit (sopivat useimpiin palloilulajeihin paitsi jalkapalloon)
- muut hallit.

Jalkapallo-yleisurheiluhalli on tarkoitettu näiden lajien yhtäaikaiseen harjoitteluun. Halli varustetaan katsomolla. Hallissa on vähintään neljä kiertävää juoksurataa sekä suorituspaikat heitoille ja hypyille. Lisäksi tiloja tulisi yleensä olla ainakin voimisteluun ja voimailuun. Jalkapallokentän päällysteenä oleva tekonurmi voidaan rullata pois, jolloin pelialueelle voidaan sijoittaa esimerkiksi salibandy-, lentopallo-, koripallo-, käsipallo-, sulkapallo- tai tenniskenttiä. Käytettyjä kenttäkokoja ovat:

- suuri (64 x 100), joka jalkapallossa riittää kansalliseen ja kansainväliseen kilpailukäyttöön
- keskikokoinen (55 x 90), joka riittää harjoitus- ja alempien sarjatasojen kilpailukäyttöön
- pieni (40 x 60), joka riittää harjoitteluun sekä junioritason kilpailukäyttöön

Yleisurheilu-palloiluhalli on tarkoitettu näiden lajien yhtäaikaiseen harjoitteluun. Halli varustetaan katsomolla ja tarvittavilla tukitiloilla.

Palloiluhalli on yleisnimi varsin monikäyttöiselle hallille, jonka vapaa korkeus on yleensä vähintään 7 m. Se voi toimia itsenäisenä monen lajin areenana tai esimerkiksi koulun tai palvelutalon yhteydessä, jolloin määräävänä tekijänä voi olla koululaisliikunnan tai kuntoutuksen tarve. Palloiluhalli voi olla myös suunniteltu tietyn lajin tai urheiluseuran pääasiallisiin tarpeisiin.

Tilasäästöä syntyy, kun kenttiä sijoitetaan samansuuntaisina vierekkäin ja/tai peräkkäin. Tällöin aputilat, kuten puku-, tekniikka-, kahvio-, katsomo- ym. tilat voidaan sijoittaa kenttien väliin mahdollisesti jopa päällekkäin.

Hallien käyttötilanteiden mukaan voidaan käyttää seuraavaa jakoa:

- harjoituskäyttö
- kilpailukäyttö
- näyttely-, esitys- ja messukäyttö
- kokous-, konsertti- ja tapahtumakäyttö.

Kyseeseen tulevilla käyttötilanteilla on merkitystä varsinkin seuraavien seikkojen kannalta:

- ilmanvaihdon säädeltävyys ja kohdistaminen
- poistumistiet ja kulunvalvonta
- akustiikka ja äänentoistolaitteisto
- yleisvalaistus, kohdevalaistus, luonnonvalo
- näyttelyrakenteiden ym. kuormaus ja haalaus(reitit)
- varasto- ym. aputilojen määrä ja sijainti
- palonkestovaatimukset.

Tutkimusten mukaan puiset liikuntarakennukset ovat oikein suunniteltuina ja toteutettuina kestäviä ja turvallisia (VTT Rakennustekniikka / projektiraportti nro RTE 2595/00).



Kuva 2.7 Vanerilla on luotu Heinävaaran koulun liikuntasaliin elävä sisäpinta.



Kuva 2.8 Yllä oleva liikuntarakennus ulkoa. Rakenteiltaan erilaiset tilat on toteutettu platform-järjestelmällä.



Kuva 2.9 Pirkkahallin ristikkokaarirakenteinen laajennusosa messukäytössä. Halli on suunniteltu varsinaisesti jalkapallokäyttöön.



Kuva 2.10 Pirkkahallin ristikkokaaret tukevat sokkelin ulkopuolisiin betonianturoihin. Katto ja seinät rakennettiin puuelementeistä.

2.1.1 Monitoimisuus

Monitoimihalli voi poikkileikkaukseltaan ja pohjamuodoltaan noudattaa hyvin monipuolista geometriaa. Suurimmissa halleissa on suosittu suorakaiteen ohella pyöreätä tai soikeata pohjamuotoa ja kaarevia rakenteita, joilla on saatu aikaan toimiva ja miellyttävä sisäiljö, samalla kun on voitu välttää korkeat ulkoseinät. Pääareena on sijoitettu keskelle ja muut tilat matalammille reunakaistoille.

Puusta voidaan toteuttaa varsin mittavia rakennuksia. Esimerkiksi ristikkokaarikannattajilla, jotka kootaan työmaalla useista osista, voidaan saavuttaa 150 metrin jännevälejä. Monitoimipalloiluhalleissa, joissa on useampia rinnakkaisia kenttiä, voidaan käyttää myös pilari-palkkijärjestelmiä sijoittamalla useampilaivaisen hallin pilarilinjat kenttien väliin. Tämän suosituksen toteutustavan etu on, että koko lattia-alueella voi olla sama vapaa korkeus ja näin kenttäalueet voivat ulottua ulkoseinään asti.



Kuva 2.11 Pilari-palkkijärjestelmä sopii hyvin palloilulajeille. Aktiivi-Arena, Turku.

2.1.2 Palloilupelit

Palloiluhalli voidaan suunnitella yhteen pääkäyttöön kuten salibandyille aivan lajin vaatimien mittojen mukaiseksi tai monikäyttöiseksi, jolloin salimitoituksen määrääviksi tekijöiksi muodostuvat ajateltujen lajien enimmäistilantarpeet.

Halli voidaan myös suunnitella yhden lajin harjoittelukäyttöön, jolloin kenttiä on useita vierekkäin. Kenttäpareja voi olla myös useita peräkkäin, jolloin niiden väliin pitkille sivuille voidaan sijoittaa esimerkiksi kantavia rakenteita, aputiloja, tekniikkaa tai katsomo.

Puu sopii palloiluhallin pääasialliseksi materiaaliksi mm. palonkesto- ja kosteusteknisten sekä akustisten ominaisuuksiensa vuoksi. Sekä kilpa- että harjoituskäyttöön tarkoitettu puuhalli voi olla poikkileikkaukseltaan myös kaareva. Matalammalle reunaosalle voi sijoittaa esimerkiksi katsomon tai matalampaa tilaa vaativia pelikenttiä, harjoitustilaa, tekniikkaa ja aputiloja.



Kuva 2.12 Kaltevaan kattopintaan voidaan yhdistää kattoikkunat valoisuuden lisäämiseksi.



Kuva 2.13 Varpaisjärven koulun liikuntahallissa puuta on käytetty paitsi rakenteissa myös osana äänenvaimennusta.



Kuva 2.14 Toukolan koulun liikuntahalli mukautuu helposti käyttäjiensä tarpeisiin.

Huomioon otettavia kysymyksiä ovat mm.:

- suunnitellut käyttöajat ja käyttäjäryhmien suuruus
- jaettavuus eri käyttäjäryhmille
- yhteys muuhun toimintaan kuten kouluun tai palvelutaloon
- tarvittavat aputilat, katsomo
- erityisvaatimukset.

2.1.3 Liikunta

Liikuntahalli voi täyttää useiden palloilulajien mitoitusvaatimukset. Kysymys on ennen kaikkea pelin vaatimasta vapaasta korkeudesta. Tavallisimpien pallopelien korkeusvaatimus on kilpailukäytössä 7 metriä, mutta harjoitus- ja kuntoilukäyttöön riittää vähempikin. Suurimmalle osalla liikuntamuotoja riittää 3–4 metriä. Tällaisia ovat mm. useat voimistelulajit, aerobic, tanssi, budolajit ja paini.

Liikuntahalli rakennetaan usein koulun tai palvelurakennuksen yhteyteen, jolloin pääkäyttötarkoitus ei ole sarjatason kilpailukäyttö vaan koululais- tai erityisryhmien liikunta. Tällöin ei aina mm. rahoitusehtojen vuoksi voida noudattaa kenttien mitoituksessa virallisia kokovaatimuksia.

Pienimuotoisissa palloiluhalleissa tavanomainen rakenteellinen ratkaisu on pilari-palkkihalli. Sen etuja ovat edullisuus ja tehokas tilan korkeussuuntainen hyödyntäminen aina seinään asti.

Lisäkorkeutta voidaan saada myös mitoittamalla palkkien väli siten, että joitakin lajeja voidaan pelata palkkien välisellä vapaalla leveydellä. Näin saadaan paikallisesti lisäkorkeutta palkkien korkeuden verran.



Kuva 2.15 Puun pieni lämmönjohtavuus tekee siitä soveltuvan materiaalin myös uimahalleihin ja kylpylöihin. Kosteus ei kondensoidu puupintoihin yhtä helposti kuin lämpöä hyvin johtaviin materiaaleihin. Tropiclandia, Vaasa.

2.1.4 Uimahallit, viihdekylpylät

Uimahalli on tyypillinen vain yhteen käyttöön suunniteltu halli. Tästä on rakennusfysikaalisessa mielessä se etu, että olosuhteet sisällä säilyvät jokseenkin vakiona.

Uima-altaan tai altaiden koko on tärkein mitoitusperuste. Usein allas on 25 m pitkä ja siinä on 4–8 rataa. Lisäksi kysymykseen tulevat syvempi hyppyyallas, lastenallas, kastautumiseen tarkoitettu kylmäallas ja poreallas. Viihdekylpylöissä altaiden muoto voi olla hyvin vaihteleva, ja niihin voi liittyä vesiliukumäkiä ja vastavirtakanavia ja ne voidaan yhdistää ulkoaltaisiiin. Veden lämpötila saattaa vaihdella. Viihdekylpylöissä suositetaan lämpimämpää vettä kuin varsinaisissa uimahalleissa. Tästä aiheutuvat vaativimmatkin olosuhteet voidaan ratkaista puurakenteilla. Muita vaadittavia tiloja ovat pukeutumis- ja peseytymistilat erilaisine saunoineen. Kilpakäyttöön tarkoitetuissa halleissa tarvitaan myös katsomo.

Puu sopii uimahallien ja kylpylöiden rakenteisiin ja pintoihin erinomaisesti, kun pidetään huolta siitä, että roiskevesi ei pääse rakenteisiin. Käytännössä rakenteet on syytä suojata vedeltä noin 1,5 metrin korkeuteen asti. Puun etuna on pieni lämmönjohtavuus, jolloin puurakenteet pysyvät lämpiminä ja kosteus ei kondensoidu vaipparakenteissa niiden pintaan.



Kuva 2.16 Puurakenteet ovat esteettisesti tasapainossa kylpyläympäristössä.

Huomioon otettavia kysymyksiä ovat mm.:

- ilmanvaihto
- yläpohjan ja seinän höyrynsulku
- valaistus ja ikkunat
- akustiikka
- aputilat ja katsomo.



Kuva 2.17 Puu on mahdollista mukauttaa myös yksilöllisiin tarpeisiin. Kattovalon yhdistäminen osaksi rakennetta on mahdollista. Morges, Sveitsi.



Kuva 2.18 Vetotangolliset kaaripalkit muodostavat jäähalliin ilmavan sisätilan. Kangasalan jäähalli.

Huomioon otettavia kysymyksiä ovat mm.:

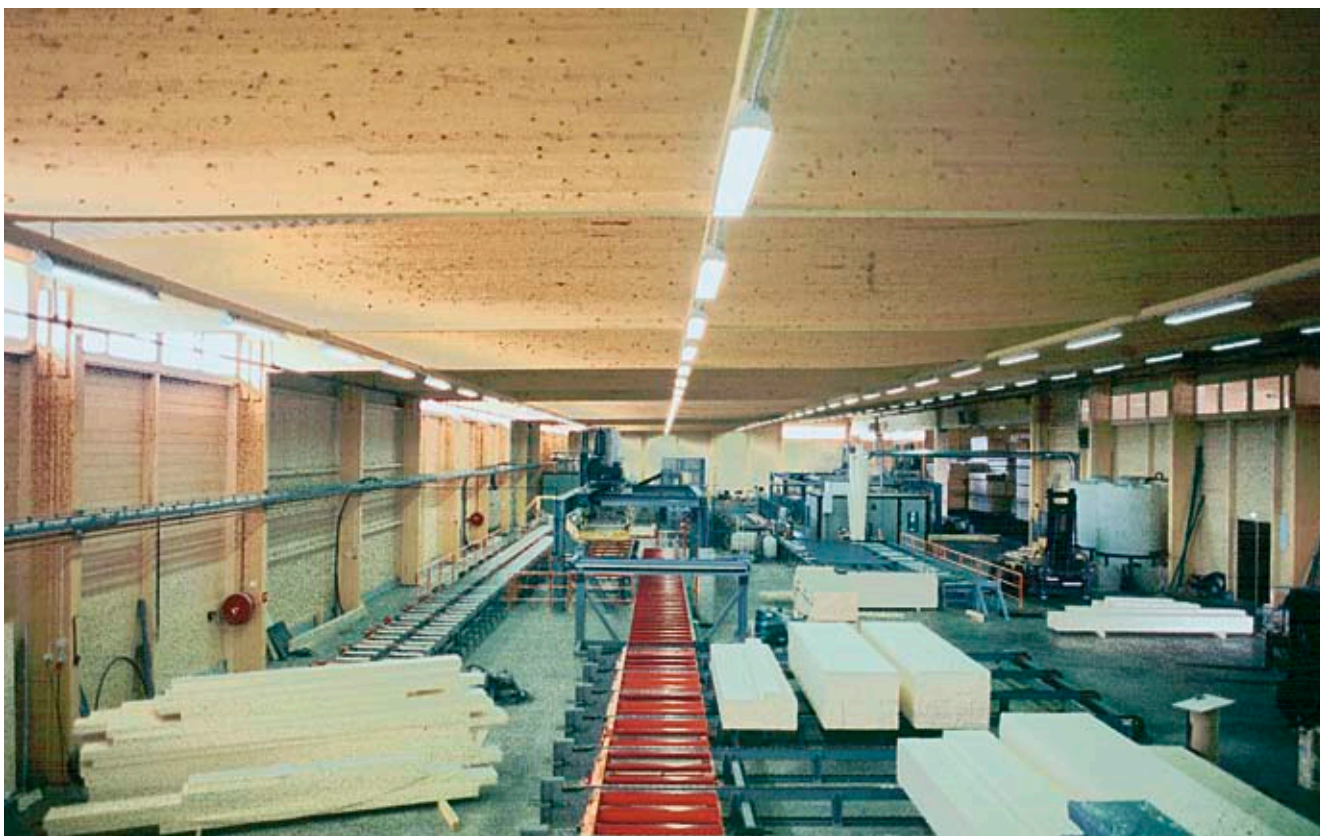
- lämpötila ja ilmanvaihto
- vaipan rakennusfysikaalinen toiminta varsinkin ympärivuotisessa käytössä
- energiatalous ja käyttökustannukset
- valaistus ja akustiikka
- aputilat ja katsomo.

2.1.5 Jäähallit

Jääajan kysynnästä riippuen jäähallit ovat joko pelkästään jäällä tapahtuvaan tai sitten useampaan toimintaan suunniteltuja. Pääkäyttötarkoitus voi myös olla joko tietyille sarjatasolle ajateltu kilpailutoiminta, lajiharjoittelu tai näiden yhdistelmä. Jäähallissa tulee olla pukeutumistilat ja yleensä edes pieni katsomo.

Monitoimikäyttöön tarkoitetussa jäähallissa joudutaan ottamaan huomioon myös erittäin suuret henkilömäärät ja monipuolisen toiminnan aiheuttamat erityiskysymykset.

Jäähallien suosituin runkoratkaisu on vetotangolla varustettu pilari-palkkirakenne. Ilmavuutta voidaan lisätä käyttämällä esimerkiksi vetotangollista kaaripalkkia.



Kuva 2.19 Pilari-palkkiratkaisu tuottaa optimaalista tilankäyttöä myös teollisuushalleissa.

2.2 Teollisuushallit

Teollisuus tarvitsee useimmiten tasakorkeaa tilaa, jonka poikki-leikkauksen mitoitus perustuu toimintaan. Tavoite saavutetaan yleensä yksi- tai useampiauukkoisella pilaripalkkirakenteella, joka tarjoaa mahdollisuuden myös hyvään laajennettavuuteen.

Puuhalli soveltuu hyvin teollisuuden moniin eri tarpeisiin. Pui-sella pilari-palkkijärjestelmällä päästään tarvittaessa jopa 65 m:n jännemittaan. Siltanosturin tarve vaikuttaa osaltaan rungon mitoitukseen.

Puurakentamisjärjestelmien keveys, käsittelyn helppous ja asentamisen nopeus heijastuvat varsinkin elementointia käytettäessä myös rakentamisajan kestoon.

Eräs merkittävä ongelma työolosuhteiden kannalta on äänenvaimennus, joka puuelementtivaipan yhteydessä on ratkaistavissa edullisesti. Yläpohjan puuelementtiin voidaan tehdä hyviä olosuhteissa asentaa valmiiksi akustoiva sisäverhousmateriaali.



Kuva 2.20 Puuelementtivaippa toimii myös osana äänenvaimennusta. Kaluste-Team, Kauhajoki.

Huomioon otettavia kysymyksiä ovat mm.:

- laajennettavuus
- jännemitta, vapaa korkeus ja ripustuskuor-mat sekä siltanosturi
- osastointi ja poistumistiet
- valaistus ja ikkunat
- akustointi.



Kuva 2.21 Viikin varastorakennuksessa on vanerista tehty erittäin kevyt ja jäykkä yläpohjaratkaisu.



Kuva 2.22 Mahapalkit kaksilaivaisessa teollisuushallissa muodostavat erittäin tehokkaan tilaratkaisun.

2.3 Varastohallit

Suuria halleja tarvitaan eniten teollisuuden, kaupan, maatalouden ja liikenteen säilytystarpeisiin. Varastohalli voi sisältää myös henkilötöyöksentelytiloja, jolloin niihin kohdistuvat vaatimukset on selvitettävä erikseen.

Varaston mitoitus perustuu varastoitavan tavaran ominaisuuksiin ja kuljetusyksikköihin sekä käytettävään varastojärjestelmään ja siirtokalustoon. Runkojärjestelmän tulee tarjota mahdollisuus tilan taloudelliseen käyttöön niin lattiatasolla kuin korkeussuunnassakin. Pilari-palkkirunko tarjoaa yleensä rationaalisen ratkaisun erityisesti varastohyllyjä käytettäessä sekä varauduttaessa laajennukseen.

Kylmissä halleissa ilman kosteudesta johtuva kondensoitumisvaara ja siitä seuraavat ongelmat ovat puurakenteissa pienempiä kuin teräs- ja betonirakenteissa.

Teollisuuden, kaupan ja maatalouden tarpeita ajatellen erityinen etu on puurakentamisen nopeus. Ns. kuivasta rakentamisesta (ei betonin kuivumisajan tarvetta) johtuen tilat saadaan nopeasti hyötykäyttöön.

Huomioon otettavia kysymyksiä ovat:

- käyttötarkoitus ja varastointijärjestelmä
- laajennettavuus
- liikennejärjestelyt
- siirto-, lastaus- ja kuljetusjärjestelmät
- erityisolosuhteet, varsinkin lämpötila ja kosteus.



Kuva 2.23 Uudet puurakenteet istuvat hyvin osaksi vanhaa miljöötä.

2.4 Maatalouden rakennukset

Puuhalli soveltuu maatalouden toimintaan, rakennusperinteeeseen ja ympäristöön luontevasti. Syvärunkoinenkin rakennus on mahdollista liittää kattomuodon valinnan ja julkisivujen jäsentelyn avulla vanhaan ympäristöön.

Tavallisimmin maatalouden tarpeisiin riittää ns. ristikkorakenne halli, jossa on kantavat seinät. Järeämmät hallit voidaan toteuttaa viilu- tai liimapuusta pilari-palkkirakenteisina.

Mekaanisia ja kemiallisia rasituksia vastaan löytyy erikoisvanereita, jotka kestävät hyvin ko. rasitukset. Esimerkiksi filmipintaiset vanerit kestävät hyvin kosteutta ja ne on helppo pitää puhtaina.



Kuva 2.24 Harjakattoratkaisussa ylävalo on mahdollista ottaa tehokkaaseen hyötykäyttöön.

Huomioon otettavia kysymyksiä ovat mm.:

- rungon ja vaipparakenteiden kesto mekaanisia ja kemiallisia rasituksia vastaan sekä korjattavuus
- kuormausjärjestelmät
- soveltuvuus maatalousmiljööseen.



Kuva 2.25 Lahden hiihtomuseon ravintolassa on käytetty edustavasti ja monipuolisesti puuverhouksia.



Kuva 2.26 Linnanmäen ravintolassa vanerista kehitettiin uudenlainen yläpohjaratkaisu.

2.5 Liikerakennukset

Liikerakennuksen pohjamuodon valintaan vaikuttavat monet seikat kuten sisäinen toiminta, asemakaava ja ulkoiset liikennevirrat. Kysymykseen voi tulla pelkistetty suorakaide tai paljon monimutkaisempi muoto. Toisinaan vapaan korkeuden tarve voi myös alueittain vaihdella.

Liikerakentamisessa arvostetaan nopeutta. Tila halutaan saada käyttöön mahdollisimman nopeasti investointipää-töksen jälkeen. Toinen puun suosiota lisäävä tekijä on se, että liiketilojen ilme on nykyisin yhä useammin osa yrityksen imagoa ja siihen halutaan yrityksen arvoa kuvaavia tekijöitä.

Huomioon otettavia kysymyksiä ovat mm:

- käyttötarkoitus
- osastointi ja poistumistiet
- jaettavuus eri yksiköihin ja muunneltavuus
- sisäinen ja ulkoinen henkilö- ja tavaraliikenne
- jätehuolto.



Kuva 2.27 Lahden Sibeliustalo on hyvä esimerkki innovatiivisesta puun käytöstä.

2.6 Muut rakennukset

Puuhallirakentamisen menetelmiä voidaan soveltaa myös julkisen rakentamisen alueella kohteissa, joissa tarvitaan pitkiä jännemittoja, kuten näyttely- ja kokoontumistilat. Ihmisläheisenä ja akustisesti hyvänä materiaalina puu on tällöin luonteva valinta sekä runko- että vaipparakenteisiin. Näkyviin jäävät pilarit ja palkit on mahdollista liittää esteettisesti laadukkaaksi osaksi interiööriä.



Kuva 2.28 Tykkimäen tanssipaviljongissa tilan tehokas käyttö yhdistyy puurakenteen muodostamaan miellyttävään sisätilaan.

Tärkeitä suunnittelussa huomioon otettavia kysymyksiä ovat mm.:

- käyttötarkoitus
- erityisolosuhteet
- osastointi ja poistumistiet
- muunneltava akustiikka ja valaistus
- ikkunat ja muu aukotus.



Kuva 2.29 Puurakenteinen Pohjolastadionin katsomo Vantaan urheilupuistossa luo miellyttävät puitteet vapaa-ajan tahtumille.



Kuva 2.30 Oulun pesäpallstadionin kaareva katos noudattelee stadionin muotoa.

2.7 Katokset ja katsomot

Katosrakenteissa voidaan soveltaa puulle ominaisia erilaisia tekniikoita. Kysymykseen tulee erillisenä toteutetun rungon ja katteen lisäksi myös kantava kuorirakenne. Erityisen ryhmän katoksista muodostavat urheilukilpailujen katsomot. Katsomon katoksen tulee olla hyvän näkyvyyden tarjoamiseksi usein pilariton ja siitä syystä ulokkeellinen.

Katos voi liittyä muuhun rakennukseen kuten tuotantolaitokseen tai olla irrallinen itsenäinen rakenne kuten esimerkiksi seinätön ulkovarasto tai näyttelyalueen katerakennelma. Pienempi katos voi liittyä kiinteästi muuhun rakennukseen kuten sisääntulo- tai lastauslaiturin katokseen.

Puu sopii hyvin katosten materiaaliksi. Sen etuja ovat:

- keveys ja lujuus
- purettavuus ja siirrettävyys
- toiminta monensuuntaisia rasituksia vastaan esim. vaikeissa tuulioloissa
- alhainen lämmönjohtavuus ja sen seurauksena hyvät kondenssiominaisuudet ja pieni lämpöliike.



Kuva 2.31 Vihantasalmen puusilta on yksi Suomen suurimpia.

2.8 Sillat

Vaikka puun käytöllä on pitkät perinteet sillanrakennuksessa, puusilloja on Suomessa tehty lähinnä kevyen liikenteen tarpeisiin sekä vähemmän liikennöidyille pienille teille. Puun käyttöä siltarakentamisessa on kuitenkin kehitetty viime vuosina voimakkaasti muun muassa pohjoismaisessa Nordic Wood -silta-projektissa. Puun käytön kehittymisen esimerkkinä on muun muassa Vihantasalmen silta.

Muualla kuten Keski-Euroopassa ja USA:ssa, puuta on käytetty yleisemminkin sillanrakennusmateriaalina. Puurakenteen ominaisuudet, kuten pieni omapaino, tarjoavat mahdollisuuden teollisesti valmistettujen siltojen taloudelliseen tuottamiseen ja kuljettamiseen. Yhdistämällä erilaisia puutuotteita (massiivipuu, liimapuu, viilupuu) voidaan toteuttaa maisemaan sopeutettuja ja yksilöllisiä siltoja.

Puu on myös kestävä siltamateriaali. Esimerkiksi Sveitsissä on satoja vuosia vanhoja siltoja, jotka ovat edelleen käytössä.



Kuva 2.32 Soidinpuiston kevyenliikenteen puusilta.

3 PUUHALLIN SUUNNITTELU

3.1 Yleistä

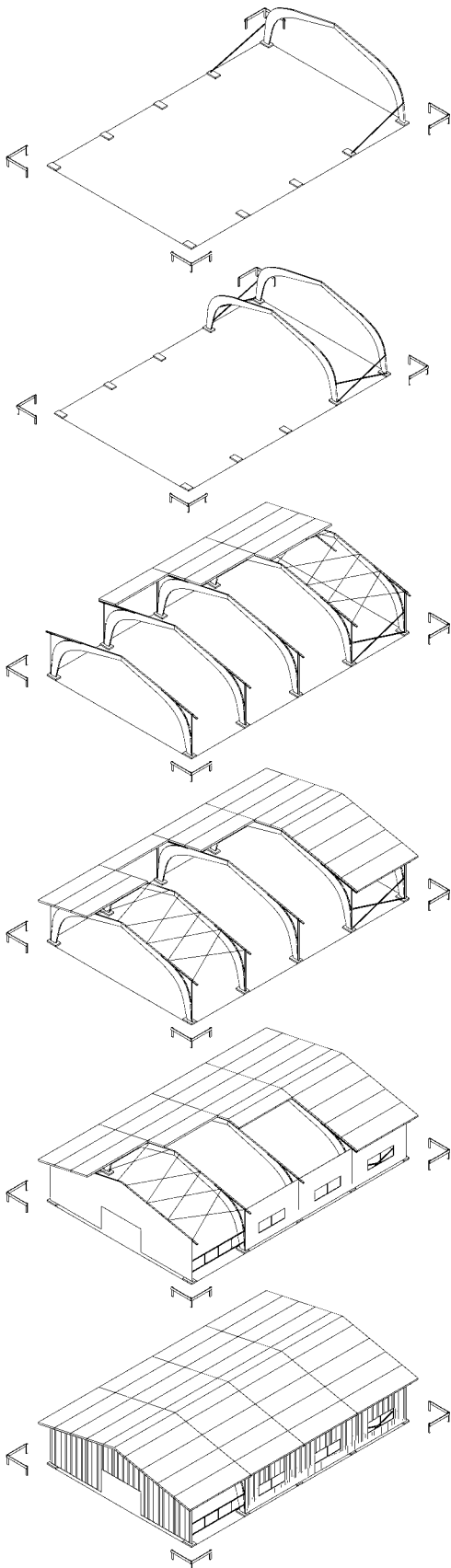
Puuhallin arkkitehtisuunnitteluun pätevät samat periaatteelliset lähtökohdat kuin kaikkeen muuhunkin rakennussuunnitteluun. Hallirakennusten leimaa-antavin yhteinen piirre käyttötavasta riippumatta on suuri lattiapinta.

Aivan aluksi suunnittelijan on tärkeää löytää ja jäsentää kohteen oikeat lähtötiedot. Toisaalta suunnittelijan tulee tuntee eri rakennejärjestelmien suomat tekniset ja taloudelliset mahdollisuudet. Näiden tekijöiden optimaalinen yhteensovittaminen luo parhaat edellytykset onnistuneen kokonaisuuden aikaansaamiselle.

Tässä jaksossa annetaan neuvoja kohteen lähtötietojen keräämistä ja analysointia varten sekä kuvataan arkkitehtisuunnittelun kulku. Runkojärjestelmiä ja niiden soveltuvuutta eri tarpeisiin käsitellään jaksossa 5.

Halliarkkitehtuurin tehtäviä ovat mm.:

- luoda toteutukseen järjestystä, selkeyttä ja toimivuutta: mm. tiukka moduulimitoitus, selkeät yhtenäiset tilasarjat ja rationaalinen rakennettavuus
- jäsennöidä rakennuskohde toimintojen mukaan: korkeat tilat kokonaisuutena, henkilötilat kootusti joko hallirungon ulkopuolelle tai erillisinä (kaksikerroksisina) rakenteina sisäpuolelle päätoimintoja väistään
- antaa rakennukselle, rakennusryhmälle ja alueelle yhtenäinen ja huoliteltu leima
- sopeuttaa työympäristö – varsinkin sisämiljö – ihmisen mittakaavaan: monipuolista puuverhoilua erityisesti henkilötiloihin
- luoda turvallisuutta ja viihtyvyyttä: mm. selkeät tilajärjestelyt, valaistus, akustiikka ja hallitut työskentelyolosuhteet
- ilmentää kohteen merkityssisältöä: tuotantoon, kauppaan, liikenteeseen jne. perustuva imago
- kuvastaa aikansa menetelmiä ja arvostuksia
- sopeuttaa koko kohde ympäristöönsä.





Kuva 3.1 Puuhallin matka alkaa. Liimapuukaaret kuljetetaan kuorma-autolla työmaalle.

3.2 Tavoitteet

Arkkitehdin tehtävän kannalta kysymys on erityisesti siitä, miten puuhallin käyttötarve ja rakenteellisuus voidaan yhdistää. Parhaimmillaan tarkoituksenmukainen rakenne on myös esteettinen, mihin pelkistetyillä puurakenteilla on erinomaiset edellytykset.

Suuri osa hallirakentamisesta on teollisuuden, kaupan tai maatalouden tuotanto- ja varastorakennuksia. Arkiseen hyötykäyttöönkin tarkoitetut rakennukset voivat olla myönteisiä ympäristölleen ja käyttäjänsä imagolle, kun ne rakennetaan hyvistä materiaaleista oikeilla suunnitteluperiaatteilla.

Yleiset toimivuustavoitteet ovat:

- käyttökelpoisuus
- koettavuus
- tekniset ominaisuudet.

Usein osatekijöiksi luetaan myös elinkaari ja kustannustekijät, vaikka niitä molempia voidaan tarkastella myös täysin omina tavoitteina.

Teollisuushallin rakennuspaikan valintaperusteet valtakunnallisesti

- markkina-alueet
- raaka-aineen hankinta-alueet
- energian saanti
- työvoimatilanne
- kotimaiset ja ylikansalliset tukiperusteet

Teollisuushallin rakennuspaikan valintaperusteet paikallisesti

- rakennuksen haitat ympäristölle
 - melu, värinä
 - räjähdysvaara
 - raskas liikenne
 - saasteet
 - rakennuksen koko
- ympäristön haitat rakennukselle
 - luonnonsuhteet, kuten:
 - ilmansuunnat
 - aurinkoisuus
 - tuulisuus
 - meren läheisyys
 - rakennetun ympäristön haitat
 - saasteet kuten pöly
 - miljöötekijät ja esteettiset näkökohdat
- liittyminen rakennettuun ympäristöön
- kaavoitus
- kunnallistekniikka
- topografiset ja geologiset ominaisuudet

Taulukko 3.1 Teollisuushallin rakennuspaikan valintaperusteita.

3.2.1 Käyttökelpoisuus

Käyttökelpoisuudella tarkoitetaan asetettujen toiminnallisten tavoitteiden täyttymistä. Hallin käyttötarkoituksen mukaan suunnittelussa voidaan painottaa erilaisia tekijöitä asetetuista tavoitteista riippuen. Käyttökelpoisuuden osatekijöitä ovat:

- tontti ja liikenne
- tilakannan laajuus ja muoto
- tilojen väliset yhteydet
- olosuhteet ja niiden hallinta
- laatutaso
- monikäyttöisyys.

Tontti ja liikenne

Hallihanke liittyy usein tontilla jo olemassa olevaan toimintaan. Tontti voi olla myös muuten valmiiksi valittu varsinaisen rakennusuunnittelun alkaessa, jolloin tontin ominaisuuksiin ei voida enää vaikuttaa. Arkkitehdin ensimmäinen tehtävä on testata vaihtoehtoisia rakennuspaikkoja tontilla alustavan tilaohjelman perusteella laadituilla layout-suunnitelmilla, jotka osoittavat hankkeen suuruusluokan ja periaatteellisen ratkaisumallin. Seuraavassa läpikäytäviä seikkoja voidaan hyödyntää rakennuspaikan tai tontin valintaperusteita arvioitaessa.

- Tontin koko, muoto ja geologiset olosuhteet vaikuttavat hallin pohjamuodon valintaan, kulkureittien suuntaamiseen ja aputilojen sijoittamiseen. Hallin ulkopuolinen toiminta saattaa olla niin tärkeätä, että se määrää tarvittavien piha-alueiden laajuuden ja suunnan. Suuret täytöt ovat riski ainakin silloin, kun lattialta vaaditaan hyvää kantokykyä. 1,0–1,4 metrin korkeusero voi olla hyödynnettävissä esimerkiksi suuntaamalla lastauslaituri alarinteen puolelle. Myös ilmansuunnilla saattaa olla merkitystä mm. valon saannin kannalta.
- Selvitetään tontilla mahdollisesti olevat rakennukset ja rakenteet sekä mahdollisuus liittää uusi halli niihin. Erityisesti vanhojen perustuksien ominaisuudet liittymärakenteiden kannalta tulee tutkia.



Kuva 3.2 Puuhalli on saapunut työmaalle. Esivalmistettujen rakenteiden kokoaminen käy nopeasti.

- Tontin rakennettu ympäristö ja liittyminen kaupunkirakenteen vaikuttavat mm. kattomuodon valintaan ja julkisivujen suunnitteluun. Suuri julkisivupinta on mahdollista jäsenellä mm. sijoittamalla aputiloja rakennusrungon ulkopuolelle, käyttämällä useampaa ulkoseinämateriaalia tai vaihtelevaa saumajakoa, aukotuksilla jne.
- Tontin juridinen ja tekninen rakentamiskelpoisuus on ehtona rakennusluvan saamiselle. Ellei tämä asia ole kunnossa, saattaa rakentamisen aloitus viivästyä tai estyä kokonaan.
- Selvitetään tontin rakennusoikeus ja kaavamääräykset. Jos suunnitelma on kaavan mukainen, on rakentaminen aina mahdollista. Vähäisiin poikkeuksiin kunnat suhtautuvat eri tavoin, mutta yleensä naapurin suostumuksella poikkeukset ovat mahdollisia. Lähinnä tulevat kysymykseen teknisten rakennelmien, katosten, aitojen ym. sijoittaminen lähemmäksi naapurin rajaa kuin kaavassa on esitetty.



Kuva 3.3 Puuhallin kokoaminen jatkuu.

- Kaavamääräyksissä voi olla hyvinkin yksityiskohtaisia vaatimuksia julkisivujen suhteen, kuten aukotuksen tai tietyn verhousmateriaalin käytöstä, mutta rungon tai vaippaelementtien materiaaliin niissä ei puututa.
- Liikenneyhteydet ja liittymät tontille sekä autopaikotus vaikuttavat hallin sijoituspaikan valintaan. Tulee selvittää edellytetäänkö paloautojen pääsy rakennuksen ympäri.
- Liikennemäärät ja -lajit vaikuttavat lähinnä liittymien suunnitteluun, jolloin raskas ja kevyt liikenne (=kävely ja pyöräily) usein on syytä erottaa toisistaan, jopa niin, että niillä ovat eri reitit (mm. palloilu-, uima- ja jäähallit).
- Selvitetään kunnallistekniikan saatavuus ja liittymien sijainti. Korkean hallitilan säästämiseksi varsinaiselle toiminnalle on usein tarkoituksenmukaista sijoittaa tekniikan tilat varsinaisen rakennusrungon ulkopuolelle muiden aputilojen kanssa tai kokonaan erilliseen tekniikkakeskukseen.



Kuva 3.4 Asennustyö käy nopeasti autonostureilla.

Rakennusten laajennettavuuteen varautuminen riippuu yrityksen pitkántähtäyksen toimintasuunnitelmasta. Tontin hankintavaiheessa tulee varmistua pinta-alan ja rakennusoikeuden riittävydestä ja suunnitteluvaiheessa rakennuksen rungon ja vaipan detaljisuunnittelusta niin, että laajentaminen on helposti ja taloudellisesti tehtävissä. Puuhallin suunnittelussa tämän huomioon ottaminen ei aiheuta juuri mitään kustannuksia. Nykyiset rungon, kattojen ja seinien puiset rakennejärjestelmät ja niiden liitostekniikat mahdollistavat osien helpon irrotettavuuden ja siirrettävyyden vaihtelevien tarpeiden mukaisesti.

Tontin laajennusvaran tarve on arvioitava aina tapauskohtaisesti. Kaavoitetuilla alueilla ei aina ole mahdollista hankkia vara-alueita, jos tarkoitus on pitää se pitkän aikaa rakentamattomana.



Kuva 3.5 Kaksi tontin käyttösuunnitelmaa, jotka tarjoavat hallille erilaisia laajennusvaihtoehtoja.



Kuva 3.6 Sääsuojaukset poistetaan vasta asennustyön yhteydessä.

Tilakannan laajuus ja muoto

Varsinkin tuotannollisissa hankkeissa laajuustekijä on usein niin tärkeä, että se nousee painoarvoltaan ohi muiden. Laajuuden kanssa samanaikaisesti tulee ottaa kantaa myös tilojen muodon tarkoituksenmukaisuuteen – niin pohjakaavan kuin poikkileikkauksenkin. Hukkatilan minimointi mm. tehokkailla rakenneratkaisuilla on arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan yhteinen tehtävä. Esimerkkinä tästä käy varastohyllyjärjestelmään ja trukkiliikenteeseen perustuvan tilan rakenteiden yhteensovittaminen siirtoyksiköiden vaatiman mitoitusjärjestelmän ja tarvittavan talotekniikan kanssa.

Tilojen väliset yhteydet

Tilojen välisten yhteyksien suunnittelu perustuu tilaajalta tai käyttäjältä saatuun yhteykskaavioon tai arkkitehdin itse hankkimaan tietoon kulloisestakin toiminnasta. Toimivuuden kannalta selvitettäviä ja tapauskohtaisesti painotettavia tekijöitä ovat muun muassa:

- yhteystarpeen määrällinen ja laadullinen luonne (tavaraliikenne, henkilöliikenne, tekniset yhteydet)
- tilojen välisen matkan pituus ja helppokulkuisuus (esimerkiksi vieressä, saman käytävän varrella, samassa kerroksessa, hissiyhteydellä tavoitettavissa)
- käyntikertojen määrä
- tietosuojalle ja kulunvalvonnalle asetettava vaatimukset.

Yhteyksien laatu riippuu luonnollisesti käyttötarkoituksesta. Tuotantolaitoksessa materiaalivirran mukaiset yhteydet ovat ensisijaisia, muut reitit mukautuvat niihin. Uimahallissa taas tilaketjun pukuhuone – pesutilat – uima-allas toimivuus on tärkein.

Olosuhteet ja niiden hallinta

Hallin ja oheistilojen käytettävyys riippuu paitsi kahdesta edellä mainitusta kohdasta myös asianmukaisten olosuhteiden hallittavuudesta, joita ovat erityisesti:

- sisäilmaston laatu, johon sisältyy lämpötilan, ilman virtauksen, kosteuden ja hiukkaspitoisuuksien hallinta. Varsinkin jää- ja uimahallit ovat rakennuksia, joissa vaipan rakennesuunnittelu ja ilmanvaihdon detaljisuunnittelu tulee tehdä erityisen huolellisesti. Puupohjaisten tuotteiden käyttö pinnoissa on suositeltavaa mahdollisimman laajasti palomääräysten mukaan. Puun



Kuva 3.7 Työnaikaisen tuennan suunnittelu on osa hallitoimitusta.

kyky sitoa ja luovuttaa kosteutta ja siten tasata sisäilman kosteuden vaihteluita on merkittävä positiivinen tekijä sisäilman laadun ja rakenteiden säilyvyyden kannalta. Tämän ns. sorbtion hyödyntäminen edellyttää, että puun käsittelyllä ei muodosteta tiivistä kalvoa puun pintaan.

- valaistusolosuhteiden hallinta, johon sisältyy harkittu ikkunoiden käyttö sekä eri käyttötilanteisiin sopeutuva keinovalaistus
- ääneneristys ja tarkoituksenmukainen, mahdollisesti muunneltava äänenvaimennus
- monitoimihalleissa pintamateriaalien valinta on erittäin tärkeä kysymys, sillä mm. eläinnäyttelyiden jäljiltä vaikeasti puhdistettavissa pinnoissa on havaittu jopa yli satakertaisia allergiaa aiheuttavia hilsepitoisuuksia tilaisuutta edeltäneeseen tasoon. Hygienisen pinnan voi tehdä mm. filmivanerilla.
- tilajaon muunneltavuus eri tilanteisiin.



Kuva 3.8 Jäykistysristikon osien asennus on käynnissä.

Laatutaso

Rakennuksen laatutaso on monen tekijän yhdistelmä. Tilojen toimivuuden ohella on kiinnitettävä huomiota myös pintamateriaalien valintoihin. Pinnoille asetettavia toiminnallisia vaatimuksia voivat olla esimerkiksi hyvä kulutuskestävyys, mekaaniset rasitukset, roiskeveden kestävyys, jne.

Suuri osa laatutekijöistä on konkreettisia, mutta osa on myöskin aineettomia, henkisiä. Tällaisia ovat mm. viihtyisyys ja turvallisuuden tuntu.

Monikäyttöisyys

Hallirakennuksia käytetään usein moneen eri tarkoitukseen, toisinaan jopa samanaikaisesti. Yleinen periaate on, että vapaa lattia-ala suunnitellaan yhtenäiseksi ja mahdollisimman vähän kiinteitä esteitä (pilarit, portaat tms.) sisältäväksi.

Monikäyttöisyys asettaa vaatimuksia erityisesti

- tilojen jaettavuudelle ja yhdistettävyydelle
- ilmanvaihdon
- palosuojaukselle
- osastoinnille sekä mahdollisesti
- valaistukselle ja
- akustiikalle.

Elinkaari- ja kustannustekijät

Hallin elinkaaren kannalta on suuri merkitys sillä, miten vähillä muutoksilla käyttötarkoitusta voidaan muuttaa. Tärkeintä on, että päätökset elinkaaritavoitteista tehdään kustannustietoisesti ja toteutetaan myös suunnittelussa. On otettava huomioon monikäyttöisyydestä aiheutuvat vaikutukset mm.:

- investointiin ja käyttökustannuksiin
- energiankulutukseen eri tilanteissa
- ratkaisujen pitkäaikaiskestävyyteen.



Kuva 3.9 Koko puurungon pystytys on saatu valmiiksi.

Tekniikan tilat

Varsinaisten hallitilojen lisäksi tarvitaan tilat sekä tekniikalle että pää- ja sivukäyttötarkoituksiin. Tekniikka (LVISTA) on mahdollista sijoittaa usealla eri tavalla hallin käyttötarkoituksen, koon, sijainnin ym. perusteella mm. seuraavasti:

- kattoon ja seinille palkiston ja pilariston vyöhykkeelle, missä sen hyötytilaa kuluttava vaikutus on vähäinen
- ulkoseinän viereen kaarimaisissa tms. halleissa, jolloin korkea tila jää pääkäyttöön
- erillisiin teknisen tarpeen mukaan mitoitettuihin huoneisiin, joiden kattopintaa voidaan käyttää hyötytarkoituksiin
- ulkopuolelle omaan tekniikkakeskukseen (voi olla siirtokelpoinen)
- katolle
- kellariin tai lattian alle.

Tekniikkatilat saattaa olla tarkoituksenmukaista myös jakaa pienempiin yksikköihin varsinkin, jos perusratkaisu jakaantuu hyvin erityyppisiin osiin.

Eri käyttötilanteiden mukainen henkilöliikenne on suunniteltava sujuvaksi. Tilat, joihin asiattomilta pääsy ei ole suotavaa, on syytä erottaa varsinaisten kulkuväylien ulkopuolelle. Henkilöturvallisuus on aina varmistettava suurimman käyttötilanteen mukaisilla poistumisteillä.

Tilatavoitteet

Tilantarve on oltava tiedossa karkealla tarkkuudella vertailtaessa eri hallivaihtoehtojen soveltuvuutta. Pinta-alan lisäksi tämä tarkoittaa eri toimintojen vaatimaa korkeutta sekä pilaritonta lattiapintaa. Yhtenäinen pilariton alue johtaa raskaampiin runkorakenteisiin, kuin jos pilarit ovat mahdollisia hallitilan keskiosassa. Eri rakennevaihtoehtoja tarkasteltaessa tarpeet on tiivistettävissä seuraaviin tekijöihin:

- kannattajilla saavutettavat jännemitat
- kannattajan muoto ja vapaa korkeus sekä tukikorkeus pilarilla
- kannattajien kehäjako, joka puolestaan riippuu katto- ja seinärakenteilla saavutettavista jännemitoista.

Valittavissa olevia puisia rakenneperiaatteita on monia, ja niiden poikkileikkausten ominaisuudet poikkeavat toisistaan. Joihinkin tarkoituksiin korkeat palkistot sopivat hyvin, eivätkä ne aiheuta hyötytilan kannalta menetyksiä (mm. uimahallit, näyttelytilat). Joissakin tapauksissa hallin vapaan korkeuden (=minimikorkeus palkin alla) vaatimus määräytyy jo melko suureksi (mm. monet palloilulajit), jolloin on ymmärrettävää pyrkiä mahdollisimman mataliin rakenteisiin.

Hallin pääkäyttötarkoitus määrittää tilojen mitoituksen. Päätöimintojen ohella on lukuisia sivu- ja aputoimintoja. Niistä osa on harkinnanvaraisia ja jopa jätettävissä pois, jos ne eivät liity tarkoituksenmukaisella tavalla hallikokonaisuuteen. Tekniikka-, sosiaali- ja huoltotilat on mitoitettava suunniteltujen henkilö- määrien ja teknisten vaatimusten mukaan, ja niiden suunnittelusta on pääosin annettu erityiset ohjeet.

Kysymykseen tulevia aputiloja ovat muun muassa:

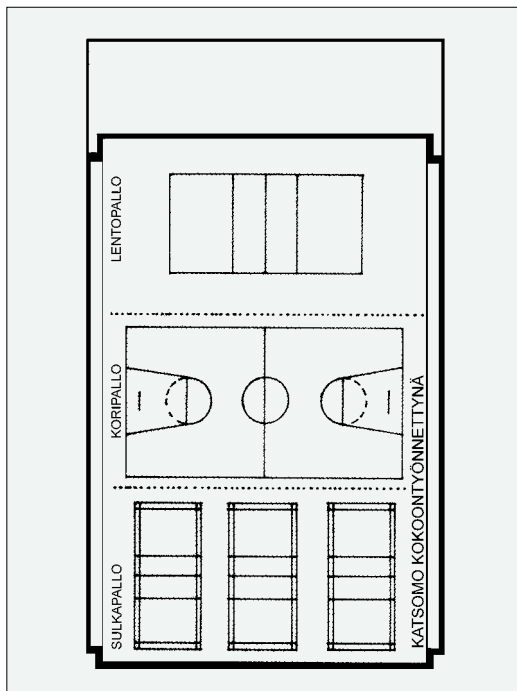
- toimisto- ja kokouksetilat
- henkilökunnan sosiaalitilat
- kiinteistöhuollon tilat
- varastotilat
- väestönsuojatilat
- ulkopuolisten käyttäjien ja vieraiden puku-, pesu- ja wc-tilat
- erityistilat (valvonta, televisiointi ym.)
- kahvio
- väestönsuoja
- LVISTA-tekniset tilat.



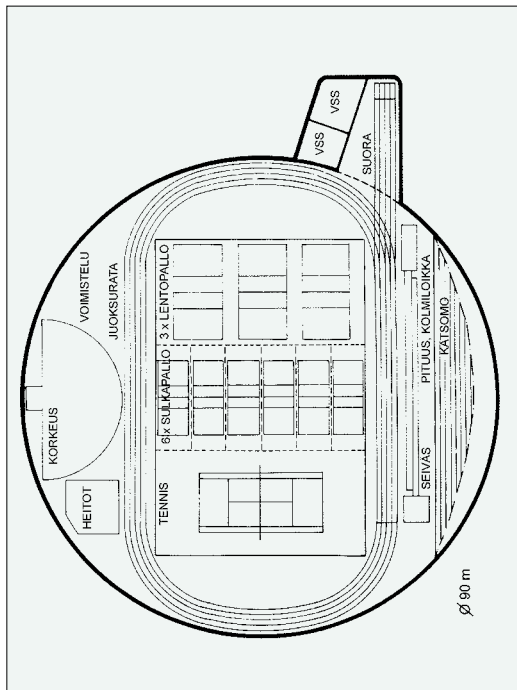
Kuva 3.10 Vaipan asentaminen on käynnissä.

Hallitiloja tulee tarkastella erityisesti elinkaaren näkökulmasta. Halli voidaan tarvita tarkoin määriteltyyn tarkoitukseen. Tällöin se pyritään tekemään tarkoin määriteltyjen vaatimusten mukaan juuri kyseiseen toimintaan mahdollisimman hyvin soveltuvaksi panostamatta paljoakaan muuntelumahdollisuuksiin. Tällainen rakennus on esimerkiksi kylpylä.

Toinen yleisemmin kyseeseen tuleva vaihtoehto on eräänlainen yleishalli, jonka mitoitus perustuu monipuoliseen käyttöön. Sen suunnittelussa varaudutaan myös muutosten mahdollisuuteen ja ainakin yhteen laajenemissuuntaan.



Kuva 3.11 Moniin lajeihin suorakaiteen muotoisen rakennus on taloudellisin.



Kuva 3.12 Pyöreän pohjamuoto mahdollistaa useat eri toiminnot.

Pohjamuotoja ja mitoituksia

Suorakaidemuoto

Suosituin pohjamuoto hallirakennuksille on suorakaide. Se on koettu muotona yleispäteväksi ja turvalliseksi, sopii moneen käyttöön ja tarjoaa mahdollisuuden rationaaliseen rakentamiseen. Muun muassa pelikentät ovat yleensä suorakaiteen muotoisia. Kehäjako on syytä suunnitella niin, että vaihtoehtoiskäytössä pienempi pelikenttä sopii palkkien väliin. Rakenneperiaatteeltaan halli voi olla yksi- tai useampilaivainen.

Suorakaiteen muotoinen halli on helpoimmin laajennettavissa kaikkiin suuntiin. Poikkileikkaus samoin kuin kattomuoto ovat vapaasti valittavissa. Useampilaivaisessa hallissa pulpettipalkkia tai vinoon kulmaan sijoitettua suoraa palkkia käyttäen voidaan saada kattovaloa myös pystyikkunoiden kautta.

Suorakaiteen muotoinen halli voidaan toteuttaa periaatteessa kaikilla puurakennevaihtoehdoilla koosta riippumatta. Täyskokoisen jalkapallohalli voidaan toteuttaa ristikkokaarin ja pienempi harjoitushalli liimapuukaarin.

Pyöreä pohjamuoto

Urheilu-, musiikki-, näyttely- ym. yleisötapahtumiin pyöreä pohjamuoto voi tarjota parhaat edellytykset suurille katsojajoukoille seurata lähes yhtä hyviltä paikoilta esityksiä. Suurimmat puiset monitoimihallit on tehty sauvakenteisina pyöreinä kupoleina, ja ne ovat halkaisijaltaan jopa yli 160 m. Pyöreän muodon etu on siinä, että korkeakaan kupoli ei hahmotu erityisen massiivisena ympäristöstään eikä millään suunnalla ole vastassa korkeata seinää.

Pyöreä pohjamuoto ei kuitenkaan anna hyviä mahdollisuuksia laajentamiseen.

Ellipsi pohjamuoto

Ellipsi pohjaratkaisu soveltuu erityisen hyvin suuriin yleisurheilu- ja jalkapallohalliin. Niissä juoksuratojen sisälle jää tavallisesti jalkapallokenttä. Suuria kohteita on toteutettu liimatuilla rakenteilla ja puuristikoilla. Kaarirakenteita käytettäessä katto voidaan pitkillä sivuilla tuoda lähelle maan pintaa pystysuoran seinän massiivisen vaikutuksen vähentämiseksi.

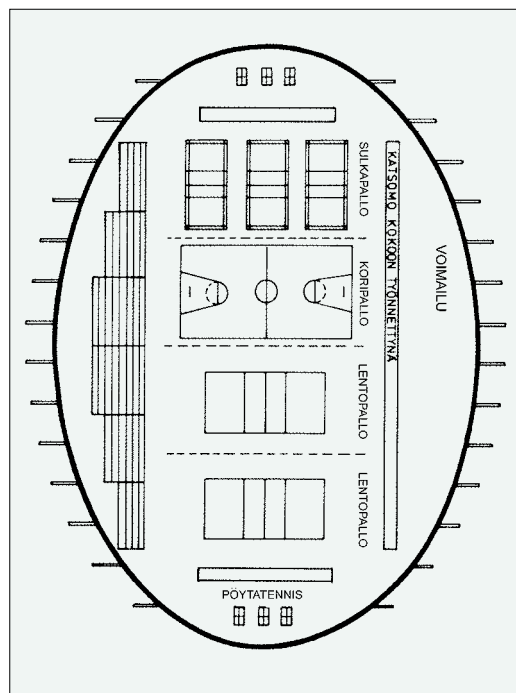
Samoin kuin pyöreä, ellipsi pohjamuoto on hankala laajentaa särkeä aiempaa kokonaisuutta. Parhaiten uudisosa voidaan liittää vanhaan erillisen nivelosan – vaikkapa sisäänkäynnin – välityksellä.

Suuria urheiluhalleja ja stadioneita on myös upotettu ympäristöön syvemmälle massiivisen vaikutelman pehmentämiseksi ja ulkovaipan koon pienentämiseksi.

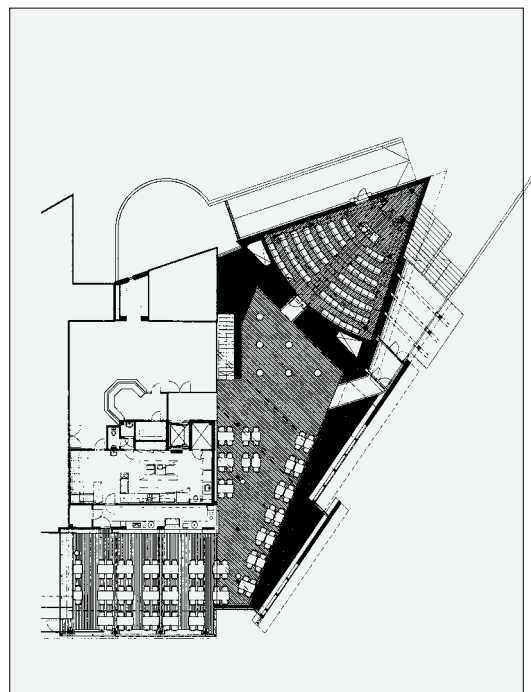
Vapaa pohjamuoto

Puu soveltuu runkomateriaalina erinomaisesti myös vapaisiin pohjamuotoihin ja kokonaisvaltaisiin tilaratkaisuihin, joissa puuta käytetään innovatiivisesti niin sisällä kuin ulkona. Esimerkkeinä tästä ovat monet arkkitehtonisesti korkeatasoiset näyttelyrakennukset.

Vapaisiin pohjamuotoihin soveltuvat periaatteessa useat erilaiset puurakennejärjestelmät ja myös ns. verkkorakenteet. Ne tosin edellyttävät erikoisosaamista ja sitoutumista joissain tapauksissa korkeaa vaatimustasoa vastaaviin kustannuksiin. Jo suunnittelun alkuvaiheessa arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan on syytä olla yhteydessä puutuoteteollisuuden tuoreimman teknologiatiedon hankkimiseksi.



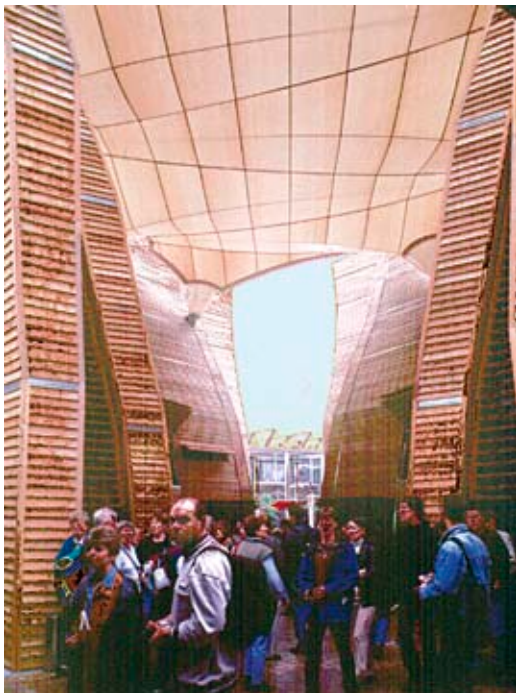
Kuva 3.13 Esimerkiksi ympäristön vaatimukset voivat tehdä elliptisestä pohjasta optimaalisen.



Kuva 3.14 Materiaalina puu sopii myös vapaisiin muotoihin.



Kuva 3.15 Perinteinen suomalainen maisema rakentuu puusta.



Kuva 3.16 Unkarin paviljonki Hannoverin maailmannäyttelyssä. Puuta on käytetty vapaamuotoisesti.

3.2.2 Koettavuus

Koettavuudella tarkoitetaan ihmisen aistimaailmaan liittyviä havaintoja, kokemuksia ja mielikuvia, joiden tulisi yleensä olla ärsykeellisiä mutta miellyttäviä. Näitä osatekijöitä ovat muun muassa:

- suhde ympäristökokonaisuuteen
- rakennuksen laatu- ja viimeistelytaso
- tilajäsentely
- orientoitavuus
- tilantuntu
- valaistus
- akustiikka
- pinnat ja materiaalit.

Rakennuksen suhde ympäristökokonaisuuteen

Hallityyppinen rakennus poikkeaa yleensä aina mittakaavaltaan ja suhteiltaan ympäröivistä rakennuksista. Maaseutumiljöössä taustana ja mittakaavan antajana voi olla puusto ja taajamassa eri korkeiset kerros- ja pientalot. Esimerkiksi jalkapallohalli on aina ympäristönsä dominantti maamerkki. Kookas halli "kuuluu joukkoon" oikeastaan vain teollisuusalueilla. Merkittävien mitallisten ominaisuuksien vuoksi hallin arkkitehtuuriin tulee kiinnittää aivan erityistä huomiota. Suuret mitat eivät sinänsä ole ongelma, kunhan koko kohteen massoitteleminen ja julkisivujen jäsentely sekä viimekädessä kokonaisuus sovitetaan rakennuspaikalle ympäristöä kunnioittaen.

Arkkitehdin tärkeä tehtävänä on tutkia, miten suuri rakennus liitetään ympäristöönsä. Tapoja on ainakin kaksi:

- Pyritään sovittamaan rakennus mahdollisimman luontevasti massoittelemaan, muotoja ja muita arkkitehtuurin keinoja käyttäen ympäristöönsä. Suuria pystysuoria seiniä voidaan välttää kaarevalla kattomuodolla. Pintojen luonnetta, aukotusta ja materiaaleja suunniteltaessa "pelisääntöjä" voidaan etsiä lähimmistä rakennuksista.
- Korostetaan rakennusta ja sen edustamaa toimintaa luomalla siitä positiivinen paikallinen maamerkki.

Hallin poikkileikkauksen muoto on ratkaiseva ympäristöön soveltamisen kannalta. Valitsemalla kaari- tai kupolimuo voidaan julkisivua madaltaa verrattuna pilari-palkkiratkaisuun. Tässä mielessä optimaalisin pohjamuoto suurelle hallille on pyöreä tai soikea. Esimerkkejä tästä ovat muun muassa Oulu-halli Suomesta, Viking-halli Hamarista ja Tacoma Dome USA:sta.

Poikkileikkaukseltaan suorakaidetta lähestyvän hallin sijoittaminen kaupunkirakenteeseen on erittäin vaativa tehtävä. Julkisivut on suunniteltava ympäristön mittakaavaan ja materiaaleihin soveltuviksi. Erityistä huomiota on kiinnitettävä korkeussuuntaiseen jäsentelyyn, väreihin ja aukotukseen, jotta tyly ja torjuva muurimainen vaikutelma voidaan välttää. Pystysuuntaiset jaot korostavat korkeusvaikutusta, vaakasuorat vähentävät. Mielenkiintoisiksi muotoillut puiset katokset ym. pienrakennelmat sekä kasvillisuus ns. puolijulkisella vyöhykkeellä erityisesti kevyen liikenteen väylän ja hallin välissä pehmentävät rakennuksen liittymistä ympäristöönsä.

Rakennuksen ja tilojen koettavuus

Puuhalli voi sisältää tarkoitukseltaan monenlaisia tiloja varsinaisen halliosan lisäksi. Tilojen mittaominaisuudet ja olosuhteet vaihtelevat. Arkkitehtuurin tehtävä on luoda tiloissa ja rakennuksen läheisyydessä liikkujalle myönteisiä elämyksiä. Tämä on tärkeää myös tuotannollisissa rakennushankkeissa työturvallisuutena ja työssä viihtymisenä.

Koettavuuden osatekijöitä ovat:

- Rakennuksen liittyminen ympäristöönsä

Mielikuvaan vaikuttavat kohteen massoittelu, jäsentely ja materiaalivalinnat, jotka luovat sopusointua tai vastakohtaisuutta ympäristön suhteen.

- Rakennuksen laatu- ja viimeistelytaso

Laatu syntyy rakenteiden, pintojen ja yksityiskohteiden hallitusta ilmeestä ja korkeatasoisesta toteuksesta ja on yksi puun erityisistä vahvuuksista. Puu koetaan esteettisesti miellyttäväksi, lämpimäksi ja turvalliseksi materiaaliksi.

- Tilajäsentely

Samankaltaisia ominaisuuksia edellyttävät tilat tulisi koota tilajoukoiksi niin, että tilojen keskinäinen järjestys hahmottuu helposti. Hallien välinen matalampi henkilökuntatila voi toimia välittävänä nivelenä ja sisääntulopisteenä tarjoten samalla perusteen julkisivujen jäsentelylle.



Kuva 3.17 Vanerilla on luotu elävä sisätila Iso-Kyrön kirjastoon.



Kuva 3.18 Enon kirjaston interiööri. Pinnat on toteutettu vanerista luomaan lämmintä tunnelmaa. Pinnoissa on käytetty myös rei'itettyä vanerilevyä vaimentamaan tilaa akustisesti.



Kuva 3.19 Puupilarit ovat osa julkisivua.



Kuva 3.20 Hallirakentaminen on ensijassa teollista toimintaa, mutta puu sallii myös mielikuvituksen käytön.

- Orientoitavuus

Ihmisen pitäisi aina olla selvillä, mihin suuntaan on liikku-massa ja missä on uloskäynti, muutoin hän kokee itsensä turvattomaksi. Tekstiopasteita parempi ratkaisu on raken-teellisin keinoin viestittää, missä ovat lähimmät portaat tai milloin ollaan lähestymässä hallin keskustaa ja milloin ulko-reunaa. Ylimääräisiä rakenteita tähän ei välttämättä tarvita, sillä suunnittelijan keinoja ovat ikkunat ja pilarien, palkkien ja katon muotoilu sekä materiaali- ja värivalinnat.

- Tilantuntu

Tilantuntuun vaikuttavat erityisesti rakenteiden pystysuun-taiset mitat ja massiivisuus sekä valon suunta ja varjojen muodostuminen. Voimakkaat vaakasuorat palkistot ja pie-ni vapaa korkeus tuntuvat ahdistavilta. Vastakohtana on kirkkoarkkitehtuurista tuttu esimerkiksi kolminivelkehällä saavutettava korkea ja suippeneva tila vallankin, jos se on lisäksi varustettu kattoikkunalla.

- Valaistus

Valaistus on syvärunkoisessa hallitilassa tärkeä työturvalli-suus- ja tunnelmatekijä, jonka vuoksi sen säädeltävyyteen on varauduttava. Luonnonvaloa voidaan parhaiten hyödyntää reuna-alueilla sijoittamalla sinne henkilötoiminnot.

Nauhamainen ikkuna tarjoaa mahdollisuuden kontaktiin ulkopuolen kanssa ja korkeat riittävät valaisemaan syvärun-koisempaakin hallia. Kattoikkunat ovat tarpeen pääasiassa tunnelman ja orientoitavuuden vuoksi.

- Akustiikka

Tiettyyn käyttöön suunnitellun hallin akustiset vaatimukset on suhteellisen helppo täyttää puurakenteiden yhteydessä. Muuttuvat käyttöolosuhteet, mm. monitoimihallissa paikalla olevien henkilöiden määrä ja tilaisuuden luonne, edellyttävät akustista erityisosaamista. Puupohjaiset rima- ja levyra-kenteet toimivat akustisesti vaativissa tiloissa erinomaisesti ääntä heijastavina tai vaimentavina pintoina. Suhteellisen keveinä ne soveltuvat hyvin myös akustista säätelyä vaativiin tiloihin.

- Pinnat ja materiaalit

Pintojen suunnittelussa ja materiaalien valinnassa joudutaan toimimaan joskus ristiriitaisten vaatimusten parissa. Ihmistä lähellä eli hallin alaosassa tulisi käyttää pienimittakaavaista detaljointia, miellyttäviksi koettavia materiaaleja ja harmonisia värejä. Toisaalta toiminta voi olla kuluttavaa ja kunnossapito hankalaa, joten ratkaisujen tulisi olla kestäviä ja helppohoitoisia. Myös palomääräykset vaikuttavat sisäpuolisten pintamateriaalien valintaan. Tällöin on hyvä muistaa mahdollisuus toiminnallisen palomitoituksen kautta syntyviin mahdollisuuksiin hyödyntää puuta pinnoissa materiaalisidonnaisia määräyksiä enemmän.

3.2.3 Tekniset vaatimukset

Puurunkoon ja vaippaan kohdistuvat tekniset vaatimukset voivat vaihdella suuresti käyttötarkoituksen mukaan. Kohdekohtaisesti asetettavia teknisiä vaatimuksia ovat muun muassa:

- rungon mahdollistamien jännemittojen ja kehäjakojen soveltuvuus toimintaan
- rungon soveltuvuus tarvittavaan talotekniikkaan
- rungon rakennetekniset ominaisuudet kuten törmäyskuorman ja ripustuskuorman kesto
- rungon ja vaipan palotekniset vaatimukset
- rungon alaosan suojaaminen kosteudelta
- vaipan lämmön- ja ääneneristävyyksivaatimukset
- kosteustekniset vaatimukset mm. uima- ja jäähalleissa
- valaistusta – erityisesti luonnonvaloa – koskevat vaatimukset
- akustiikkaa koskevat vaatimukset kuten jälkikaiunta-aika
- pintojen kulutuskestävyys, puhdistettavuus ja huollettavuus
- vaipan muunneltavuus ja uudelleen verhoiltavuus
- rakennuksen laajennettavuus
- rakennuksen soveltuvuus muihin käyttötarkoituksiin.

Näitä vaatimuksia käsitellään myös ohjeessa ”Puuhallin rakenteet – esisuunnittelu ja valintaperusteet”.



Kuva 3.21 Bumerangipalkki tarjoaa korkeutta keskellä hallia. Kankaanpään lukion liikuntasali.



Kuva 3.22 Rakenteilla olevan näyttelyrakennuksen pilarit ovat kuorittua puuta oksineen. Unkarilaisen arkkitehdin Imre Makoveczin ideaa on sovellettu kymmeniin suuriin rakennuksiin.

Rakennuttamisen tehtäväluettelossa RAP 95 RT 10-10575 rakennushanke on jaettu seuraaviin vaiheisiin:

1. Tarveselvitys
2. Hankesuunnittelu
3. Suunnittelun valmistelu
4. Suunnittelun ohjaus
5. Rakentamisen valmistelu
6. Rakentamisen ohjaus
7. Vastaan- ja käyttöönotto
8. Takuuaika.

Pääsuunnittelun tehtäväluettelossa PS 01 RT 10-10764 vaiheistus on seuraava:

1. Suunnittelun valmistelu- ja käynnistysvaihe
2. Luonnossuunnitteluvaihe
3. Rakentamisen valmisteluvaihe (Rakennuslupavaihe)
4. Toteutussuunnittelu ja rakentamisen valis-teluvaihe
5. Rakennusaikaiset tehtävät
6. Käyttöönottovaihe
7. Ylläpitovaihe.

Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelossa ARK 95 RT 10-10576 vaiheistus on seuraava:

1. Tarveselvitys
2. Hankesuunnittelu
3. Luonnossuunnittelu
4. Toteutussuunnittelu
5. Rakennusaikaiset tehtävät
6. Käyttöönotto tehtävät
7. Erillistehtävät.

Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelossa TATE 95 RT 10-10579 vaiheistus on seuraava:

1. Tarveselvitys
2. Hankesuunnittelu
3. Luonnossuunnittelu
4. Toteutussuunnittelu
5. Rakennusaikaiset tehtävät
6. Käyttöönottoon liittyvät tehtävät
7. Erillistehtävät.

3.3 Arkkitehtisuunnittelun kulku

3.3.1 Suunnitteluprosessi

Suunnittelun lähtökohdat ja itse prosessi eivät ole sidoksissa hallin mahdollisiin runkomateriaaleihin. Oleellista on kaikissa tapauksissa hankkia oikeat ja riittävät lähtötiedot sekä tunnistaa tekniset erityisvaatimukset. Näin toimien voidaan päätyä toiminnallisesti, teknisesti ja taloudellisesti kestäväan lopputulokseen.

Varsinaisia suunnitteluvaiheita ovat hanke-, luonnossuunnittelu- ja toteutussuunnitteluvaiheet sekä urakkamuodosta riippuen usein myös rakentamisvaihe. Nykyään käytetään paljon hankintamuotoja, joissa rakennuslupan hakemisvaiheessa vain tärkeimmät ominaisuudet kuten päämitat, julkisivujen jäsentely ja päämateriaalit on lyöty lukkoon ja tarkemmasta suunnittelusta vastaavat rakennusosatoimittajat. Tulee kuitenkin muistaa, että rakennuksen pääsuunnittelijan on otettava kantaa kaikkiin tärkeimpiin ratkaisuihin voimassa olevan maankäyttö- ja rakennuslain mukaisesti.

Käytettäessä puutuotealan toimittajien osaamista hyväksi ja kilpailutettaessa hanke luonnossuunnitelmilla, voidaan päätyä seuraavaan vaiheistukseen:

1. Tarveselvitys
2. Hankesuunnittelu
3. Esisuunnittelu
4. Rakentamisen valmisteluvaihe
5. Rakennussuunnittelu
6. Rakentamisvaihe
7. Käyttöönotto ja takuu aika.

Tällöin se vaihe, jossa tuotetaan tarvittavat tarjouspyyntöasiakirjat, on nimetty esisuunnitteluksi. Esisuunnitelmissa määritetään hallin käyttäjän kannalta keskeiset asiat ja tehdään rakenteita koskevat perusvalinnat. Yksityiskohtaisesta toteutussuunnittelusta vastaavat tarjoajat. Toteutussuunnittelu käynnistyy vasta, kun urakoitsija tai tärkeimpien rakennusosien toimittaja on tiedossa.

Seuraavassa tarkastellaan koko suunnitteluprosessia arkkitehtisuunnittelun näkökulmasta.

3.3.2 Tarveselvitys

Tarveselvitys edeltää kaikkia suunnittelutoimenpiteitä. Se on koko hankkeen perusta ja sen vuoksi jopa varsinaista suunnitteluakin merkittävämpi. Tarveselvitysvaiheessa päätetään koko hankkeen oleellisimmista piirteistä ja vaikutetaan eniten syntyviin kustannuksiin. Urakkakilpailuvaiheessa keskustellaan noin kymmenen prosentin hintahaarukasta, mutta perusteellisella tarveselvityksellä voidaan säästää kymmeniä prosentteja toteutus-, muutos-, ylläpito- ja korjauskustannuksista.

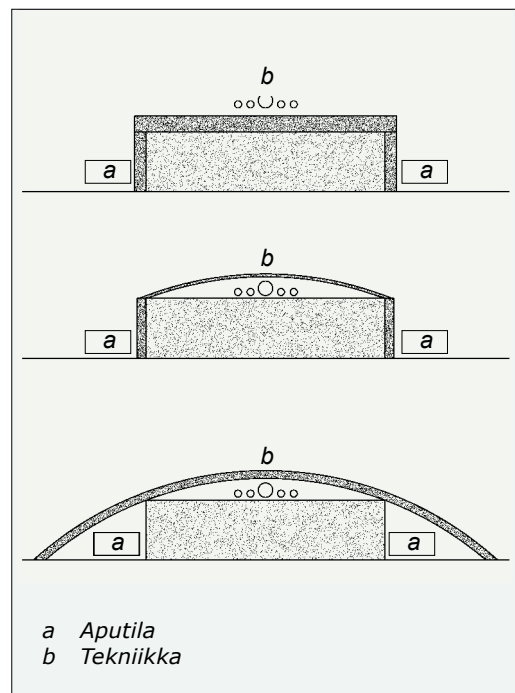
Tarveselvityksen laatii omistajan tai käyttäjän toimeksiannosta rakennuttaja käyttäen tarvittaessa apunaan suunnittelijoita ja muita asiantuntijoita. Tarveselvitys sisältää seuraavat vaiheet:

1. Tavoitteiden määrittely, joka sisältää kuvauksen toiminnasta, mitoitusperusteet, toiminnalliset vaatimukset, tavoitekuvauksen ja eri toimintavaihtoehtojen laatu-, laajuus-, kustannus- ja aikamääritteet
2. Tilanhankintavaihtoehtojen selvittäminen ja vertailu
3. Hankepäätöksen valmistelu, joka sisältää ympäristö- ja riskivaikutusanalyysin sekä hankkeen lupaedellytykset.

Arkkitehdin rooliin kuuluu selvittää ajateltujen toimintojen vaikutus tila- ja tekniikkaratkaisuihin sekä yleiset edellytykset sijoittaa kohde ajateltuun (rakennettuun) ympäristöön.

Tarvittavat asiakirjat riippuvat tilanteesta. Joskus riittää lyhyt kirjallinen selvitys, mutta esimerkiksi kaavamutosta varten tarvitaan tontinkäyttöluonnoksia. Tulevia vuokralaisia ja yhteistyökumppaneita varten saatetaan tarvita illustraatioita, joiden tulee antaa alustava käsitys kohteesta, jonka tilaohjelma on vasta tekeillä. Suuruusluokkatasolla laaditun tilaohjelman perusteella arvioidaan myös hankkeen taloudellisuutta.

Lopuksi tilaaja tekee päätöksen hankkeeseen ryhtymisestä tietoisena sen vaatimasta panostuksesta.



Kuva 3.23 Eri rakenneratkaisuilla saavutettujen poikkileikkauspinta-alojen keskinäinen suhde. Aputilat ja tekniikka voivat sijaita sisällä tai hallin ulkopuolella.



Kuva 3.24 Joensuun monitoimihalli.

3.3.3 Hankesuunnittelu

Hankesuunnitteluvaiheessa rakennushankkeelle asetetaan täsmälliset laajuutta, toimivuutta, laatua, rakennus- ja käyttökustannuksia, ajoitusta sekä ylläpitoa koskevat tavoitteet. Hankesuunnitelma sisältää toimeksiantajan investointipäätökseen tarvitsemat rakennushanketta koskevat tiedot ja rakennussuunnittelun tavoitemäärittelyn.

Rakennuttaja laatii hankesuunnitelman käyttäen apunaan tarpeelliseksi katsomiensa suunnittelijoiden asiantuntemusta.

Hankesuunnittelun tehtävät ovat:

1. Määritellä toiminnan asettamat tavoitteet
2. Määritellä kiinteistönpidon asettamat tavoitteet
3. Koota tilaohjelma ja tilojen vaatimukset
4. Selvittää rakennuspaikan ominaisuudet
5. Selvittää tarvittavat lupamenettelyt
6. Laatia hankkeelle aikataulu ja päättää toteutustapa
7. Selvittää elinkaarikustannukset eri toimintamalleille
8. Suunnitella ja järjestää rahoitus
9. Valmistella investointipäätös.

Arkkitehdin tulee selvittää ajateltujen toimintojen täsmällisemmät vaatimukset mm. tilamitoituksen ja tilakohtaisten ominaisuuksien muodossa. Tontin ominaisuuksien perusteella arkkitehti tutkii rakennuspaikan käytettävyyttä. Yleensä arkkitehti selvittää ja myös hoitaa tarvittavat lupamenettelyt.

Tarvittavat asiakirjat ovat asianmukainen tilaohjelma ominaisuusvaatimuksineen sekä selvitys rakennuspaikan käytettävyydestä. Kaavoitus- ja lupa-asioiden selvittäminen saattaa edellyttää alustavia tontinkäyttösuunnitelmia.

Lopuksi toimeksiantaja tekee investointipäätöksen.

3.3.4 Luonnossuunnittelu ja esisuunnitelmat

Luonnossuunnittelun tarkoituksena on tuottaa vaihtoehtoja, jotka toteuttavat hankesuunnitelman tavoitteet. Luonnossuunnitteluun kuuluu tärkeimpien yhteistyökumppanien – rakennuttajan, käyttäjän ja suunnittelijoiden – sekä usein myös kaukaisempien tahojen kuten rahoittajien, viranomaisten ja naapurien käsitysten kuuleminen ja arviointi sekä niistä koostuvan yhteenvedon laatiminen.

Ellei varsinaista suunnitteluryhmää ole vielä valittu, se tulee nimetä viimeistään luonnossuunnittelun alkaessa. Aluksi taloteknisiä suunnittelijoita (LVISTA-) tarvitaan lähinnä osa-aikaisesti periaateratkaisujen laadinnassa ja vertailussa.

Esisuunnittelun aikana käytettäviä mahdollisia painotuksia ovat mm.:

- ohjelman ja tavoitteiden toteutettavuus
- tilankäytön tehokkuus
- toiminnallisuus
- kerroksellisuus
- rakenteellisuus
- taloteknisten järjestelmien taloudellisuus
- elinkaarikustannukset
- ulkoinen ja sisäinen liikenne
- kunnallistekniikka
- laajennettavuus
- muunneltavuus
- miljöökyky mykset ja arkkitehtuuri imago.

Ratkaisuvaihtoehtojen laatiminen

Arkkitehti muuttaa tilaohjelman tiedot tila- ja yhteyskaavioiksi ja edelleen rakennusmassoiksi, jotka hän sijoittaa tontille erilaisia näkökohtia painottaen. Suunnitteluryhmä yhdessä tilaajan ja/tai käyttäjän kanssa vertaa toisiinsa näitä tontinkäytön vaihtoehtoja. On hyvin tärkeää kehittää jo ennakkoon vertailua varten toimivat kriteerit parhaan vaihtoehdon löytämiseksi varsinaista suunnittelua ajatellen. Näille kriteereille voidaan luoda myös tapauskohtaiset painokertoimet.

Yleensä arkkitehdin tulee laatia ainakin 2-3 tontinkäyttövaihtoehtoa, joilla tontin optimaalista käyttöä testataan.

Ehdotussuunnittelu

Seuraavaksi arkkitehdin tehtävä on laatia vaihtoehtoisia tila- ja yhteyskaavioita, joita arvioidaan eri hankeosapuolien, erityisesti käyttäjän kanssa. Keskeisiä kysymyksiä ovat mm. tilojen ryhmitely, päämitat ja sekä sisäinen että ulkoinen liikenne.

Tarvittavat asiakirjat ovat tontin osalta 1/10000 – 1/1000 (1/500) -mittakaavaisia sijoituskaavioita ja 1/1000 – 1/200 -mittakaavaisia tilakaavioita ja poikkileikkauksia. Mitoitus ei tässä vaiheessa ole tarkka ja esitystapa on varsin vapaa. Kysymys on parhaan ratkaisun löytämisestä sekä toiminnan että teknisten järjestelmien kannalta.

Ehdotussuunnittelu saattaa vielä nostaa esiin kysymyksiä, jotka aiheuttavat muutoksia tavoitteiden asetteluun ja johtavat ehkä tarpeeseen hakea poikkeuslupaa, muuttaa kaavaa tai jopa etsiä uusi tontti.

Luonnoksen laatimisvaihe

Arkkitehdin tehtävä on laatia todelliseen tila- ja yhteystarpeeseen sekä laitemitoitukseen ja ajateltuihin rakenteisiin perustuva ratkaisu. Yksityiskohtaiset detaljit eivät ole vielä oleellisia. Tarkoituksena on hahmotella toimiva rakennus- ja talotekninen kokonaisuus, jonka tilaaja, mahdolliset tiedossa olevat käyttäjät ja suunnittelijat kukin osaltaan voivat hyväksyä. Vasta tämän vaiheen jälkeen tehdään lakien ja rakentamismääräysten vaatimukset täyttävä yksityiskohtainen suunnittelu.

Tarvittavat asiakirjat ovat 1/1000- tai 1/500 -mittakaavainen asemapiirrosluonnos sekä 1/200 – 1/100 -mittakaavaiset pohjapiirrokset, leikkaukset ja julkisivut sekä alustavat rakennelleikkaukset ja rakennustapaselostus.

Luonnossuunnitteluvaihe päättyy tilaajan hyväksyttyä laaditut luonnossuunnitelmat.

Tämän jälkeen luonnossuunnittelua tarkennetaan joko suoraan valitun vaihtoehdon pohjalta tai hallitoimittajan kanssa yhteistyössä edelleen tavoitteena laatia ja koota:

- mahdolliset tarjouspyyntöasiakirjat
- urakkasopimusasiakirjat
- rakennuslupa-asiakirjat.

Esisuunnitelmat

Luonnosvaiheen asiakirjat voidaan hankintamenettelyä varten muokata esisuunnitelmiksi, joilla pyydetään tarjoukset halli- tai rakennusosatoimittajilta. Nämä ns. teknisten ratkaisujen urakan asiakirjat ovat tarkkuudeltaan yksityiskohtaisia urak- katarjouspyyntöasiakirjoja suppeammat ja antavat tarjoajalle mahdollisuuden oman tuotteensa osaamisen hyödyntämiseen ja suunnittelupanoksensa tarjoamiseen.

3.3.5 Toteutussuunnittelu

Rakennuksen suunnitteluun kannattaa aina kytkeä mukaan valmistajan osaamista. Toteutussuunnittelu voi tapahtua suureksi osaksi tuoteosakauppaan sisältyvänä valmistajan vastuulla olevana suunnitteluna. Tällöin tilaajan nimeämän pääsuunnittelijan on varmistettava, että:

- asetetut laatuvaatimukset ja vaatimustenmukaisuus saavutetaan
- valmistaja laatii kaikki tarvittavat suunnitelmat
- suunnitelmat sopivat yhteen ja muodostavat kokonaisuuden
- muutosmenettelyistä tiedotetaan riittävästi
- laaditaan tarkesuunnitelmat, jotka pitävät yhtä toteutuksen kanssa.

Arkkitehdin tehtävä on laatia rakennuslupa-asiakirjat eli ns. pääpiirustukset, joihin on sisällytetty tai sisällytetään rakennusosatoimittajilta saatu yksityiskohtainen tieto. Usein arkkitehti hoitaa myös lupien hakemisen ja lupaprosessin seurannan sekä tarvittaessa täydentää asiakirjoja. Muodollisesti kuitenkin rakennuspaikan haltija on rakennusluvan hakija.

Tarvittavat rakennuslupa-asiakirjat ovat yleensä asetusten ja ohjeiden mukaisesti piirretyt 1/500 mittakaavainen asemapiirros, 1/100 mittakaavaiset pohja-, leikkaus- ja julkisivupiirustukset sekä tarvittavat rakenneleikkaukset.

Arkkitehdilta tarvitaan asiakirjat rakentamista, rakennusosien esivalmistusta, hankintoja, asennusta ja viimeistelyä varten. Niiden yksityiskohtaisuus riippuu urakkamuodosta, ja niistä tulee sopia tehtäväluettelon muodossa.

Hankintamuodon vaikutus suunnitteluun

Hankkeen luonteesta johtuen käyttökelpoisia urakkamuotoja saattaa olla lukuisia. Urakkamuoto tulisi valita mahdollisimman aikaisessa vaiheessa – mieluiten ennen suunnittelun aloittamista, sillä suunnittelusopimuksia tehtäessä joudutaan ottamaan kantaa tehtäväluetteloihin sekä tarvittavien asiakirjojen tarkkuuteen ja määrään.

Käytännön ero hankintamuotojen välillä kohdistuu mm.:

- suunnittelun valmiusasteeseen tarjouspyyntövaiheessa
- suunnitteluvastuun osittaiseen siirtymiseen rakennusosatoimittajalle.

Hallihankkeissa, joissa tilaajalla ei ole tilatarpeen tyydyttämisen ohella erityisiä vaatimuksia, riittää tarjouspyyntöasiakirjoiksi esisuunnitelmataso (ks. luku 4), joka antaa puuhallitoimittajalle mahdollisuuden oman tietotaidon hyödyntämiseen.

Valmisosien toimitus sisältää yleensä niiden valmistussuunnittelun. Tämä pitää sisällään elementtikaavioiden, elementtien valmistuspiirustusten ja asennusdetaljien laadinnan. Elementtisuunnittelua varten tarvitaan riittävät lähtötiedot kohteesta. Nämä tulee toimittaa hyvissä ajoin, jotta elementtien tarkka mitoitus ja tavoiteltu toimitusaika olisi mahdollista. Aikavaraus riippuu mm. kohteen koosta ja yksityiskohdista. Tämä suunnittelu tulisi voida aloittaa niin aikaisessa vaiheessa, että laadittu elementtikaavio voitaisiin toimittaa välittömästi kohteen muille suunnittelijoille mm. valaisinsuunnittelua ja reikätietojen täydentämistä varten.



Kuva 3.25 Paikalla rakennettuja monimuotoisia puurakenteita.

Puuhallin valmistussuunnittelu

Puurakenteiden valmistussuunnittelun lähtötietoina arkkitehdilta tarvitaan mm. seuraavia tietoja:

- asemapiirustus
- mitoitettut pohja- ja leikkauspiirustukset, joista ilmenee mm. rungon moduuliverkko, jäykisteiden paikat ja osastointi
- pohjissa aukkojen vaakamitoitus/ulkoseinät sekä katon aukkojen (savunpoistoluukut/ikkunat yms.) sijainti ja kokomitoitus.
- rungolle asetettavat arkkitehtoniset vaatimukset kuten muoto, korkeus ja liitokset
- kiinnikkeiden laatu/väri
- julkisivupiirustukset materiaaleineen, väreineen ja saumajakoineen
- räystäsrakenteiden käsittely ja värit
- vesikattopiirustus
- tarvittavat työpiirustukset
- leikkauspiirustukset mm. sokkelista, räystäistä ja nurkista ja aukkojen korot (yläreuna/alareuna)
- vaipparakenteen liittymädetaljit mm. katoksiin, oviin, ikkunoihin ja väliseiniin
- tilojen käyttötarkoitus, mikäli se poikkeaa normaalista (esimerkiksi suurempi kosteusrasitus).

4 TARJOUSPYYNNÖN VALMISTELU

Yleistä

Nykyaikaisella puuhalliosaamisella voidaan toteuttaa niin edullinen varastohalli kuin mittava monitoimihallikin. Kotimainen puutuoteteollisuus pystyy tarjoamaan monipuolisen tuotevalikoiman alkaen standardimitoitetuista liimatuista pilareista ja palkeista kokonaisiin halleihin. Myös hankintatapoja on useita.

Hallin käyttötarkoitus ja hankintatapa vaikuttavat keskeisesti siihen, minkä tasoilla suunnitelmilla hallin tarjouskysely on tarkoituksenmukaista tehdä. Tavanmukaisimmista kohteista (teollisuushalli, varastohalli, urheiluhalli, suurmyymälä) on mahdollista pyytää tarjous esisuunnitelmilla, jolloin tuoteosa valmistajat vastaavat rakennusosien yksityiskohtaisesta suunnittelusta. Tämä on nopein tapa toimia.

Toinen ääritapa on pyytää tarjoukset esisuunnitelmia pidemmälle viedyllä, myös yksityiskohdat kattavilla suunnitelmilla. Menettely on hyvä varsinkin, kun erikoisvaatimuksia on paljon, kuten esimerkiksi vaativassa julkisessa rakennuksessa. Tässäkin tapauksessa on hyvä olla yhteydessä puutuotetoimittajiin tarkoituksenmukaisten ratkaisujen löytämiseksi.

Esisuunnittelu tarjouspyyntöä varten

Rakennushankkeen etenemisessä voidaan erottaa hankesuunnittelun ja varsinaisen rakennussuunnittelun väliin sijoittuva esisuunnitteluvaihe. Varsinkin teollisuudessa panostetaan tähän vaiheeseen, jossa hankkeen käyttötarkoituksen, tilaohjelman ja tärkeimpien teknisten tietojen perusteella suhteellisen karkealla tarkkuudella laadittuja vaihtoehtoja verrataan keskenään menemättä kuitenkaan arkkitehti- tai rakennesuunnittelussa rakennuslupatarkkuutta vaativiin yksityiskohtiin.

Esisuunnitteluvaiheen tulosteita voidaan käyttää esimerkiksi maatalouden ja teollisuuden tavanmukaisissa kohteissa urakatarjousten pyytämiseen. Etuna on se, että määrittelemättä rakenteellisia yksityiskohtia loppuun asti voidaan hyödyntää puutuoteteollisuuden osaamista käytännöllisimpien rakenneratkaisujen etsimisessä ja rungon optimoinnissa. Tällöin tilaajan tulee itse asettaa hankkeelleen laadulliset vaatimukset, jotta haluttu rakentamistaso saavutetaan. Teknisten ratkaisujen osalta on sen sijaan mahdollista jättää tarjousten tekijöille enemmän vapauksia.



Kuva 4.1 Hartwall-areenan kattoelementtien asentaminen käynnissä.

Asemakaavan määräysten tai muiden seikkojen vuoksi joissain tapauksissa suunnittelu pitää kuitenkin viedä lähelle rakennuslupavaihetta ennen tarjousten pyytämistä. Arkkitehtisuunnittelu tulisi tällöinkin tehdä niin, ettei sillä tarpeettomasti kavenneta rakennusosien toimittajien oman osaamisen hyödyntämistä ja näin vähennetä kilpailuttamisen tuottamaa taloudellista ja aikataulullista etua.

Puuhallin tarjouspyyntövaiheessa arkkitehtisuunnittelussa on neljä tärkeätä asiakokonaisuutta:

- rungon ja vaipan optimointi, jota kuvataan tarkemmin jaksossa 5
- tarvittavien selvitysten tekeminen tarjouspyyntöä varten
- asiakirjojen laatiminen tarjouspyyntöä varten
- tarjousten vertailu.

Luettelo arkkitehdilta tarjouspyyntöön tarvittavista asiakirjoista on esitetty sivulla 62 taulukossa 4.1.

4.1 Selvitystehtävät puuhallin tarjouspyyntöä varten

Tarjousvaihetta varten tehtävien selvitysten määrä ja painoarvo vaihtelevat eri tyyppisissä hallihankkeissa. Rakennuttajatehtäviin kuuluvien tarveselvityksen ja hankesuunnittelun perusteellisuudesta riippuu, mikä määrä tehtäviä osoitetaan suunnitteluryhmälle – erityisesti arkkitehdille. Tarkoituksena on, että koko suunnitteluryhmä on nimetty, vaikka yksityiskohtaista suunnittelua ei vielä tehtäisikään.

Tarkentava suunnittelu voi jatkua vielä tarjousvaiheen yhteydessä ja sen jälkeenkin mm. viranomaisten kanssa käytävien teknisten neuvottelujen vuoksi.

Seuraavassa on kuvattu selvitystehtäviä, jotka arkkitehti usein joutuu tekemään tarjouspyyntöjen laatimista varten.

Kaavamääräykset

Kaavamääräysten vaikutus tulee aina selvittää. Keskeisillä ja kaupunkikuvallisesti merkittävillä alueilla saatetaan asemakaavassa antaa sitovia määräyksiä mm. runkosyvyydestä, julkisivun korkeudesta, materiaalista, väristä ja aukotuksesta sekä kattomuodosta. Ennen kaikkea arkkitehdin on selvitettävä, missä määrin ne saattavat heijastua rungon mitoitukseen ja julkisivujen elementointiin (saumajako).

Käyttötarkoitus

Pääkäyttötarkoitus määrittää pilarittoman alueen ja vapaan korkeuden tarpeen. Pilariruudukon lisäksi kannattajan muodolla on merkitystä sisätilan muodostumiseen. Suurille yleisömäärille tarkoitetut tilat on syytä suunnitella avariksi sekä sisäilmaston laadun että sisämiljöön miellyttävyyden vuoksi. Suurta matalaa hallia on vaikea saada tunnelmaltaan myönteiseksi, vaikka se rakennusfysikaalisesti toimisikin moitteettomasti. Tuotantoelämän rakennuksissa lämmitettävää (tai jäähdytettävää) tilaa mahdollisimman paljon säästävä ratkaisu sen sijaan on käyttökustannuksiakin ajatellen perusteltu. Siltanosturi tai varastohyllyjärjestelmä on monesti kattokannattajan alapinnan korkeutta määrittävä tekijä.

Parhaiden tilaratkaisujen varmistamiseksi arkkitehdin olisi aina tarkoituksenaan keskustella myös tulevien käyttäjien kanssa. Tällä on suuri merkitys myös henkilökunnan työssäviihtymisen kannalta.



Kuva 4.2 Sisätilojen viihtyvyydellä on sekä työntekijän että vierailijan kannalta erittäin suuri merkitys.

Henkilömäärät eri käyttötilanteissa ja hallin käyttöajat on otettava huomioon erityisesti poistumisteitä ja ilmanvaihtoa suunniteltaessa. Uima- ja jäähalleissa on ilmanvaihtoon ja sisämateriaalien toimivuuteen kiinnitettävä erityisesti huomiota. Runkoa suunniteltaessa on pidettävä huolta siitä, ettei umpinaisten palkkien väliin pääse muodostumaan hallitsemattomia ilmasto-olosuhteita.

Paloturvallisuus

Paloturvallisuuteen liittyvät toimenpiteet on syytä selvittää ja tarvittaessa on neuvoteltava viranomaisten kanssa aivan suunnittelun alkuvaiheessa. Selvitettäviä asioita ovat käyttötarkoituksesta johtuen ensisijassa rakenteiden palonkesto, osastointi, poistumistiet ja hälytys- ja sammutusjärjestelmä. Puu sopii erinomaisesti myös yleisötilaisuuksien rakennuksiin, sillä kantava puurakenne kestää hiiltyessäänkin pitkään ja tarjoaa ihmisille poistumisaikaa palon sattuessa. R 30-luokan rakenteet saavutetaan helposti ilman lisäkustannuksia ja R 60-luokan rakenteet yksinkertaisesti lisäämällä kantavien puurakenteiden paksuutta tarvittavan hiiltymävaran mukaan. Arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan on syytä yhdessä selvittää paloturvallisuuteen liittyvät asiat.



Kuva 4.3 Puurakenteinen kylpylä. Pilarin alaosaa on suojattu roiskevedeltä.



Kuva 4.4 LVI- tekniikan vaatima tila voidaan sijoittaa järkevästi myös palkkien alle esim. kulkureiteille tai seinien viereen.

Rakenteisiin kohdistuvat rasitukset

Rakenteisiin kohdistuvat rasitukset voivat olla mekaanisia, fysikaalisia tai kemiallisia. Trukkipölyllä, lastauslaitureilla tai muuten liikenteelle alttiissa paikoissa pilari- ja seinärakenteita tulee suojata esimerkiksi betonisilla sokkeleilla, jalkalistoilla tai erillisillä törmäyskaiteilla, joiden periaatesuunnitelma tulee olla tiedossa tarjousvaiheessa, vaikka detaljisuunnittelu voidaan tehdä myöhemmin. Sisäilman kosteus ja sen vaihtelu sekä lämpötilan muutokset voivat aiheuttaa rakennuksessa merkittäviä rasituksia. Esimerkiksi jäähalleissa kosteuden kulkusuunta voi muuttua vuodenaikojen mukaan. Sisäolosuhteiden määrittely tarjouspyyntöä varten on välttämätöntä. Yksityiskohdista on tarkempia tietoja luvussa 6.2.

Laajennusvarauksia varten rungon kuormat mitoitetaan valmiiksi.

Rakennusfysiikka

Erityiskohteiden, kuten jäähallien ja uimahallien, rakennusfysikaalisen suunnittelun voi tehdä joko rakennusosatoimittaja tai kohteen varsinainen suunnitteluryhmä. Lähinnä lattiat – mutta myös seinien ja pilarien alaosat – saattavat joutua alttiiksi vedelle, öljyille, liuottimille, pesuaineille jne., jolloin rakenteiden alaosat ja liitoskohdat on suunniteltava erityisen huolellisesti. Puuhallitoimittajilla on tähän vaihtoehtoisia ratkaisuja.

Katto- ja seinärakenteille asetettavat erityisvaatimukset

Katto- ja seinärakenteille asetettavat erityisvaatimukset on esitettävä rakennustapaselostuksessa, rakennetyyppileikkauksissa ja yksityiskohtaisissa piirustuksissa. Näitä ovat mm. lämmön- ja ääneneristykseen sekä tiiviyteen liittyvät normaalia tiukemmat vaatimukset. Näitä voivat olla myös yritysimagoon liittyvät tunnusvärit tai muut symbolitekijät, jotka voidaan ratkaista vaihtoehtoisin tavoin.

Tekninen varustelutaso

Tekninen varustelutaso tulee päättää ennen tarjouspyyntövaihetta riittävien laitetilojen ja johtoreittien sekä talotekniikan ylläpidettävyyden varmistamiseksi. Talotekninen suunnittelu tulee olla mukana tässä vaiheessa, ja yhdessä arkkitehdin kanssa tulee selvittää mm. kattokannattajien lävistystarpeet.

Liittymät kunnallistekniikkaan

Tontinkäyttösuunnitelmasta on käytävä ilmi myös kunnallistekniikan tonttiliittymät.

Koneet ja laitteet

Koneista ja laitteista eniten runkovalintaan vaikuttava on siltanosturi. Myös kattoon tai palkistoon ripustettavat jäähdytyspatterit ja muut raskaat laitteet on otettava huomioon, samoin putkistojen ja johtoarinoiden ripustaminen myöhemminkin palkkien väliseen tilaan. Elementtiyläpohjaan on kiinnitykset tehtävissä helposti toimittajan ohjeiden mukaisesti. Talotekniikan muutoksia helpottaa, jos katto kestää jälkikiinnityksien tekemisen suhteellisen vapaasti. Kattoon voidaan myös suunnitella riittävän tiheästi rakenteeseen upotettuja kannakkeita.

Vesikaton yläpuolisten rakenteiden ja laitteiden (kuten hoitosillat, lauhtuttimet, putkistot jne.) kiinnitystavat ja tukirakenteiden lävistykset on määriteltävä. Erityistä suunnittelua edellyttävät lämpölaajenemista ja paineiskuja aiheuttavat lävistykset.

Muunneltavuus ja laajennettavuus

Tilojen muunneltavuus ja laajennettavuus riippuu suuresti runkovalinnasta. On erittäin tärkeää ottaa tarjousvaiheessa kantaa siihen, miten tuleviin muutoksiin ja laajennuksiin varaudutaan. Usein on tarkoituksenmukaista varata ainakin yksi laajenemissuunta, jos rakennuspaikka sen suinkin sallii. Laajenusvarauksia varten perustukset ja mahdollisesti tapauksesta riippuen myös runko mitoitetaan laajennusvarauksen puolella tulevaisuuden varalta.

Aina on syytä ottaa huomioon hallin uudelleenkäytettävyys ja jälleenmyyntiarvo. Yksi tärkeimmistä niihin vaikuttavista tekijöistä on seuraavan käyttäjän tarpeisiin mukautuminen. Laajennettavuuden huomioon ottaminen lähtee jo tontin käytön suunnittelusta. Laajennusvarauksen huomioon ottaminen jo tarjousvaiheessa antaa arkkitehdille ja rakennesuunnittelijalle mahdollisuuden suunnitella tarvittavat nurkat, räystäät ja julkisivuosat niin, että myöhemmät purku- ja muutostyöt voidaan minimoida.



Kuva 4.5 A-kattokannattajat teollisuushallirakaisussa.



Kuva 4.6 Aina ei seinäpinnan läpi otettu suora valo ole toiminnan kannalta suotavaa. Pehmeätä ylävaloa luova kattolyhty on rakennettu liimapuupalkistolla.

Mahdollisuus pääkäyttötavan muutokseen lisää ensisijassa hallin jälleenmyyntiarvoa. Yrityksen suunnitteilla olevat toimialamuutokset ja uusien tarpeiden ennakointi voidaan ottaa huomioon muunneltavuusvaatimuksen korostamisena suunnitteluvaiheessa. Puuhalli on muuntojoustava ja soveltuu hyvin moniin käyttötarkoituksiin. Edullisinta on kuitenkin riittävän aikaisessa vaiheessa varautua muunneltavuuteen, jolloin siitä ei aiheudu merkittäviä kustannuksia.

Olemassa oleva tuotetarjonta

Olemassa oleva tuotetarjonta kannattaa ottaa huomioon rakenneteknisiä valintoja tehtäessä. Teknisesti ja taloudellisesti optimoidun ratkaisun aikaansaaminen helpottuu merkittävästi, kun valintojen taustalla on hyvä teollinen valmius ratkaisujen tarjoamiseen. Samalla suunnittelutyö helpottuu, kun ratkaisujen reunaehdot suunnittelulle tunnetaan riittävän varhaisessa vaiheessa.

4.2 Tarjouspyyntöä varten tarvittavat asiakirjat

Monessa tapauksessa tarjouspyyntöasiakirjoja ei ole tarpeellista laatia yksityiskohtaisiksi, jotta syntyy aito tarjouskilpailutilanne. Tärkeätä on, että toiminnalliset reunaehdot on määritelty riittävällä muttei tarpeettoman tiukalla tavalla. Muun muassa pilarikokojen, palkkimuotojen ja julkisivujen osalta suunnitelmia on mahdollista kehittää ja viimeistellä saatujen tarjousten perusteella. Rakennuslupa-asiakirjat on mahdollista viimeistellä vasta sopimuksen teon yhteydessä tai jopa sen jälkeen.

Halliin kohdistuva vaatimustaso voi vaihdella tapauskohtaisesti erittäin paljon. Sen tarkka harkinta kannattaa aina. Jos kyseeseen voi tulla hallivalmistajan tuoteosaamiseen pitkälti perustuva tuote, on mahdollisuus säästää sekä rahaa että aikaa. Tilan tarvitsijan kannalta voidaan erottaa seuraavat vaihtoehdot:

- tiukat vaatimukset, pitkälle viedyt suunnitelmat (esimerkiksi näyttelyhalli, monitoimihalli)
 - räätälöity tuote, hinta sen mukaan
- ”normaalit” vaatimukset, tuoteosakauppa (esimerkiksi palloiluhalli, suurmyymälä)
 - tuoteosien valmistaja mukana suunnittelussa, mahdollisuus löytää parhaat ratkaisut
- ei erityisiä vaatimuksia (maatalous, teollisuus)
 - vakiotuote, painotetaan taloudellisuutta.



Kuva 4.7 Sibeliustalon vaativia rakenteita.

Vaatimukset rungon ja vaipan tarjouspyyntöä varten laadittaville asiakirjoille poikkeavat kohteen luonteen mukaan. Erilaisissa tapauksissa ne voivat pääpiirteissään olla seuraavat:

Julkinen rakentaminen, jossa pyritään tarkasti määrättyyn laatuun:

- tilaohjelma
- yksityiskohtaiset tilojen toimivuusvaatimukset kuten lämmön ja kosteuden säätelystä sekä akustiikasta
- pohja- ja leikkauspiirustukset
- osastointi ja palosuojaustarve
- julkisivupiirustukset
- kattopiirustus
- rakennusselitys laatumäärittämisineen
- kaikki tärkeimmät rakenneleikkaukset

Urheilurakentaminen tiettyjä lajeja varten:

- tilaohjelma
- tiedot harjoitettavista lajeista ja mahdollisesta sivutoiminnasta ja näiden asettamista erityisvaatimuksista
- olosuhdevaatimukset
- päämitoitus, pilarijako ja jännemitta sekä vapaan korkeuden tarve
- pohja- ja leikkauspiirustusluonnokset
- osastointi ja palosuojaus
- julkisivuluonnokset
- rakennustapaselostus
- tiedot käyttäjämääristä ja käyttöajoista
- laatutasomäärittely

Teollisuusrakentaminen:

- pohjapiirustusluonnos ja pilarijaolle asetettavat vaatimukset
- leikkauspiirustusluonnos ja tiedot siltanosturista ym.
- tiedot LVISTA-reiteistä ja niiden aiheuttamista lävistystarpeista
- olosuhdevaatimukset
- erityisvaatimukset
- osastointi ja palosuojaus
- julkisivuluonnokset
- rakennustapaselostus
- laatutasomäärittely

Maatalous- ja varastorakentaminen:

- hyötytilan pinta-ala- ja korkeustarve
- tiedot suunnitellusta varastojärjestelmästä
- ehdotus päämitoista, pilarijaosta ja jännemitasta
- tiedot käyttötarkoituksesta ja olosuhdevaatimukset
- ehdotus julkisivun verhoustavaksi

Esimerkki arkkitehdilta tarvittavista tarjouspyyntöasiakirjoista:

- hallin toiminnallinen kuvaus ja asetettavat laatuvaatimukset
- rakennustapaselostus, josta ilmenee mm. vaadittavat tekniset ominaisuudet kuten lämmön- ja kosteudeneristävyys sekä ääneneritys- ja vaimennustarve
- rakenneleikkauksia mm. lattian ja maanpinnan keskinäisestä suhteesta
- tilaluettelo ja huoneselitys, josta ilmenevät pintamateriaaleihin ja varustukseen kohdistuvat vaatimukset
- asemapiirustusluonnos
- esisuunnitelmat:
 - pohjapiirustukset, joista ilmenevät rakennuksen päämitat, vapaan lattiapinta-alan tarve ja oletus tai vaatimus pilarilinjoiksi sekä huonejako ja osastointi
 - leikkauspiirustukset, joista ilmenevät alueittain vaadittavat sisäkorkeudet sekä kattomuoto
 - julkisivukaaviot, joissa sokkelikorkeus, aukotus, verhouksimateriaalit ja mahdollisesti elementtisaumojen paikat
 - vesikattokaavio aukotuksineen
- Kysymykseen tulevien taloteknisten järjestelmien kuvaus
- Oletettujen muunto- ja lajennustarpeiden kuvaus
- Selostus mahdollisista muista erityisvaatimuksista.

Rakennushankkeelle voidaan tietyissä tilanteissa hakea myös aielupa keskeneräisillä suunnitelmilla, jolloin työt kohteessa voidaan aloittaa ennen rakennusluvan myöntämistä mm. maatöiden osalta.

Taulukko 4.1 Esimerkki esisuunnitteluvaiheen tarjouspyyntöasiakirjoista.

Suunnittelijoiden välinen tiedonvaihto

Suunnittelijat tarvitsevat oman työnsä tekemiseksi lähtötietoja muilta suunnittelijoilta ja myös arviointia omista ehdotuksistaan.

Tiedonvaihto voi tapahtua yhteisissä suunnitteluryhmän kokouksissa, kahdenkeskisissä neuvotteluissa, sähköpostin välityksellä, faxilla, postitse tai puhelimitse. Tärkeää on sopia etukäteen tarvittavista vaihdettavista tiedoista, tiedonsiirron tavasta ja käytettävistä tiedostomuodoista.

Tulevaisuudessa keskitetty tietopankki pääsuunnittelijan johdolla luultavasti yleistyy. Oleellista on, että kaikissa tilanteissa suunnitteluosapuolet saavat oikeat lähtötiedot, ja tiedonvälityksen tavasta riippumatta asianosaisille syntyy dokumentti saaduista tiedoista ja tehdyistä ratkaisuista. Lisäksi tilaajan tulee tietää mitä on sovittu.

Arkkitehdilta rakennesuunnittelijalle:

- idea hallin arkkitehtuurista
- luonnokset pohjista ja poikkileikkauksista
- ehdotus mittajärjestelmäksi
- vaatimukset rungon muotoilulle
- luonnokset julkisivuista
- luonnokset rungon ulkopuolisista rakennelmista kuten katoksista ja lastauslaitureista
- tiedot erityisolosuhteista ja niihin liittyvistä vaatimuksista (lämpö, kosteus, akustiikka)

Rakennesuunnittelijalta arkkitehdille:

- ehdotus paloluokasta, osastoinnista, palosuojauksista, savunpoistosta jne.
- ehdotus runkoratkaisusta
- ehdotus (näkyviin jäävistä) jäykisteistä
- ehdotus talotekniikan ripustus- ja kiinnityksperiaatteista
- ehdotus törmäyssuojauksista (trukkiliikenne) ym. varusteista

Arkkitehdilta LVI-suunnittelijalle:

- tiedot vaipparakenteesta ja sen aukotuksesta energialaskelmia varten
- ehdotus laitetilojen vaihtoehtoisista sijaintipaikoista
- tiedot alakattotarpeista
- näkyviin jääville putkille, kanaville ja laitteille jne. asetettavat esteettiset tavoitteet
- sisäilmastolle asetettavat tavoitteet

LVI-suunnittelijalta arkkitehdille:

- kunnallistekniset liittymistiedot
- IV-konehuoneiden tilavaraus
- tiedot lämmitysjärjestelmästä sekä lämpökeskuksen ym. tilavaraus
- hormi- ja putkireittivaraus
- painavimpien koneiden ja laitteiden painot ja ripustustiedot
- tiedot katon varusteista ja lävistyksistä
- tiedot julkisivuille tulevasta säleiköistä, laitteista, ym.
- tiedot öljynerotus- ym. kaivoista ja latikanavista

Arkkitehdilta sähkö- ja automaatio-suunnittelijalle:

- ehdotus laitetilojen vaihtoehtoisista sijaintipaikoista
- valaistukselle asetettavat tavoitteet
- tiedot alakattotarpeista
- näkyviin jääville johtoarinoille, laitteille jne. asetettavat esteettiset tavoitteet

Sähkö- ja automaatio-suunnittelijalta arkkitehdille:

- kunnallistekniset liittymistiedot
- muuntamon tilavaraus ja sijaintiehdotus
- keskusten sijaintitarve ja tilavaraus
- johtoreittivaraus
- tiedot julkisivuille tai katolle tulevasta säleiköistä, valomainoksista, laitteista, ym.



Kuva 4.8 Suitian kotieläinten tuotantoympäristön tutkimusyksikkö Siuntiossa on kokonaan verhoiltu puulla.

4.3 Tarjousten vertailu

Arkkitehdin on tarpeellista olla mukana saatujen tarjousten vertailussa. Esisuunnitelmien perusteella annetuissa tarjouksissa saattaa olla tulkintaeroja, joiden merkitys tavoitteiden kannalta on selvitettävä.

Arkkitehdilla on tässä vaiheessa kolme tehtävää:

- tarkistaa tarjouksessa ja liiteasiakirjoissa (mm. piirustuksissa) esiintyvät poikkeamat tarjouspyyntöön nähden ja analysoida niiden vaikutus suunniteltuun kokonaisuuteen
- ottaa kantaa tarjouksessa ja liiteasiakirjoissa esitettyihin parannusehdotuksiin ja niiden seurannaisvaikutuksiin
- tehdä tilaajalle ehdotus valittavasta tarjouksesta ja siitä seuraavasta muutosmenettelystä.

Tarjouksia ja varsinkin niihin liittyviä suunnitelmia vertailtaessa tulee kiinnittää huomiota sekä investointiin että elinkaareen liittyviin tekijöihin. Tällaisia ovat muistilistan muodossa mm. seuraavat:

Investoinnin kannalta

- onko tarjousten sisältö vertailukelpoinen, esim. laatutaso
- rakennuksen erityisvaatimusten huomioon ottaminen tarkennettujen arvojen muodossa
- vaipan kosteusteknisten ominaisuuksien huomioon ottaminen poikkeavissa olosuhteissa
- toteutuuko tavoiteltu jälkikaiunta-aika ilman lisätoimia
- toteutuuko tavoiteltu paloturvallisuus ilman lisätoimia
- mitä tarjouksesta mahdollisesti puuttuu ja mikä sen kustannusvaikutus on
- sisältyykö tarjouksiin sama määrä suunnittelua
- mikä on tarjottu rakennusaika ja mitä välillisiä kustannuksia ja riskejä sisältyy esim. talvirakentamisesta
- millaisia referenssikohteita tarjotuista ratkaisuista on.



Kuva 4.9 Oikein valitut puurakenteet soveltuvat vaativaan tutkimuskäyttöön.

Elinkaaren kannalta

- onko rakenteiden pitkäaikaiskestävyydestä kokemusta kyseisissä olosuhteissa
- onko käyttötarkoitus muunneltavissa ja millä ehdoilla
- mikä on tarjottujen materiaalien edullisuus koko elinkaarta ajatellen
- kuinka hyvin rakenteiden kunnossapito on tehtävissä
- mitkä ovat tarjottujen rakenteiden elinkaarikustannusten erot
- energian kulutus
- rakenteiden ja materiaalien kestävyysominaisuuksien vertailu
- rakennusfysikaalinen toimivuus kuten seinien ja yläpohjan kosteustekninen toiminta
- vesikatteen ja vedenpoiston toimintavarmuus
- urakkarajojen ja niistä seuraavien vastuiden tarkoituksenmukaisuus.

Hanketta tulee tarkastella kokonaistaloudellisuuden kannalta. Lyhyttä aikaväliä varten tehdyssä hankkeessa voivat investointikustannukset olla täysin määrääviä, mutta yleensä rakennushankkeessa pitkän aikavälin ylläpitokustannukset ja vastaavasti niihin kohdistuvat säästöt merkitsevät enemmän.

5 RUNKOJÄRJESTELMÄT

Tässä kuvatut puurunkoisten hallien tärkeimmät järjestelmätyypit ovat:

1. Pilarirungot
 - palkkikannattajat
 - ristikkokannattajat
 - vetotankokannattajat
2. Kaarirungot
3. Kehärungot
4. Muut rungot

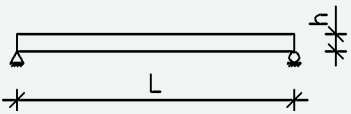
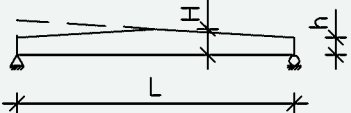
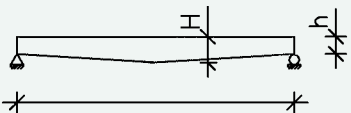
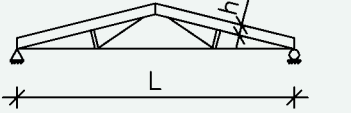
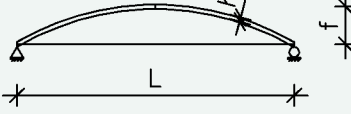
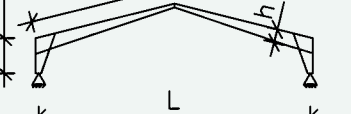
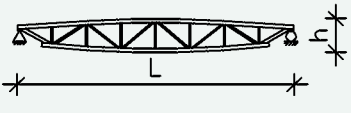
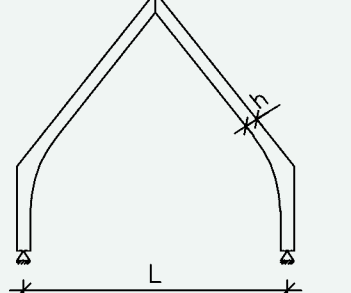
Järjestelmät sisältävät lukuisia vaihtoehtoja muun muassa poikkileikkausten ja liitosten sekä yksityiskohtien osalta.

5.1 Rungon ja vaipan optimointi

Rungon ja vaipan optimoinnissa arkkitehdin suunnittelun kannalta keskeisin tekijä on ajateltu käyttötarkoitus ja siihen liittyvät – mahdollisesti vaihtelevat – olosuhteet. Hallin tulee ensisijaisesti toimia pääkäytössään, mutta myös muuttuvissa olosuhteissa. Runkovalinnalla on merkittävä vaikutus toimivuuden ohella myös rakennuskustannuksiin, sillä oikealla ratkaisulla varmistetaan myös vaipparakenteiden taloudellinen toteutettavuus. Rungon ja vaipan optimointi edellyttää arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan yhteistyötä sekä tarvittaessa halliosatoimittajan asiantuntemuksen hyödyntämistä. Puuhallin suositeltavat jännevälit ja runkotyypit ovat seuraavat:

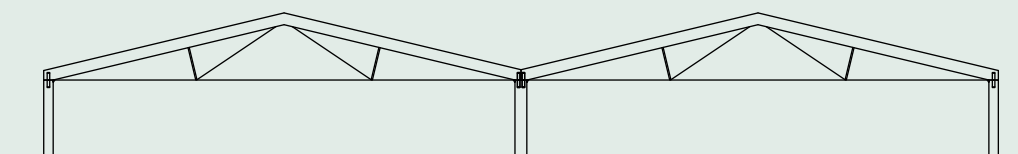
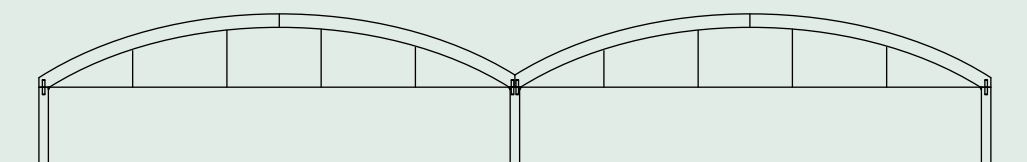
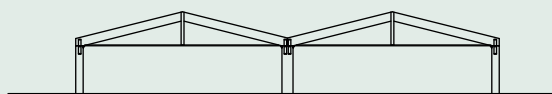
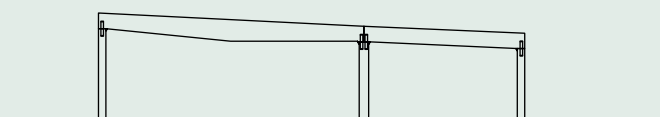
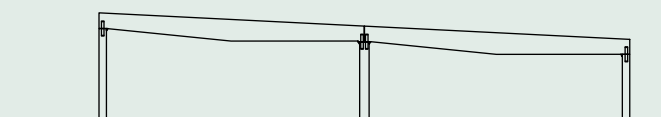
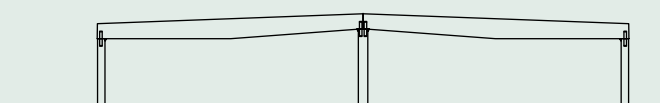
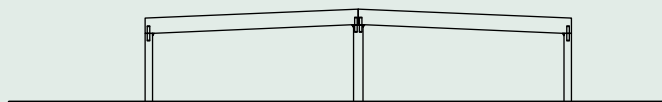
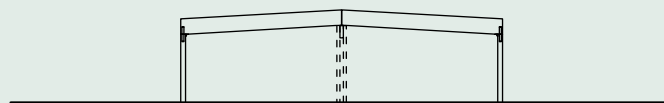
Jänneväli	Runkotyyppi
< 30 m	palkkikannattajat
25–65 m	ristikkokannattajat
15–50 m	vetotankokannattajat
40–100 m	kaarirungot
10–30 m	kehärungot

Hallin koko ei yksinomaan johda tiettyyn runkovalintaan. Yleisurheilu-, jalkapallo- ja monitoimihalleissa tarvitaan yleensä suuria pilarittomia kenttiä, jolloin pilari-palkkirakenne ei riitä ja päädytään järeämpiin valintoihin. Mikäli pilareita voidaan sallia muuallakin kuin ulkoseinillä ja useampi laivainen runkorakenne tulee kysymykseen, voidaan suurikin halli toteuttaa pilari-palkkirakenteena.

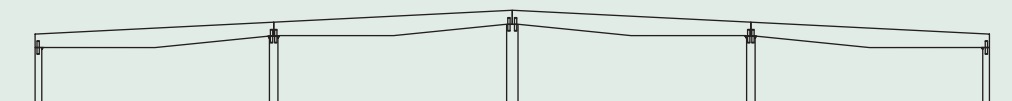
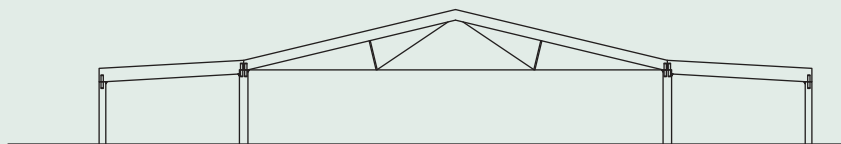
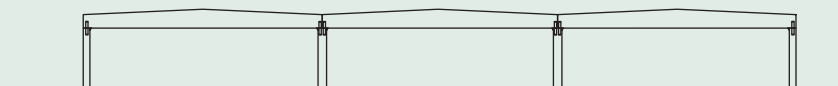
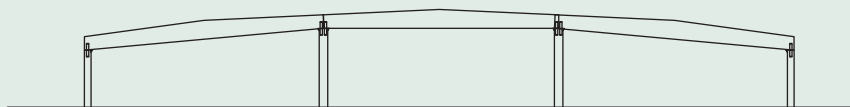
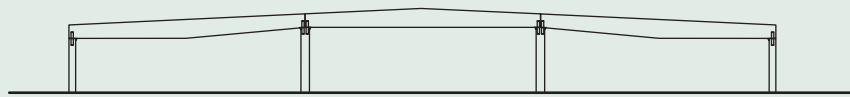
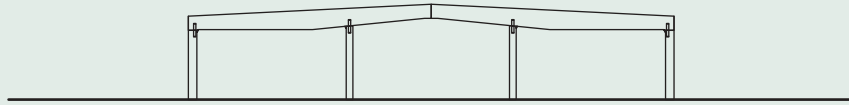
Kannattaja, k/k 6...8 m	Kuvaus	Katon kallistus	Suositt. jänneväli [m]	Korkeus h
	Suora palkki, yksiaukkoinen	>1:16	<20	$h \sim \frac{L}{15}$
	Harjapalkki (pulpettipalkki), yksiaukkoinen	1:16 ...1:6	10–30	$h \sim \frac{L}{25}$ $H \sim \frac{L}{13}$
	Mahapalkki, yksiaukkoinen	1:16 ...1:6	10–30	$h \sim \frac{L}{25}$ $H \sim \frac{L}{13}$
	Bumerangipalkki, yksiaukkoinen	1:16 ...1:4	10–20	$h \sim \frac{L}{25}$ $H \sim \frac{L}{13}$
	Vetotangollinen ansaspalkki-kannattaja	>1:4	25–50	$h \sim \frac{L}{40}$
	Vetotangollinen kaarikannattaja	$\frac{f}{L} > 0,144$	25–50	$h \sim \frac{L}{35}$
	Kaari	$\frac{f}{L} > 0,144$	40–100	$h \sim \frac{L}{35}$
	Vetotangollinen palkkikannattaja (A-kattokannat.)	>1:4	15–30	$h \sim \frac{L}{30}$
	Terävänurkkainen kolminivelkehä	>1:4	15–25	$h \sim \frac{S1+S2}{13}$
	Ristikko	>1:16	25...65	$h \sim \frac{L}{9}$
	Terävänurkkainen korkea kolminivelkehä	1:1 ...2:1	10–30	$h \sim \frac{L}{20}$

Taulukko 5.1 Erilaisia kannatintyyppjä ja niiden suositusmittoja.

Vaihtoehtoisia runkoratkaisuja



Vaihtoehtoisia runkoratkaisuja





Kuva 5.1 Vetotangoilla toteutettu halli muodostuu sisältä ilmavaksi. Nokian jäähalli.

Halliarkkitehtuurin kannalta rakennuksen poikkileikkauksen muodon valinta on keskeinen tehtävä. Poikkileikkaus on usein suorakaiteen muotoinen tai lähellä sitä, kun katon kannatuksessa käytetään suoraa palkkia, loivaa harjapalkkia, matalaa kaaripalkkia tai pulpettipalkkia. Vakiokorkeutta vaativiin toimintoihin tämä ratkaisu soveltuu hyvin ja saattaa lämmitettävän sisätilan kannalta olla optimaalinen. Muiden poikkileikkausmuotojen tarjoamia etuja tulisi kuitenkin aina vertailla. Tällaisia tekijöitä voivat tapauskohtaisesti olla muun muassa:

- mahdollisuus korkeamman keskialueen hyötykäyttöön palloilulajeissa
- matalan sivutilan hyödyntämismahdollisuus
- ilmanvaihdon tai laitetekniikan tarpeet hallin keskellä
- kattoikkunoiden tarve
- kerrosten, parvien tai katsomoiden tarve
- sisämiljöökijät ja arkkitehtuuri.

5.2 Pilarirungot

Pilarirungot ovat tyypillisesti ainakin rungon poikkisuunnassa mastojäykistettyjä. Rungon päädyissä ovat ns. tuulipilarit, jotka ovat joko jäykkä- tai nivelkantaisia. Päätyihin kohdistuva tuulikuorma siirretään yläpohjarakenteen tai yläpohjaan rakennettavan erillisen tuuliristikon kautta rungon pääpilareille, jotka jäykistetään rungon pituussuunnassa esimerkiksi tuuliristikoilla.

Pilarirungossa pääpilareiden varaan asennetaan katon kannattaja, joka on tyypillisesti joko palkki, ristikko, vetotankokannatin tai kaari. Välipohja tuetaan seinillä tai erillisellä pilari-palkkirungolla.

Pilarirungon tehokas k-jako on 6–8 m, päädyissä 5–8 m. Ulkoseinien ja katon elementoinnin kannalta on edullista, jos pääpilarivälejä on kolmella jaollinen määrä ja päätypilarivälejä kahdella jaollinen määrä.

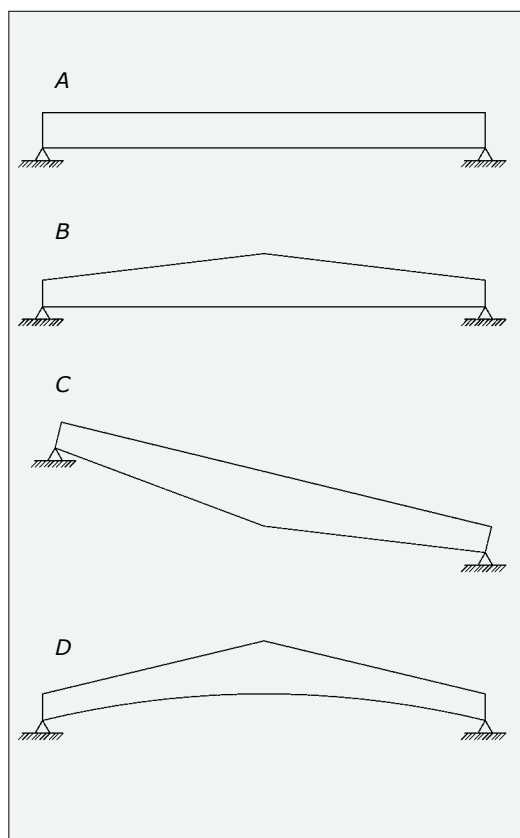
Pilarirungossa pilarit ovat joko liima- tai viilupuuta. Pilarien alapää liitetään perustuksiin joko pulteilla tai hitsaamalla. Perustusten yläreuna nostetaan vähintään 100 mm valmiin lattian yläpintaa ylemmäksi.

Kattokannattaja liitetään pilarin kylkiin kiinnitettävillä hankolau-doilla tai lattateräksillä. Kallistamalla katon kannattajaa hallin vastakkaisille sivuille muodostuu erilainen vapaa korkeus.

Pilarirunkoisen hallin ulkoseinien aukotus on suhteellisen vapaa. Jäykistyksen vaatima ristikko rajoittaa aukotusta kahdessa pilarivälissä.



Kuva 5.2 Bumerangipalkilla toteutettu puuhalli. Suositeltava jänneväli 10–20 metriä.



Kuva 5.3 Vaihtoehtoisia palkkimuotoja.

A suora palkki

B harjapalkki

C mahapalkki

D bumerangipalkki

5.2.1 Palkkikannattajat

Palkkikannattajia ovat:

- suora palkki
- harja-, maha- ja pulpettipalkki
- bumerangipalkki.

Suoran ja harjapalkin suurin jänneväli johtuu tuotannollisista syistä: palkkien suurin mahdollinen korkeus on noin kaksi metriä, jolloin palkin suurin jänneväli on kuormituksesta johtuen noin 26–30 m.

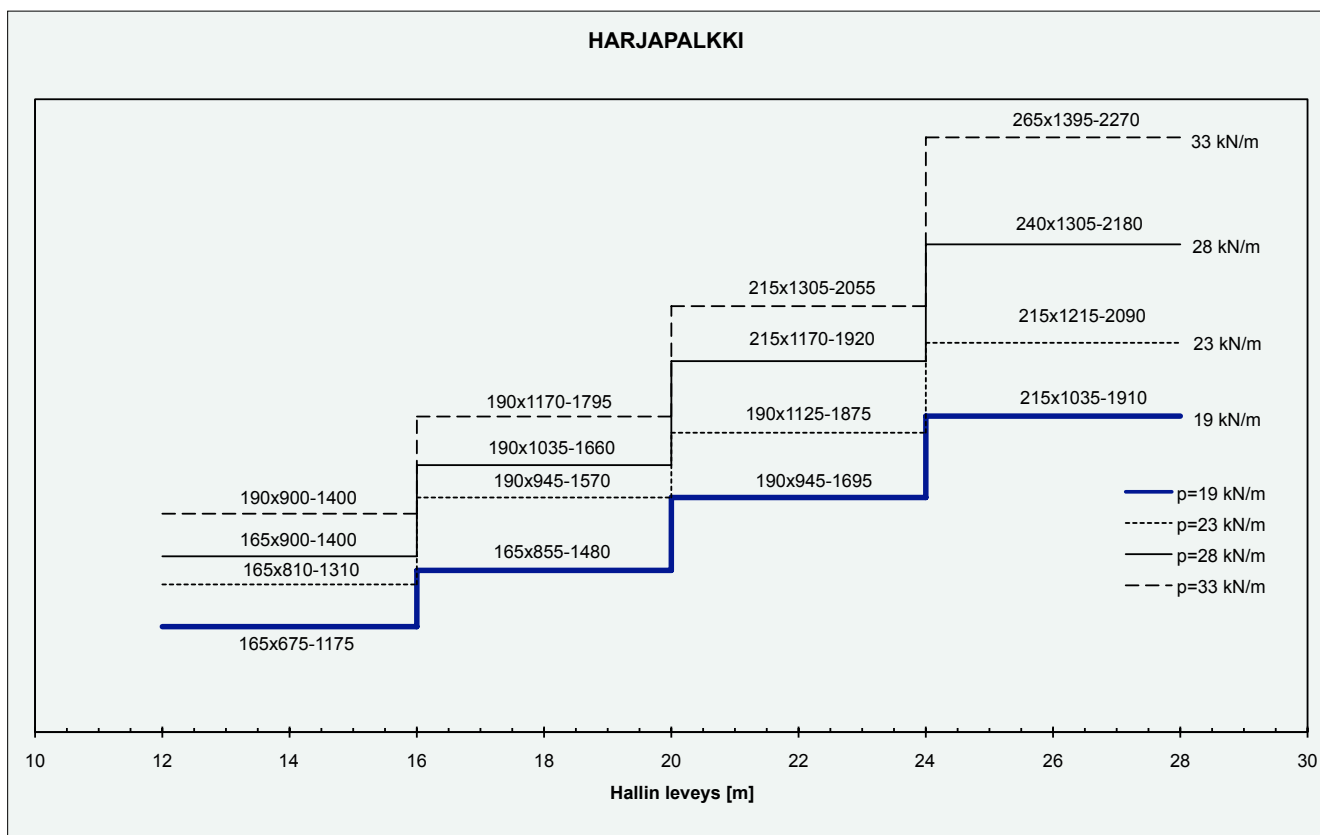
Massiivipalkin palonkestävyys on luontaisesti hyvä, ja sen lisääminen palkin leveyttä ja/tai korkeutta suurentamalla on helppoa.

Viilupuiset palkit voivat olla joko massiivisia tai I- tai kotelopoikkileikkauksia.

Erityisesti harjapalkki on suositeltava ratkaisu yksinkertaisen rakenteensa vuoksi yksi- tai useampilaivaisen hallin kannattajaksi, kun palkin jänneväli on noin 15–25 m. Monilaivaisessa hallissa katon kallistus voidaan tehdä myös suorilla palkeilla kallistamalla ne kattolappeittain.



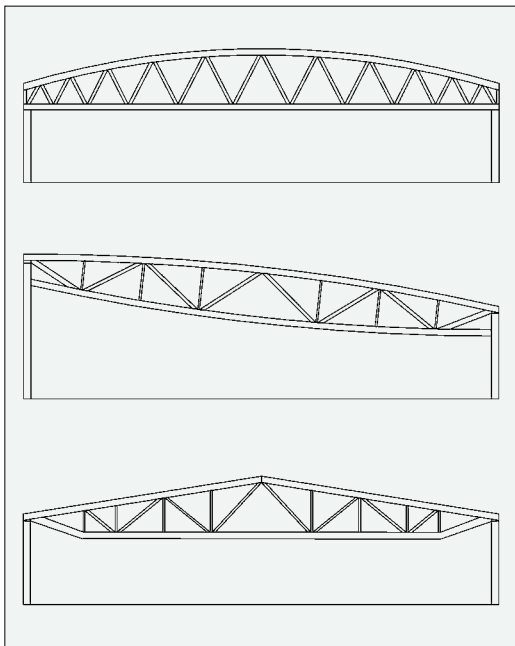
Kuva 5.4 Bumerangipalkilla toteutettu halli ulkoapäin katsottuna.



Taulukko 5.2 Liimapuisen harjapalkkikannattajan mitat (leveys x päätykorkeus - harjakorkeus)] jännevälillä 12–28 m, kun kannattajien k/k-väli on 4800–8400 mm. Dimensiot on laskettu rakenteen omalla painolla 0,5 kN/m².). Palkin yläreunan kaltevuus 1:16. Samoilla äärimitoilla voidaan arvioida kertopuisen kannattajan tilatarvetta.



Kuva 5.5 Ristikkorakenteella toteutettu puuhalli. Suositeltava jänneväli 25–65 metriä.



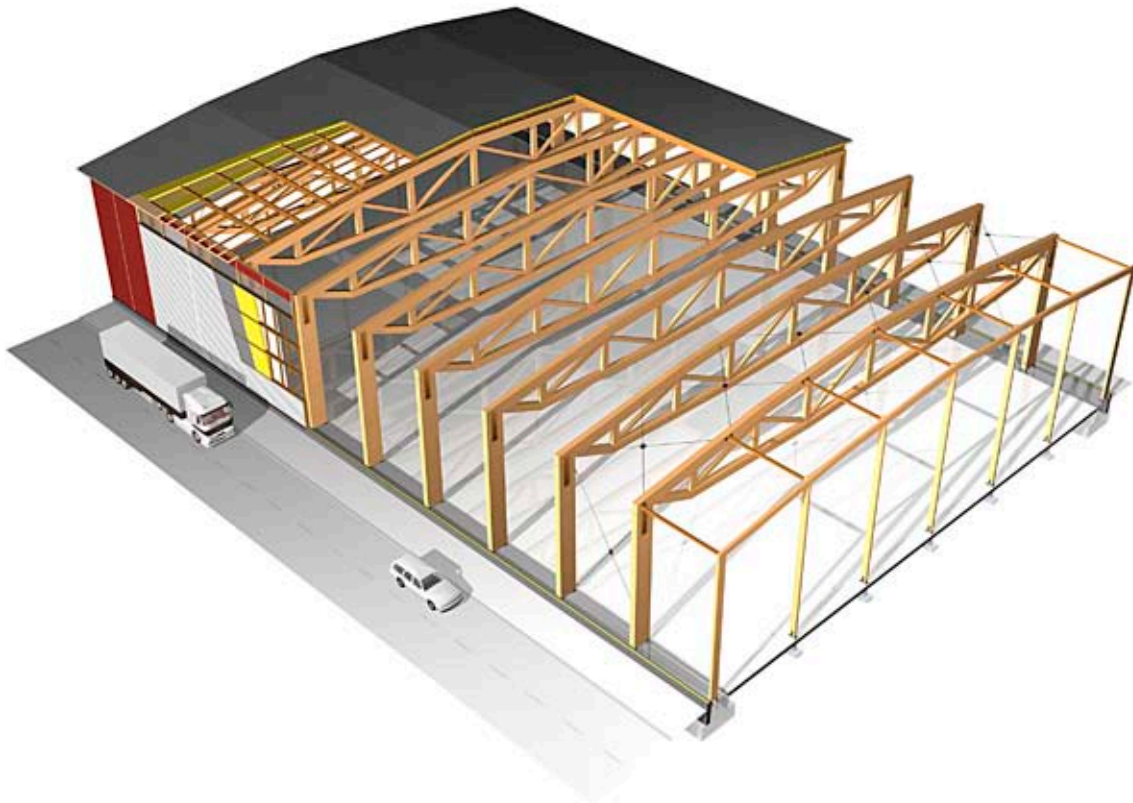
Kuva 5.6 Vaihtoehtoisia ristikkomuotoja.

5.2.2 Ristikkokannattajat

Ristikkokannattaja valmistetaan joko liima- tai viilupuusta. Sauvojen liitoksissa käytetään kaksi-, neljä- tai kuusileikkeisiä teräslevyjä ja -tappivaarvoja. Ristikon tukireaktio välitetään pilarille teräsosien välityksellä. Liitososat jäävät puurakenteen sisäpuolelle, jolloin rakenteen paloluokka on yleensä R30. Palo-luokka R60 saavutetaan sauvojen sivumittoja suurentamalla kohdan 6.4 mukaisesti.

Ristikon yläpaarre voi olla kaareva tai muodostaa murtoviivan. Alapaarre voi olla suora tai kaareva. Ristikko tuetaan pilariin yleensä yläpaarteestaan.

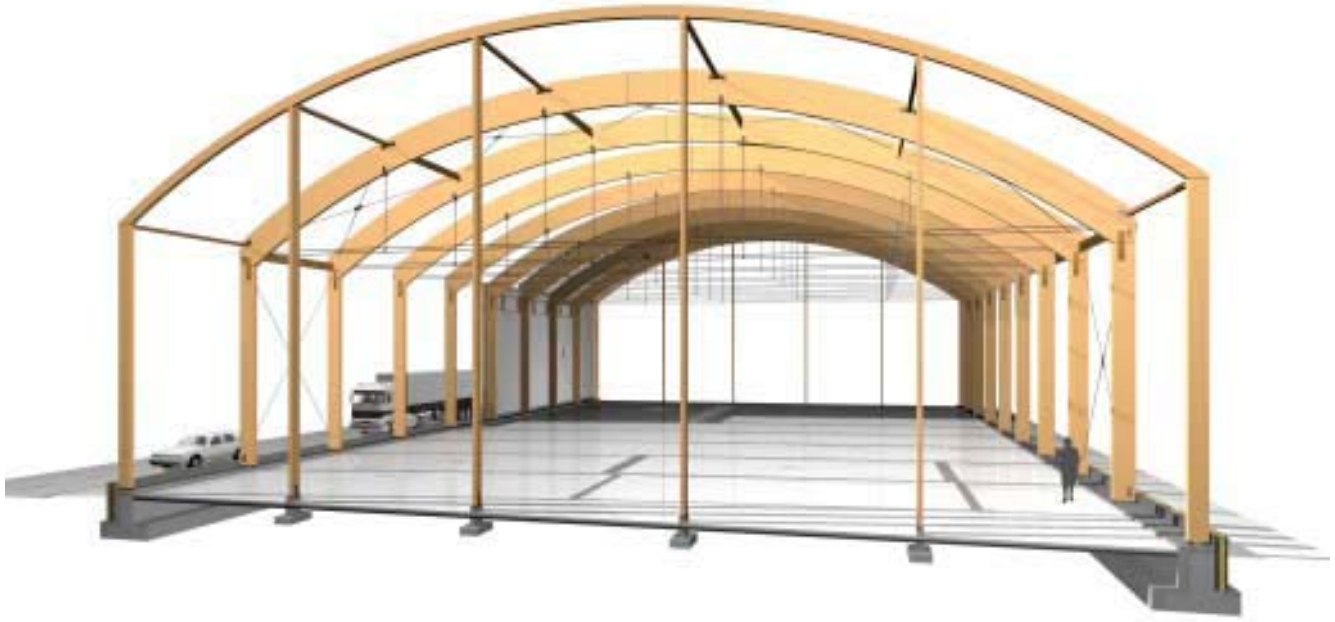
Ristikko voidaan koota osittain työmaalla, jolloin kuljetus ei aseta rajoituksia ristikon koolle.



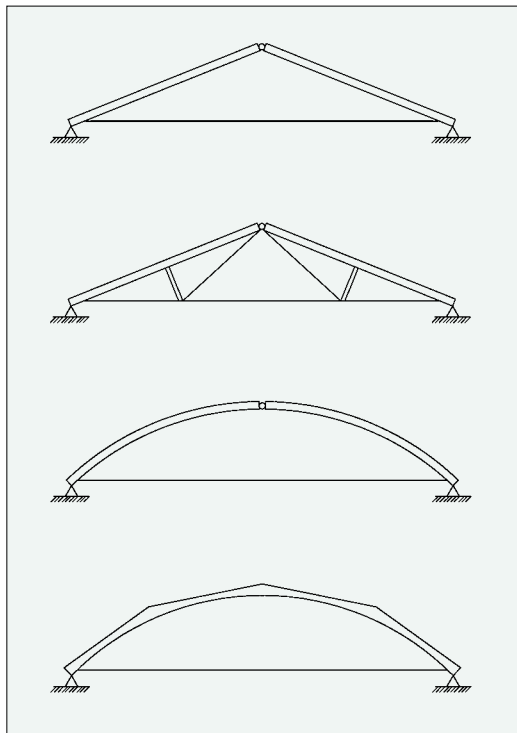
Kuva 5.7 Ristikkorakenteella toteutettu halli ulkoapäin.



Kuva 5.8 Kuortaneen jäähallissa on käytetty ristikkokannattajia, joiden ansiosta halli on miellyttävän ilmava.



Kuva 5.9 Vetotangollisella kaarikannattajalla toteutettu puuhalli. Suositeltava jänneväli 25–50 metriä.



Kuva 5.10 Vaihtoehtoisia vetotankokannattinmuotoja.

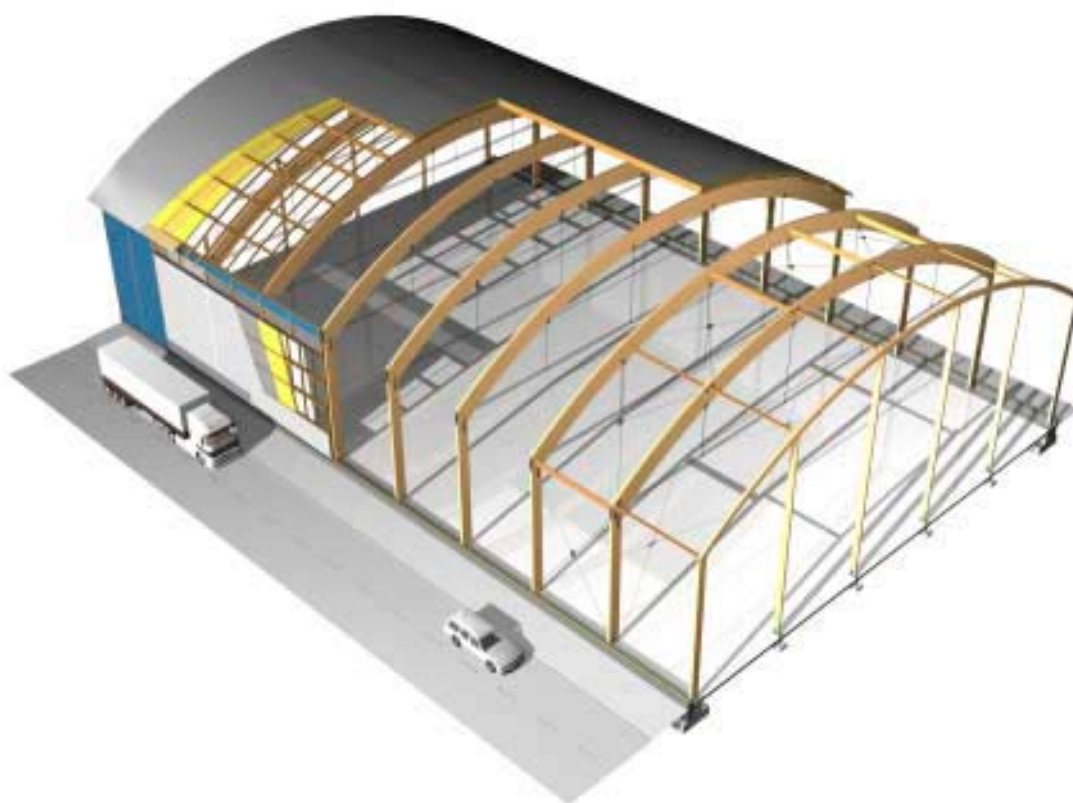
5.2.3 Vetotankokannattajat

Vetotangollinen kannattaja on kannatintyyppi, jonka yläpaarre on jatkuva ja jossa alapaarteena on vetotanko ilman varsinaisia diagonaalisauvoja. Yläpaarre mitoitetetaan sekä normaaliavoimalle että taivutusmomentille. Yläpaarre voi olla kaari, murtoviiva tai harjamainen muodoltaan.

Vetotankokannattajia ovat:

- vetotangollinen palkkikannattaja
- vetotangollinen ansaspalkkikannattaja
- vetotangollinen kaarikannattaja.

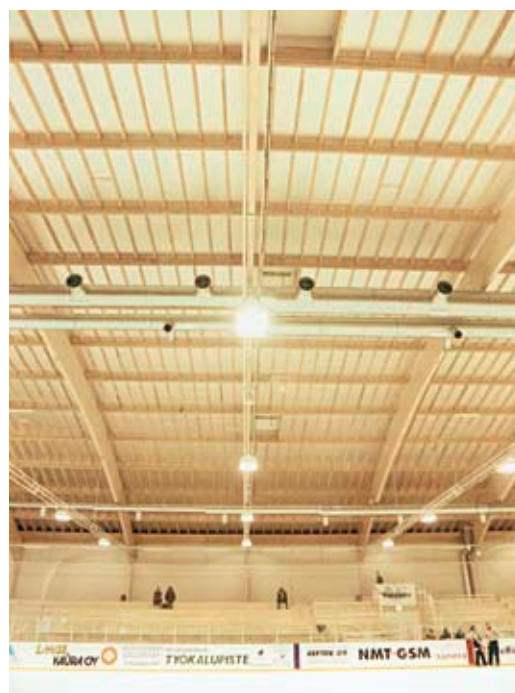
Vetotankokannattajan yläpaarre tehdään kaarimuodossa liimapuusta. Suoralappeiset kattomuodot voidaan tehdä joko liima- tai viilupuusta. Yläpaarre voi olla yksi- tai kaksiosainen ja suuren koon vuoksi pitemmillä jänneväleillä kannattaja koostuu yleensä työmaalla.



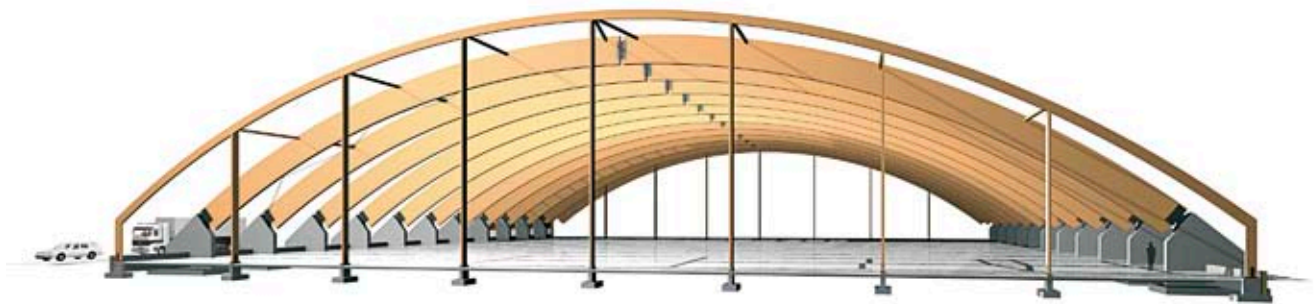
Kuva 5.11 Vetotangollisella kaarikannattajalla toteutettu halli ulkoapäin.

Vetotanko voi olla terästä tai puuta; puun etuna on hyvä palonkestävyys (R30) ja kannattajan helpompi käsiteltävyys asennusvaiheessa. Puisen vetotangon jatkokset ja liitokset tehdään tappivaarnaliitoksina. Vetotanko ripustetaan yläpaarteeseen puu- tai terästangoilla, joiden tehtävänä on välittää vetotangon oma massa ja mahdolliset ripustuskuormat edelleen.

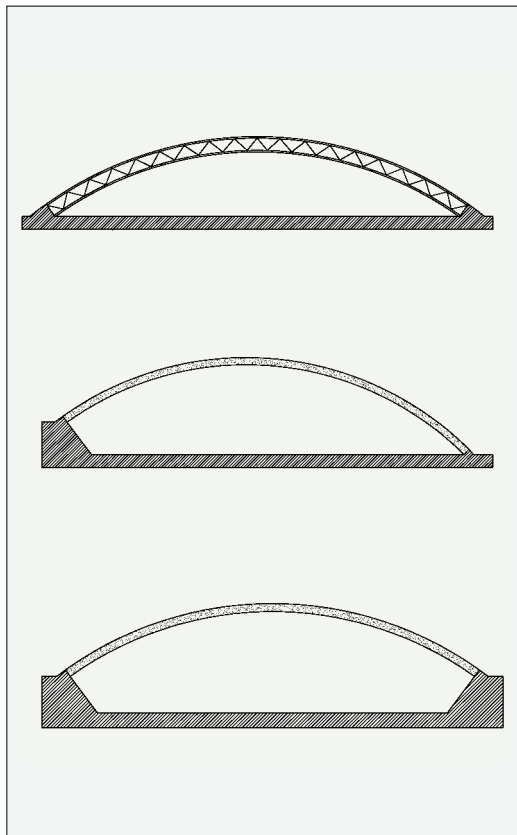
Vetotangon venymä otetaan huomioon rakenteen mitoituksessa. Yleensä vetotanko esikiristetään vähintään pysyvästä kuormasta aiheutuvan vetovoiman verran; puuvetotanko kiristetään kannattajaa esikorottamalla.



Kuva 5.12 Vetotangollinen yläpohja on kevyen ja ilmavan oloinen.



Kuva 5.13 Kaarirungolla toteutettu puuhalli. Suositeltava jänneväli 40–100 metriä.



Kuva 5.14 Kaarirakenteen vaihtoehtoisia toteutustapoja.

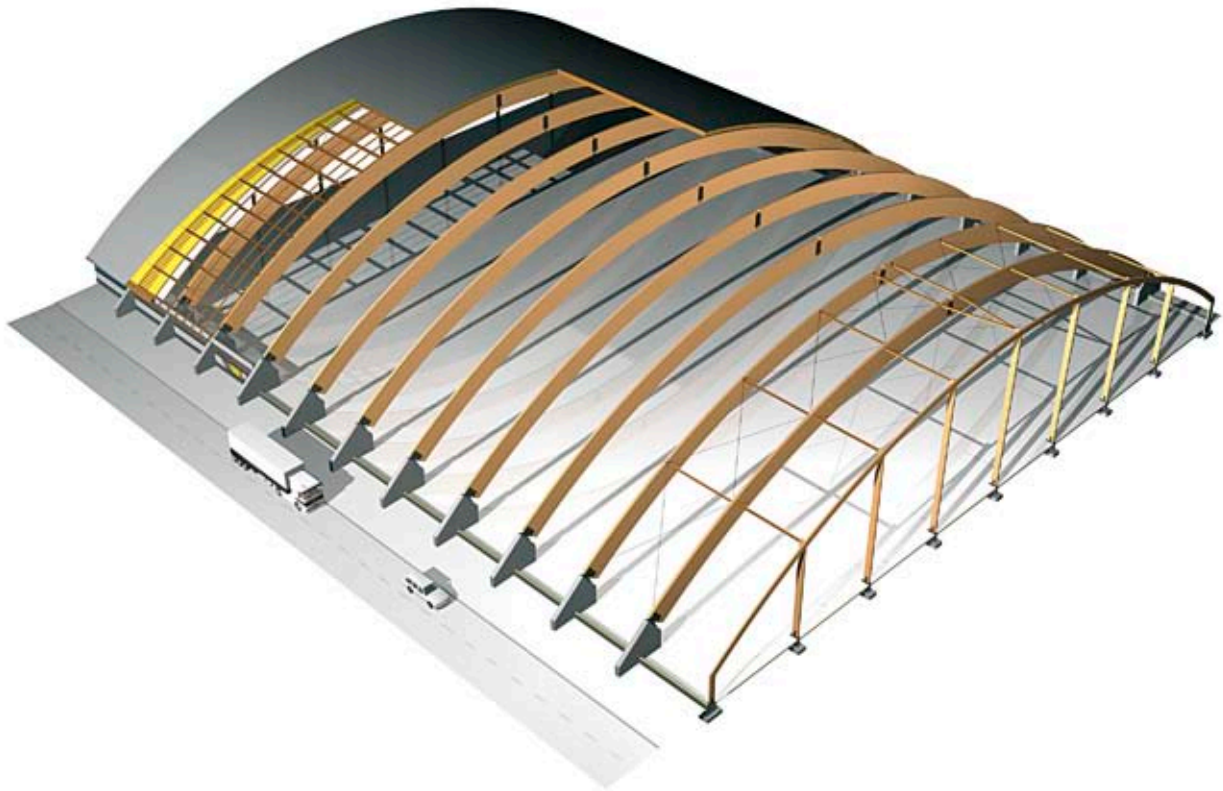
5.3 Kaarirungot

Kaarirunko on rakenne, joka tukeutuu suoraan vaakasuunnassa tuettuihin perustuksiin. Perustukset tuetaan joko vetotangoilla toisiinsa, suoraan peruskallioon tai vinopaaluilla. Vaakasuuntaisen tuennan jäykkyys vaikuttaa kaaren mitoittamiseen. Vetotankoja käytettäessä on suositeltavaa käyttää esikiristystä, joka vastaa vähintään pysyvän kuorman aiheuttamaa rasitusta.

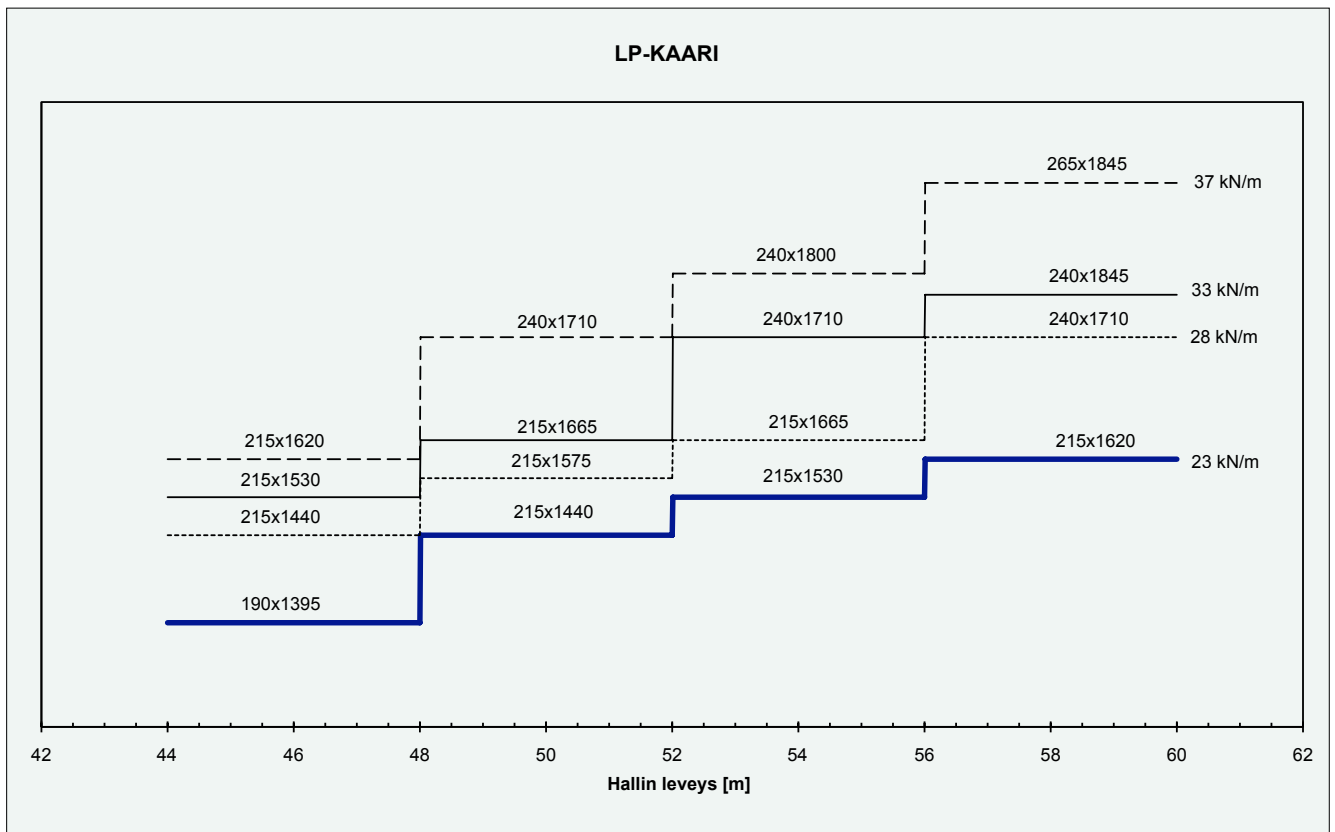
Kaari voidaan rakentaa massiiviliimapuusta tai ristikkona. Kaareen suunnitellaan yleensä kaksi tai kolme niveltä. Kantanivelet konstruoidaan teräsosista; lakipisteen nivel voidaan rakentaa kuormituksesta johtuen myös puusta.

Kaari tuetaan suoraan peruspilarin varaan. Peruspilarin suuren koosta johtuen se ulottuu usein hallin sisäpuolelta sokkelin ulkopuolelle ja on siksi lämpöeristettävä ulkopuolelta. Kaaren kantanivel tulisi sijoittaa rakennuksen sisäpuolelle.

Kaarirungon päätypalkit tehdään moniaukkoisina kaarevina palkkeina, jotka tuetaan tuulipilareilla. Kaarirunko jäykistetään rakentamalla ristikko tai muu jäykkä rakenne yhteen tai kahteen kaariväliin.



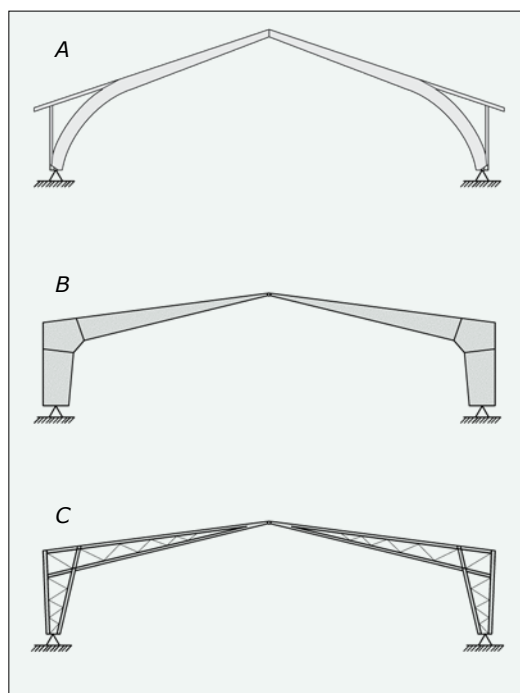
Kuva 5.15 Kaarirungolla toteutettu halli ulkoapäin.



Taulukko 5.3 Liimapuukaaren mitat (leveys x korkeus) jännevälillä 44–60 m, kun kannattajien k/k-väli on 6000–9600 mm. Dimensiot on laskettu rakenteen omalla painolla 0,5 kN/m².



Kuva 5.16 Terävänurkkaisella kolminivelkehällä toteutettu puuhalli. Suositeltava jänneväli 15–25 metriä.



Kuva 5.17 Kehärungon vaihtoehtoisia poikki-leikkauksia.

- A käyränurkkainen kolminivelkehä
 B terävänurkkainen kolminivelkehä
 C ristikkonurkkainen kolminivelkehä

5.4 Kehärungot

Kehärunko on rakenne, jossa katon ja seinän runko on yhdistetty toisiinsa jäykkänurkkaisesti siten, että perustuksiin syntyy vaakavoima myös pystykuormasta. Vaakavoima otetaan vastaan sitomalla vastakkaiset anturat vetotangolla toisiinsa tai tukemalla perustukset suoraan peruskallioon tai vinopaaluille.

Kehärunkotyyppejä ovat:

- käyränurkkainen kolminivelkehä
- terävänurkkainen kolminivelkehä
- ristikkonurkkainen kolminivelkehä.

Käyränurkkainen kehä rakennetaan taivutetusta liimapuusta, jonka nurkka voidaan tehdä erikseen teräväksi liimapuusta tai sahatavarasta.

Terävänurkkaisen viilupuukehän palkki liitetään pilariin tappivaarnaliitoksella.

Ristikkonurkkainen kehä rakennetaan puupalkista, puisesta vinotuesta ja vetotangosta, joka on terästä tai puuta. Kehä kootaan yleensä työmaalla.



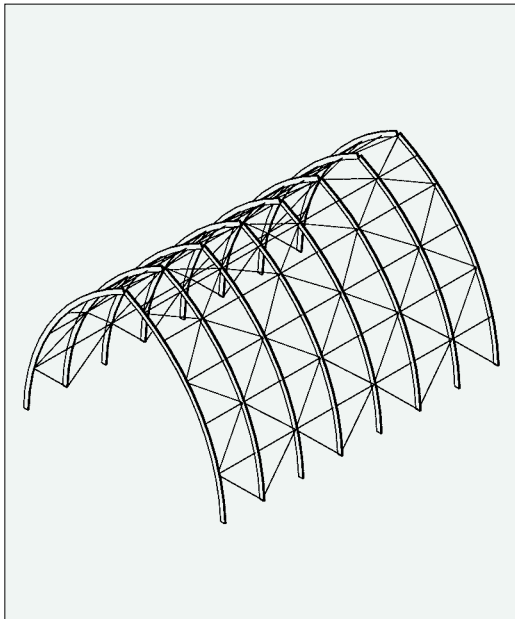
Kuva 5.18 Terävänurkkaisella kolminivelkehällä toteutettu halli ulkoapäin.



Kuva 5.19 Kolminivelkehän kaarevat nurkat luovat sisätilaan pehmeää ilmettä.



Kuva 5.20 Vetotangollisella palkkikannattajalla (A-kattokannattaja, liittyy lukuun 5.2.3) toteutettu puuhalli. Suositeltava jänneväli 15–30 metriä.



Kuva 5.21 Sauvarakenne.

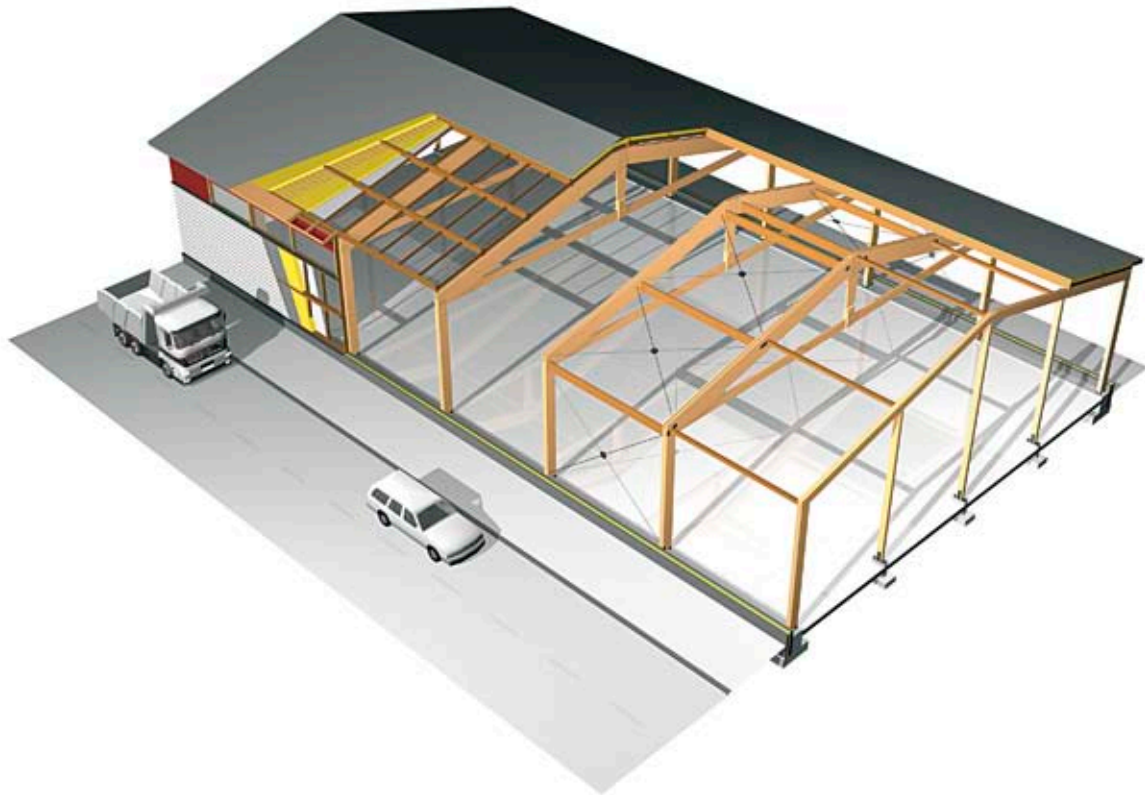
5.5 Muut rungot

Arinakupolin kantava rakenne muodostuu esimerkiksi teräsoilla toisiinsa liitetyistä, verkkomaisesti sijoitetuista puristus-sauvoista. Sauvat tehdään viilu- tai liimapuusta.

Puristetuissa kuorirakenteissa katon kuormitus siirretään kuorena toimivan katon kautta sitä tukevalle rengasrakenteelle, josta kuormitus siirretään edelleen pystyrakenteelle. Kuori voi muodostua levyistä tai sahatavarakerroksista, ja siinä voi olla ripamaisia vahvistuksia, joilla momenttipinnan vaihtelut epäsymmetrisissä kuormitustapauksissa otetaan huomioon.

Kuorirakenteissa on kiinnitettävä huomiota puun kosteuspitoisuuden vaihtelusta aiheutuviin jännityksiin ja muodonmuutoksiin.

Rungon konstruktio voi muodostua myös esimerkiksi hajaute-tuista pilarien yläpäistä, jotka tukevat ristiin kannatettua katon arinamaista palkistoa.



Kuva 5.22 Vetotangollisella palkkikannattajalla (A-kattokannattaja, liittyy lukuun 5.2.3) toteutettu puuhalli ulkoapäin.



Kuva 5.23 Kupoliratkaisulla saavutetaan pitkiä jännevälejä.

6 KATTO- JA SEINÄRAKENTEET



Kuva 6.1 Ulkoseinän liittyminen yläpohjaan räystäään alta katsottuna.

Hallirakennukselle on tyypillistä, että runkorakenteet sekä katto- ja seinärakenteet ovat omia järjestelmiään, jotka liitetään toisiinsa työmaalla. Rakenteellisesti ne voivat muodostaa yhtenäisen kokonaisuuden, jolloin levymäisiä rakennusosia hyödynnetään rungon jäykistämisessä. Vaihtoehtoisesti rungon jäykistys voidaan hoitaa ristikkojäykisteillä, jolloin katto- ja seinärakenteet ovat rakenteellisesti itsenäiset.

Tässä ohjeen jaksossa käsitellään puuhallin katto- ja seinärakenteisiin kohdistuvat tärkeimmät rakenteelliset vaatimukset ja annetaan malliratkaisuja niiden toteuttamiseksi. Koko puuhallin paloturvallisuuteen liittyvät vaatimukset ja ratkaisut käsitellään jaksossa 7. Koska suuret rakennukset ovat yleensä suositeltavaa toteuttaa pitkälle esivalmistetuista rakennusosista, käsitellään jatkossa myös katto- ja seinärakenteiden elementoinnin vaikutusta suunnitteluun.

6.1 Tärkeimmät rakenteelliset vaatimukset

6.1.1 Paloturvallisuus

Suomen rakentamismääräyskokoelman osan E1 kohdan 1.2.1 mukaan rakennuksen ja muun rakennuskohteen paloturvallisuuden kannalta on erityisesti otettava huomioon, että

- rakennuksen kantavien rakenteiden tulee palon sattuessa oletettavasti kestää tietyn vähimmäisajan
- palon ja savun kehittymisen ja leviämisen rakennuksessa tulee olla rajoitettu
- palon leviämisen viereisiin rakennuksiin tulee olla rajoitettu
- henkilöiden tulee palon sattuessa voida poistua rakennuksesta tai heidät on voitava pelastaa muilla keinoilla
- pelastushenkilöstön turvallisuus tulee ottaa huomioon.
- paloteknisen vaatimuksen täyttymisen osoittaminen.

Paloturvallisuusvaatimuksen katsotaan riittävässä määrin täyttyvän mikäli

- rakennus suunnitellaan ja rakennetaan E1:n määräyksissä ja ohjeissa esitetyllä tavalla tai
- vaatimuksen täyttyminen todennetaan tapauskohtaisesti muulla luotettavaksi osoitetulla tavalla ottaen huomioon rakennuksen ominaisuudet ja käyttö.

Toiminnallinen palomitoitus

Toiminnallinen palomitoitus (E1: Oletettu palonkehitykseen perustuva mitoitus) tarkoittaa kaikessa rakennus- ja rakenne-suunnittelussa rakenteen toimivuutta tietyn ajan päätarkoituksenaan terveellisyys- ja turvallisuusnäkökohdat. Tämä määritelmä pätee niin rakennusfysikaaliseen kuin lujuusopilliseenkin mitoitukseen.

Toiminnallinen palomitoitus antaa puun käytölle uusia mahdollisuuksia, koska mitoituksessa ei olla materiaali- vaan turvallisuussidonnaisia.

Rakenteita koskevia paloturvallisuuteen liittyviä vaatimuksia ja ratkaisuja on tarkasteltu erikseen luvussa 7.

6.1.2 Lämpö- ja kosteus

Aikaisemmissa luvuissa 2 ja 3 on kuvattu esimerkein puuhallin erilaisia käyttötapoja ja -olosuhteita. Perusteet rakenteellisille valinnoille riippuvat käyttötarkoituksesta. Olosuhteiden mahdollinen vaihtelu rasittaa varsinkin vaipparakenteita mutta vaikuttaa myös siihen, miten miellyttäväksi hallissa olija tuntee olonsa. Teollinen prosessi saattaa tuottaa liikaa lämpöä, mutta varasto tai maatalouden rakennus voi olla täysin kylmä. Monitoimihallissa korostuu sisäilman laatu. Jäähallissa taas kosteus voi olla haitallisen suuri, jos kuivauslaitteisto ei toimi riittävällä teholla tai talvella lämmitys on puutteellista.

Tilaaja määrittää vaatimukset olosuhteille ja tavoitellun kustannustason olosuhteiden ylläpitämiseksi. Arkkitehdin tehtävä on yhdessä LVI- ja rakennesuunnittelijan kanssa valita oikeat rakenteet ja tehdä energialaskelmat. Jos ikkunoiden ja ovien pinta-ala on suuri, heikommin eristetyin osan vaikutus energiatalouteen tulee ottaa huomioon.



Kuva 6.2 Puurakenteet tasaavat kosteusvaihteluja.



Kuva 6.3 Rakenteet on suojattava roiskevedeltä.

Lämmöneristävyys

Lämmöneristys ilmaistaan rakenteen lämmönläpäisyä kuvaavana lämmönläpäisykertona, U -arvona. Lämpimässä hallissa, jossa mitoittavaksi lämpötilaksi valitaan $+17\text{ °C}$ tai sitä suurempi lämpötila, U -arvo saa olla seinässä enintään $0,24\text{ (W/m}^2\text{ K)}$ ja katossa enintään $0,15$.

Puolilämpimässä hallissa molemmat vastaavat U -arvot saavat olla enintään seinässä $0,38\text{ W/m}^2\text{ K}$ ja katossa $0,28\text{ W/m}^2\text{ K}$. Kyseiset vaatimukset eivät sellaisenaan koske korjausrakentamista. Kylmässä hallissa vaatimusta ei ole.

Lämmöneristemateriaalina voi olla mineraalivilla, puukuitueriste tai rakentamista varten kehitetty polyuretaani. Materiaalin valinnassa tulee ottaa huomioon eristeen toimivuus ko. olosuhteissa sekä palomääräykset.

Kosteustekninen toiminta

Toiminnan luonne ja sykliisyys on otettava huomioon, samoin mm. suuret väkimmäät, tuotteiden ja tavaroiden säilytyksen ja käsittelyn edellyttämät olosuhteet sekä valmistusprosessista tuleva kosteus ja lämpö. Rakenteiden kosteusteknisen toimivuuden kannalta hallittu ilmanvaihto on ensiarvoisen tärkeä.

Mm. maatalouden, kaupan ja teollisuuden tuotanto- ja varastorakennuksissa mahdollisen roiskeveden joutuminen rakenteisiin on estettävä. Tämä vaikuttaa sekä pintamateriaalien valintaan että saumojen suunnitteluun. Erityistä huomiota on kiinnitettävä seinien alaosien tiiviyyteen (mahdollinen vedeneristys) ja varsinkin saumojen tiivistykseen.

Höyrynsulku

Puuhallin rakenteiden kosteustekniseen toimintaan pätevät samat lainalaisuudet kuin muissakin rakennuksissa. Vaipparakenteet on suunniteltava siten, että rakenteisiin syystä tai toisesta joutunut kosteus tuulettuu ulos. Pääperiaate on, että lämmöneristuksen lämpimällä puolella olevan rakennekerroksen höyrynvastuksen tulee olla vähintään viisinkertainen verrattuna kylmällä puolella olevaan rakennekerrokseen.

Ilmansulku

Ilmansulun pääasiallinen tehtävä on estää haitallinen ilmavirtaus ja vesihöyryn konvektio rakenteen läpi. Ilmansulun tulee olla systeeminä tiivis. Yleensä rakenteeseen asennettu höyrynsulku toimii samalla myös ilmansulkuna.

Rakenteen tiiviydellä on suuri merkitys energian kulutukseen (Reinikainen, K., Hallirakennusten vaipparakenteiden ja toteutuksen vaikutus energiankulutukseen).

Puun hygroskooppisuus (sorbtio)

Puulla on kyky sitoa ja luovuttaa kosteutta pintojensa välityksellä, kun pinnat on oikein käsitelty tai puu esiintyy sellaisenaan. Puusta tehty sisäverhous tasaa huoneilman kosteusvaihteluja, mikä on etu vaihtuvissa olosuhteissa. Puuverhouksilla voidaan näin vaikuttaa myönteisesti sisäilman laatuun.

Oikeanlainen puun käyttö sisustuksissa voi johtaa vähäisempään ilmanvaihdon tarpeeseen ja sitä kautta pienempään energian kulutukseen.

Puisten pintojen käytöllä on teknisten seikkojen lisäksi myös vahva esteettinen merkitys.

6.1.3 Vesikaton vedeneristys

Normaalisti vesikaton on oltava riittävän kalteva vesien poistojohtamiseksi. Vesikaton pintarakenteen, katteen, on estettävä sadeveden, sulamisveden, jään ja lumen tunkeutuminen alapuolisiin rakenteisiin. Erikoistapauksena esiintyy jäähdytetyn varaston yhteydessä joskus ns. allaskattoja, mutta ne on suunniteltava aina erikoisosaamista käyttäen.

Puuhallin vesikaton rakenne voi olla tuulettuva tai suljettu. Tuulettuva kattorakenne varustetaan höyrynsululla ja tuulensuojalla, sekä tarvittaessa aluskatteella. Hallirakentamisessa lähes kaikki katevaihtoehdot ovat mahdollisia. Kate voi olla mm. sileä peltikate, metallinen poimulevykate tai tehty kattotiilistä, betonikattotiilistä, bitumisista kattolaatoista, bitumikermeistä tai aaltolevyistä. Eri katemateriaalien valinnassa tulee ottaa huomioon kunkin katemateriaalin minimikaltevuudet.



Kuva 6.4 Vesikatto voidaan toteuttaa tuulettavana tai suljettuna rakenteena.



Kuva 6.5 Puinen yläpohjarakenne tarjoaa sellaisenaan ratkaisun äänenvaimennukseen. Mikroautorata VM Karting Center, Vantaa.

Asemakaavassa voi myös olla määräys katemateriaalista, kaltevuudesta tai väristä.

Suljettua rakennetta käytetään yleensä loivilla katoilla, jolloin katteen ja vedeneristyksen käyttöluokka määräytyy katon käyttötarkoituksen, kattokaltevuuden ja vedeneristyksen suojaustavan mukaan.

Vuoden 1998 ohjeissa kattorakenteet jaetaan neljään eri käyttöluokkaan käyttötarkoituksensa ja katon kaltevuuden mukaan. Luokat ilmaistaan kaltevuuden avulla ja ne ovat VE 10, VE 20, VE 40 ja VE 80, joissa lukuarvo ilmaisee vesikaton minimikaltevuuden (esim. VE 20 luokan minimikaltevuus on 1:20). Kaltevuusluokituksissa on otettava huomioon, että vesikaton jiirin luokka määräytyy jiirin kaltevuuden mukaan. Myöskään loivempaa kuin 1:80 olevaa kattorakennetta ei suositella.

6.1.4 Äänenvaimennus

Meluntorjunta on sekä terveyteen että miellyttävyyteen liittyvä kysymys.

Esimerkiksi tehdashallissa työntekijä kokee meluavan koneen äänikentän kahdella tavalla. Osa äänestä tulee suoraan äänilähteestä vastaanottopisteeseen, jolloin huoneen pinnoissa olevat vaimennusverhoukset eivät siihen vaikuta. Osa äänestä taas tulee heijastuneena huoneen rajapintojen kautta. Jos nämä rajapinnat ovat hyvin ääntä imeviä, on heijastunut ääni vähäisempi kuin pintojen ollessa enemmän ääntä heijastavia.

Melua voidaan torjua monella tavalla. Ensisijaisesti tulee vaimentaa melulähde esim. koteloimalla. Sen lisäksi melua voidaan vaimentaa ja erityisesti kaiunta-aikaa pienentää lisäämällä heijastavien pintojen absorptiokykyä.

Akustiikan suunnittelu voi olla myös muuta kuin vain äänen vaimennusta. Esim. konserttisalin, puhetilan ym. suunnittelussa halutaan saavuttaa juuri tietynlainen jälkikaiunta-aika, äänen heijastuminen jne.

Rakennusten akustinen luokitus A-D määritellään SFS standardista 5907.

Jälkikaiunta-aikoja eri tyyppisissä halleissa				
<i>Jälkikaiunta-aika / s</i>				
<i>Taajuus / Hz</i>	<i>Jäähallit</i>	<i>Salibandy- ja sulkapallohallit</i>	<i>Marketit</i>	<i>Teollisuustilat</i>
	<i>20000 m³</i>	<i>10000 m³</i>	<i>15000 m³</i>	<i>5000 m³</i>
125	2,4–2,9	2,0–2,5	2,0–3,0	3,0–4,0
250	2,0–2,5	1,7–2,2	1,7–2,7	2,5–3,5
500	1,7–2,2	1,4–1,9	1,5–2,5	2,0–3,0
1000	1,5–2,0	1,3–1,8	1,3–2,3	2,0–3,0
2000	1,4–1,9	1,3–1,8	1,3–3,3	1,5–2,5
4000	1,1–1,6	1,0–1,5	1,0–2,0	1,0–2,0

Taulukko 6.1 Hallirakennusten suositeltavia jälkikaiunta-aikoja

Vaimennusten suunnittelu

Lähtökohtana vaimennuksen suunnittelussa voidaan pitää vaimennettavan jälkikaiunta-ajan saavuttamista tai äänitason alentamista. Käyttämällä vaimennusverhouksia, esim. puuritiilitä tai rei'itettyjä vanerilevyjä tai yksinkertaisimmillaan mineraalivillalevyjä, voidaan yleistä äänitasoa alentaa. Kaikkien pintojen verhoaminen ei ole välttämätöntä, yleensä riittää kattopinnan tai sen suuruisen seinäpinnan verhoaminen. Koska vaimennusmateriaalit sellaisenaan ovat mekaaniselta kestävyydeltään melko heikkoja, on niiden luonnollisin sijoituspaikka katossa tai seinien yläosassa. Vaihtoehtoisesti pinnat voidaan verhota ritiilillä tai rei'itetyillä levyillä, joiden takana on vaimentava materiaali.

Taloudellisesti edullinen vaimennus saavutetaan, kun voidaan yhdistää vaimennusmateriaali ja lämmöneristys. Joissakin elementtjärjestelmissä vaimennusverhous toimii myös lämmöneristeenä, mutta tarvittaessa (vaativissa kohteissa) elementeissä voi olla myös erillinen, taustaltaan tuulettuva vaimennusverhous.

Musiikkisaleissa voidaan mm. säädeltävillä vaneriluukuilla, puuverhouksilla ja säleiköillä muunnella olosuhteita kulloinkin esitettävän musiikin edellyttämällä tavalla.



Kuva 6.6 Rei'itetyllä vanerilla toteutettu äänenvaimennus japanilaisessa koulun liikuntasalissa.



Kuva 6.7 Puu soveltuu monimuotoiseen käyttöön. Toinen esimerkki liikuntasalin äänenvaimennuksen toteuttamisesta.

Esimerkki 1: Jäähallit

Jäähalleissa jälkikaiunta-ajat eri oktaavikaistoilla riippuvat siitä, soitetaanko väliajoilla ja katkoilla musiikkia sekä esitetäänkö kuulutuksia. Taulukon arvoissa em. vaatimukset on otettu huomioon. Mikäli vaatimuksia ei ole, voivat jälkikaiunta-aikojen arvot olla oktaavikaistoittain n. 0,5 sekuntia pidemmät. Yleisön määrä vaikuttaa oleellisesti koettuun jälkikaiuntaan vaatetuksen absorptio-ominaisuuksien johdosta.

Esimerkki 2: Salibandy- ja sulkapallohallit

Salibandy- ja sulkapallohallit ovat usein osa yleiskäyttöisiä liikuntahalleja, jotka soveltuvat moniin eri liikuntaharrastuksiin. Kuulutusten tarvetta ei tavallisesti ole eikä musiikin toistolle aseteta suuria vaatimuksia.

Esimerkki 3: Marketit

Pienet marketit eivät tavallisesti vaadi merkittäviä akustisia ratkaisuja jälkikaiunta-aikojen osalta, koska hyllyköt tavaroi-
neen toimivat melko tehokkaina ja laajakaistaisina vaimentajina. Sitä vastoin tilavuudeltaan suuremmissa halleissa on jälkikaiunta-ajan lyhentäminen erikoisrakenteilla perusteltua, koska tuotteita mainostetaan kuulutuksin. Taustamusiikki ei vaadi akustiikalta erityisratkaisuja.

Taustamelutaso

Huonetilassa kaukana äänilähteestä diffuusissa äänikentässä äänitaso alenee, kun tilaan lisätään ääntä vaimentavaa materiaalia tai rakenteita. Taustamelua voidaan siis vaimentaa lisäämällä tilaan absorptiomateriaalia.

Ääneneristävyys

Määräykset ja ohjeet äänieristyksestä ja meluntorjunnasta on esitetty RakMK:n osassa C1. Usein käyttötarkoituksesta on suoraan johdettavissa ulkovaipan ääneneristävyyden tarve. Toisinaan myös asemakaavamääräyksillä edellytetään korotettua äänieristystasoa esimerkiksi poikkeuksellisen kovan liikenne- tai lentomelun takia. Onnistuneen äänen-eristykseen edellytyksenä on huolellinen eristeiden asentaminen ja saumojen tiivistys.

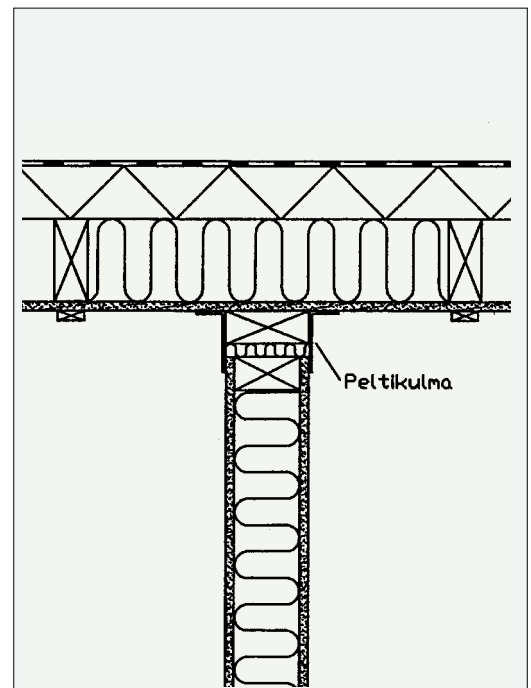


Kuva 6.8 Taidoikkailla äänenvaimennuksilla on luotu viihtyisää sisäiljöötä Isokyrön kirjastoon.

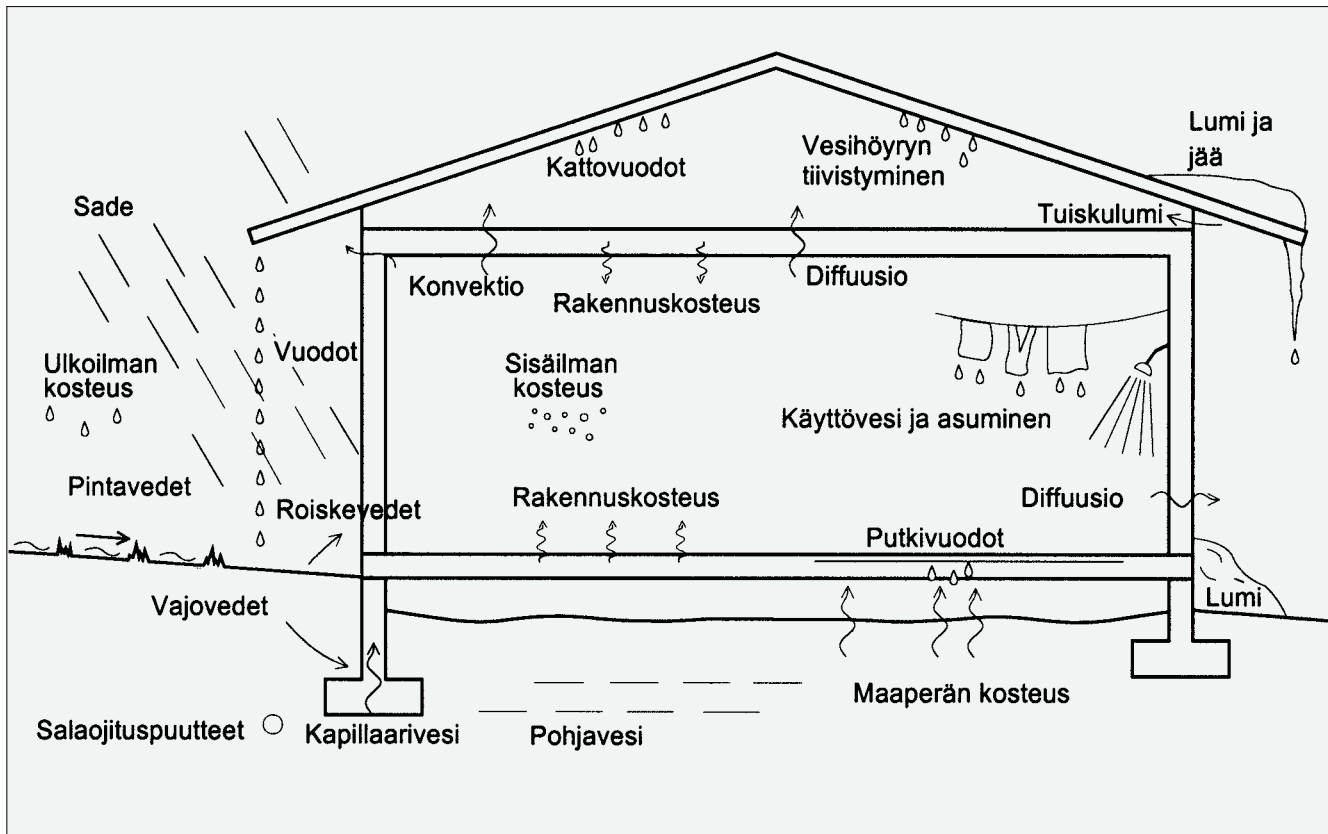
6.1.5 Väliseinät ja välipohjat

Väliseinät voivat olla elementtirakenteisia tai paikalla tehtyjä. Molemmissa tapauksissa liittymä vesikattoon on tehtävä niin, että seinän ja katon alapinnan väliin jää liikevara, jonka määrä riippuu katon taipumasta. Liitos voidaan verhoilla esimerkiksi pelti- tai puulistalla. Ääneneristyksen vuoksi välitila tulee täyttää esimerkiksi pehmeällä mineraalivillalla. Liittymä ulkoseinään ei tarvitse liikevaraa, mutta se on syytä varustaa ääneneristystä varten mineraalivillalla ja lisäksi elastisella saumamassalla.

Välipohjan liittymä ulkoseinään on ääneneristyksen vuoksi syytä varustaa myös mineraalivillakaistalla ja elastisella saumamassalla sekä tarvittaessa peitelistalla, jona välipohjan yläpuolella voi toimia jalka- tai mattolista.



Kuva 6.9 Väliseinän joustava liitos yläpohjaan peltilistalla.



Kuva 6.10 Erilaisia kosteusrasituksia.

6.2 Rakenteiden kosteusteknisen toimivuuden periaatteet

Ylimääräisiä kosteuden aiheuttamia rasituksia voidaan vähentää, kun suunnittelussa ja rakentamisessa otetaan huomioon seuraavat neljä periaatetta:

- 1) *Kosteuden sisään pääsyn rajoittaminen tai estäminen*
Otetaan huomioon eri kosteuslähteet ja kosteuden siirtymismuodot.
- 2) *Kosteuden poistumisen varmistaminen*
Otetaan huomioon kosteuden eri siirtymismuodot sekä harvinaisten kosteuslähteiden vaikutus.
- 3) *Kosteuden vaikutusten minimointi*
Hallitaan kosteuden vaikutukset mm. valitsemalla kosteutta kestävä materiaalit.
- 4) *Kosteuspitoisuuden ja sen vaihteluiden hallinta rakennekerroksissa*
Varmistetaan liitosten toiminta sekä riittävän lyhyet märkäajat. Vältetään kasvavaa kosteuden kertymistä.

Sokkeli

Pinta- ja roiskevesien julkisivumateriaalille aiheuttamien vaurioiden vähentämiseksi julkisivuverhouksen alareunan tulee olla maanpinnan yläpuolella vähintään 300 mm. Mikäli julkisivumateriaali on erityisen arka kosteudelle, on harkittava suurempaa sokkelikorkeutta. Sokkelin ja julkisivumateriaalin alaosan kosteusrasitusta ja likaantumista vähennetään vettä hyvin läpäisevällä sokkelin vierustäytöllä.

Maanvaraisen lattian riittävä korkeus ympäröivään maanpintaan nähden vähentää sade- ja sulamisvesien aiheuttamien kosteusvaurioiden riskiä. Sokkelin viereen kerääntyvien lumen ja jään sulaminen lämpötilan noustessa voi aiheuttaa paineellisen veden virtausta perustuksiin ja edelleen sisään lattiarakenteeseen. Jos on mahdotonta toteuttaa vaadittua korkeuseroa rakennusta ympäröivän maan ja lattian välillä, pitää suunnittelussa ottaa huomioon keinot kosteusrasitusten vähentämiseksi mm. pintavesien tehokkaalla poisjohtamisella.

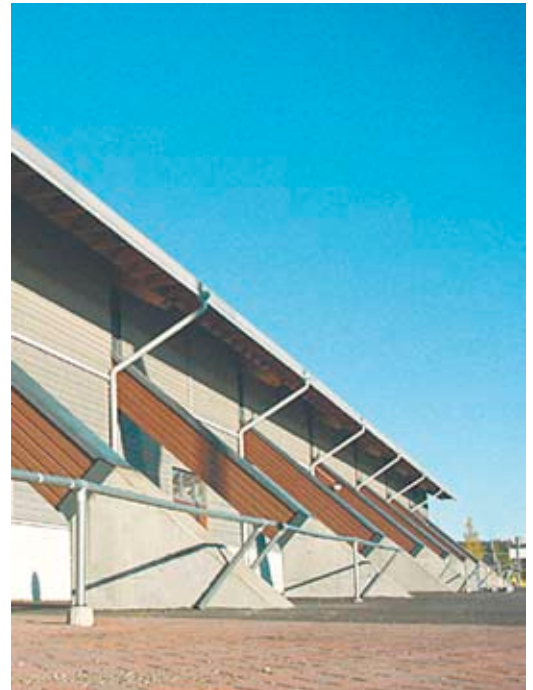
Hallirakennusten tyypillinen piirre on esimerkiksi asuinrakennuksia suurempi runkosyvyys. Mikäli rakennuksen sivumitat ovat yli 12 m, maa lämpenee rakennuksen keskiosissa maanvaraisen laatan alla, ja kosteusvirta suuntautuu maasta ylöspäin. Rakenne toimii mikäli lattiapinnoite ei ole tiivis.

Pintavesien aiheuttamia kosteusrasituksia tulee vähentää ympäröivän maan riittävillä kallistuksella sokkelista poispäin. Myös kattovedet on johdettava hallitusti joko sadevesiviemäriin tai riittävän kauas sokkelista.

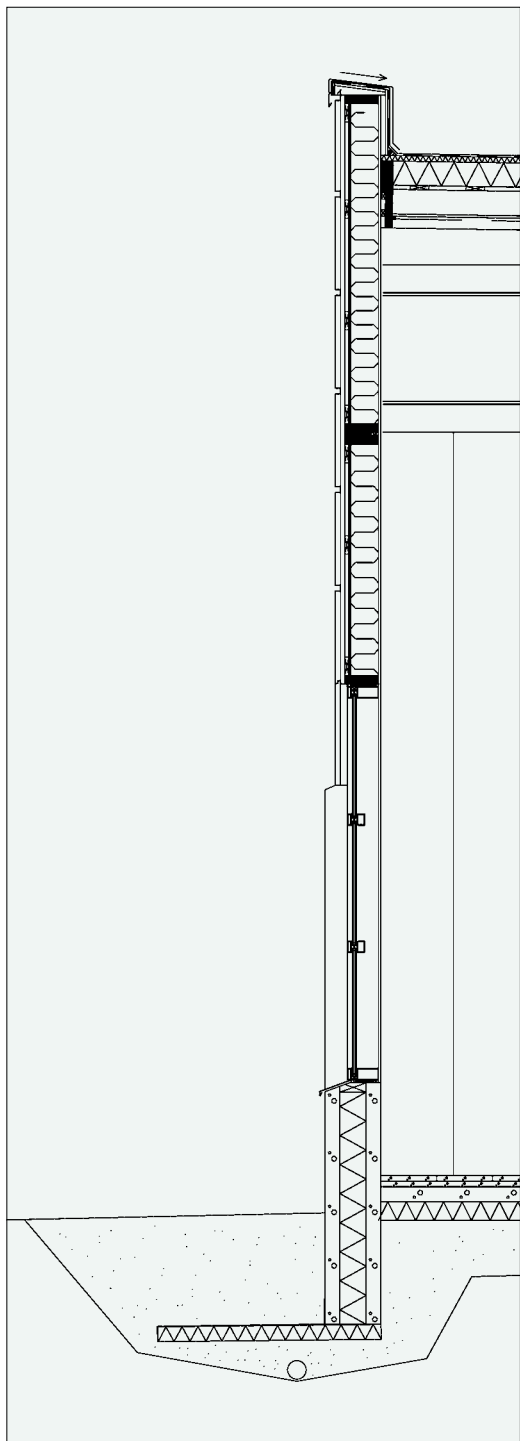
Ulkoseinä

Ulkoverhouksen takana oleva yhtenäinen tuuletusväli mahdollistaa rakenteeseen päässeän kosteuden poistumisen tuuletuksilman mukana. Tuuletusvälin tulee olla alhaalta ja ylhäältä avoin, jotta vuotovedet pääsevät poistumaan.

Yhtenäinen höyryn- ja ilmansulku rakenteen lämpimällä puolella, mahdollisimman lähellä sisäpintaa, estää rakennuksen sisäpuolisen kosteuden pääsyn diffuusion ja konvektion muodossa eristekerrokseen. Kattorakenteen taipuma ja liike suhteessa seinään on hoidettava siten, ettei liitoksen tiiviys vaarannu.



Kuva 6.11 Tampereen Pirkkahallin sokkeli- ja perustusratkaisu.



Kuva 6.12 Teollisuusrakennuksen polyuretaanieristeinen katto- ja ulkoseinä rakenne.

Rakennuksen sisätila suunnitellaan yleensä alipaineiseksi, jolloin kostea ilma ei pyri sisältä ulospäin. Hallirakennukset ovat yleensä korkeita tiloja, jolloin rakennuksen yläosissa voi olla ylipainetta ja kosteus pyrkii rakenteen läpi ulkoilmaan. Riskejä voidaan vähentää koneellisella IV-järjestelmällä, jolla rakennuksen sisäpuoli varmistetaan alipaineiseksi. Jos sisätilan on jostain syystä oltava ylipaineinen, on kiinnitettävä erityistä huomiota rakenteen tiiviyyteen. Hyvin kosteissa tiloissa, kuten uimahalleissa, rakenteen sisäpinnan on oltava erittäin tiivis, sillä kosteusolojen hallinta ilmanvaihdolla nurkissa ja muuallakin yläosassa saattaa olla vaikeata. Pakkasvarastoissa kosteuden kulku suuntautuu ulkoa sisälle samoin kuin alipaineisissa tiloissa. Jäähdytetyissä tiloissa kosteuden kulku vaihtelee vuoden- ja vuorokauden aikojen mukaan.

Ulkoseinä rakenteen huolellisella tuulensuojauksella varmistetaan lämmöneristeen eristyskyvyn säilyminen ja estetään tuulenpaineen aiheuttamat konvektiot rakenteen läpi ulkoa sisälle ja lämmöneristeen sisällä. Tuulensuojan tulee kestää kosteutta ja olla vesihöyryä läpäisevä.

Julkisivumateriaalia valittaessa on kiinnitettävä huomiota julkisivun sadevedenpitävyyteen sekä materiaalin että saumojen ja liitosten osalta. Suunnittelussa on otettava huomioon seinäpinnalla kulkeva vesi ja lumi sekä seinäpintaa pitkin kulkevan veden poisjohtaminen.

Puujulkisivu kestää säärasituksia, kunhan otetaan huomioon mm. seuraavia seikkoja:

- kiinnitysalustan tulee olla tukeva, vähintään 25 mm x 100 mm lauta
- verhouslautojen jatkoksia tulisi välttää ja limityksissä on otettava huomioon veden valuminen
- julkisivulaudojen jatkoksissa tulisi lautojen päät ainakin pohjamaalata ennen asennusta
- vaakaverhouslautojen päittäisjatkokset tulee sovittaa tarkasti, jotta niistä tulee tiiviitä
- listoitukset ja laudoituksen suunnanmuutokset tulisi detaljoida niin, että veden valunta edelleen tapahtuu hallitusti
- vaakalistoitusten yläpinta tulee kallistaa ulospäin
- naulauksen esirei'ityksellä voidaan välttää halkeilua.

Seinärakenteen liitokset

Liitosten tulee olla sekä sadeveden- että ilmatiiviitä. Liitokset on suunniteltava siten, ettei sadevesi haitallisesti roisku seinään, valu seinää pitkin tai pääse seinärakenteen sisään. Sisäpuolinen kosteus ei pääse rakenteisiin konvektion muodossa, mikäli liitokset ovat ilmatiiviit. Esimerkiksi ikkunat liitetään tiiviisti seinärakenteen höyrynsulkuun tai läpäisemätöntä eristettä käytettäessä eristeeseen.

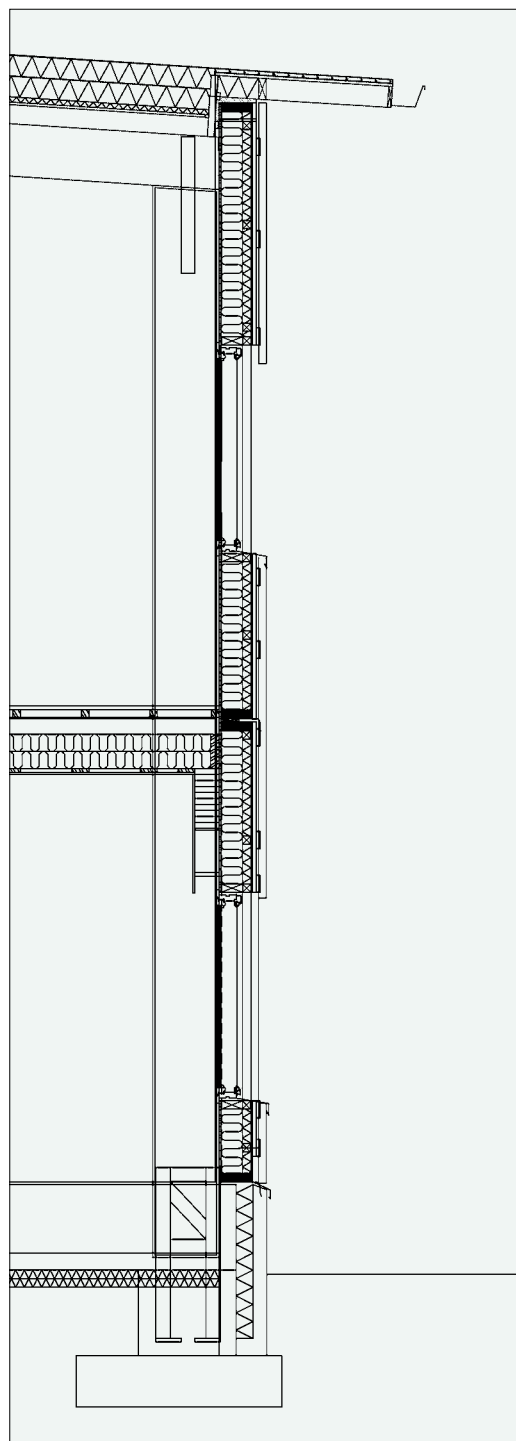
Kaikki vaakaliitokset tulisi varustaa tippapellityksin. Vaakaliitoksia esimerkiksi ovat katokset, ikkunat ja ovet samoin kuin julkisivumateriaalin vaihtumiskohdat. Pellitykset estävät vuotovesien pääsyä rakenteisiin. Pellitysten tulee ulottua riittävän kauas seinästä. Tuulenpaineen vaikutuksesta vesikalvo liikkuu seinäpintaa pitkin, myös ylöspäin, mikä edellyttää ns. vastapeltien käyttöä. Veden ja talvella lumen pääsy seinä- ja kattorakenteisiin on estettävä.

Ikkunan olisi mielellään sijaittava mahdollisimman lähellä seinän sisäpintaa. Mikäli rakennuksen sisällä on kuivat olosuhteet, ikkuna voidaan sijoittaa myös lähemmäs seinän ulkopintaa. Jos rakennuksessa on sisäpuolista kosteudentuottoa tai rakennuksessa tapahtuva toiminta vaatii korkeampaa sisäilman kosteutta, syntyy kondenssiriski ikkunan sisäpintaan. Ikkunan sijaitessa lähellä seinän sisäpintaa ilmankierto toimii ikkunan kohdalla ja kondenssiriski pienenee.

Räystäsrakenne

Räystäsrakenteen tulee olla sellainen, että se suojaa seinärakennetta sateelta. Räystäs suojaa seinän ja katon liitosta sekä tuuletusreittejä sadevedeltä ja lumelta. Ääriolosuhteissa tarvitaan vastapelti. Kattovesien ja räystäskourujen vuotovesien pääsy julkisivupinnalle ja ulkoseinärakenteeseen on myös estettävä.

Leveä räystäs on suositeltavampi puurunkoisten ulkoseinärakenteiden yhteydessä. Kapean räystään yhteydessä on otettava huomioon reunan riittävä korotus ja räystäspellin riittävät mitat ja muoto. Kapean räystään yhteydessä julkisivu joutuu suuremman sadevesirasituksen kohteeksi ja huokoisten materiaalien käyttö lisää julkisivun kosteusrasitusta.



Kuva 6.13 Teollisuusrakennuksen mineraalivillaeristeinen katto- ja seinärakenne.



Kuva 6.14 Ulkopuolisessa vedenpoistossa on huomioitava sadeveden johtaminen riittävän kauas rakenteista.

Vesikatto

Vesikatteen tulee olla kauttaaltaan tiivis. Erytystä huolellisuutta vaativia kohtia ovat kaikki läpiviennit, liitokset ja kiinnitykset. Epäjatkovien katteiden yhteydessä käytetään tiivistä aluskatetta. Monimuotoisissa katoissa on pyrittävä välttämään kaiteita, vettä ja lunta helposti kerääviä paikkoja. Kaikki kohdat, joihin voi kertyä runsaasti vettä, voivat aiheuttaa ylimääräisiä rasituksia ja kuormituksia. Jiirit ja taitekohdat on suunniteltava huolellisesti. Katemateriaalin ominaisuudet (kutistuminen / taivutettavuus) on otettava huomioon katon yksityiskohtien suunnittelussa. Mikäli täydellistä tiiviyyttä ei voida varmistaa, on varauduttava vesivuotoihin ja hoidettava vedenpoisto. Katon tuuletusväliin voi päästä vettä ja kosteutta joko katteen liitoskohdista tai yläpohjan läpi, mikäli yläpohja ei ole ilmatiivis. Kosteuden poistuminen on varmistettava riittävällä tuuleutuksella. Mikäli katossa ei ole tuuletusväliä, on rakenteen tuulettuminen varmistettava muilla keinoilla, kuten uritetulla eristeellä tai alipainetuulettimilla.

Vedenpoisto

Vedenpoisto katolta hoidetaan joko sisäpuolisella tai ulkopuolisella vedenpoistolla. Kummankin vedenpoistojärjestelmän yhteydessä voidaan käyttää joko leveää tai kapeaa räystästä. Käytettäessä sisäpuolista vedenpoistoa kattokaivot ja sisäpuoliset vedenpoistoreitit suunnitellaan siten, ettei vettä tiivisty eikä jäädy haitallisesti. Erytystä huolellisuutta vaativat vastakallistukset ja sisäjiirit. Vastakallistuksia suunniteltaessa on otettava huomioon pää- ja sekundääri-palkkien taipumat. Kallistusten tulee olla riittävät taipumista huolimatta.

Ulkopuolisen vedenpoiston yhteydessä ei saa sijoittaa räystäskouruja seinärakenteen sisään tai seinälinjan päälle. Vedenpoistokanavien tulee olla helposti puhdistettavat. Kattopinnalla lumen alla sulava vesi jäätyy tullessaan räystäällä olevalle kylmälle kattopinnalle tai kylmiin kouruihin ja syöksytorviin. Räystäälle kiinni jäätyvä vesi saattaa padota yläpuolelta juoksevan veden, jolloin seurauksena on vesivuotoja, mikäli kate ei ole tiivis. Jäätymisriskiä vähentää hyvä tuuletus ja hyvä yläpohjan lämmöneristys.

6.3 Katto- ja seinärakenteiden elementointi

Tarjouspyyntöjen laadinnan varhaisessa vaiheessa on syytä ottaa kantaa, missä määrin tähdätään elementtitoteutukseen. Valinta vaikuttaa laadittaviin asiakirjoihin.

Elementtien käytöllä tapauskohtaisesti saavutettavia etuja voivat olla mm.:

- rakennuksen vaippa saadaan nopeasti umpeen ja sisätoita voidaan jatkaa suojassa
- elementtien sisä- ja ulkopinnat valittavissa melko vapaasti
- katon alapinta valmis (sisältäen esim. akustoinnin) jo tehtaalla
- vesieriste valmiina yläpinnassa (työmaalla saumaus ja mahdollinen pintahuopa)
- räystäät valmiina elementeissä, pohjamaalattuina
- ikkunat tai julkisivuverhoilu mahdollista kiinnittää jo tehtaalla
- elementtien mitoitus tapahtuu kohdekohtaisesti, jolloin jokaisen kohteen rakenteet optimoitavissa
- asennus mahdollista ympäri vuoden
- säävaurioriskit pienemmät
- talvitöissä säästyy lämmityskustannuksia
- elementit ovat myöhemmin esimerkiksi laajennettaessa siirrettävissä.

Elementtien jakoa suunniteltaessa tulee ottaa huomioon julkisivujen ja katon aukotustarpeet. Tämän lisäksi valintoihin voivat vaikuttaa myös rakennuspaikan olosuhteet.

Elementit voivat olla yksi- tai useampiauukkoisia. Tavanmukaisilla jänneväleillä elementtien paksuudet ovat suuruusluokkaa :

- seinässä noin 200 mm + ulkoverhous
- katossa noin 400 mm + tuuletusväli.

Rakennetyyppien valintaa varten on syytä keskustella elementtivalmistajien kanssa.



Kuva 6.15 Elementointi voi olla osa pinnan tekstuuria.



Kuva 6.16 Viihdekympylän pyöreä pohjamuoto on voitu toteuttaa elementtirakenteisena. Tropiclandia, Vaasa.

Suorakaiteen muotoinen tavanmukainen halli elementoidaan yleensä siten, että elementtien lukumäärä ja erilaisten elementtien määrä minimoidaan. Sovituselementtien käyttö mahdollistaa päämittojen valinnan vapaasti. On syytä pyrkiä käyttämään täysleveitä elementtejä. Vapaamuotoisissa rakennuksissa elementit suunnitellaan kohdekohtaisesti pyrkien silloinkin sarjatuotantoon. Usein nimenomaan vaikeissa olosuhteissa valitaan elementtitoteutus.

6.3.1 Kattoelementti

Kattoelementtien käyttöalue on yleensä jänneväleillä 4,8–12 m. Elementit tehdään mieluiten moniaukkoisiksi, jolloin elementin pituus on yleensä 18–24 m ja enimmillään noin 26 m. Suositeltava leveys on 2400 mm. Sovituselementeiksi valmistetaan tarvittaessa kapeampia elementtejä.

Runko

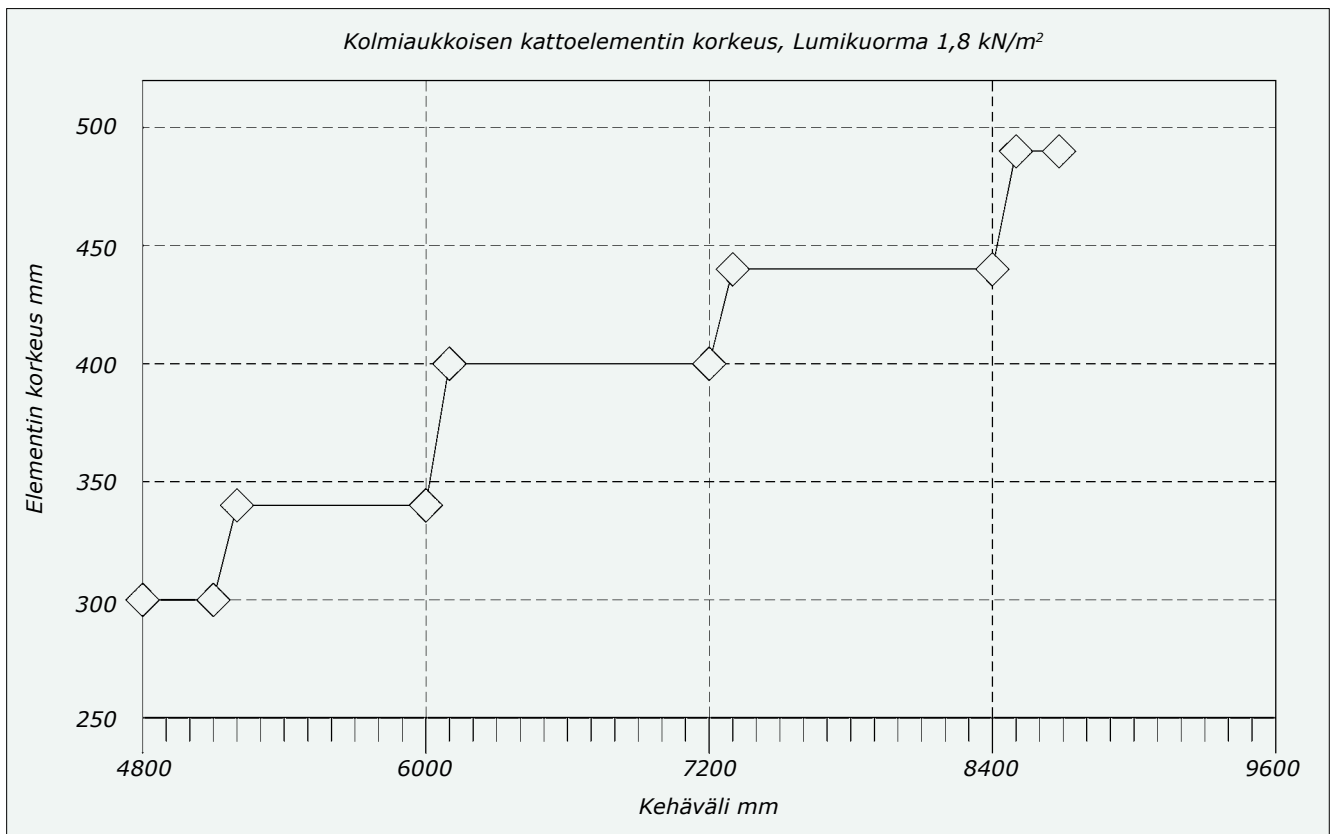
Elementtien kantavana rakenteena käytetään viilupuupalkkia tai liimapuuta. Sekundäärikannattajina pääkannattajien välissä käytetään mitallistettua tai tavallista puutavaraa yleensä k/k 600.

Sisäverhouslevy

Sisäpinta muodostuu verhouslevystä, joka voidaan käsitellä huonetilan vaatimusten mukaisesti. Kiinnitys voi tapahtua puulistoin, jolloin saumakohdat jäävät piiloon. Paloturvallisuuden kannalta verhouslevy muodostaa kattopinnalle EI10-, (EI15- tai EI30-luokan) suojaverhouksen. Tarvittaessa voidaan käyttää myös tehokkaampia suojaverhouslevyjä. Mikäli palotekniset vaatimukset eivät rajoita, voidaan verhouslevy sijoittaa myös sekundääripalkkien yläpuolelle. Arkkitehdin tulee merkitä pohjapiirustuksiin tai palotekniseen kaaviopiirustukseen alueittain tarvittavan palosuojasuojaverhouksen luokka sekä eri sisäpintaverhousalueet.

Vedeneriste

Elementin yläpintaan voidaan tehtaalla kiinnittää yksikerroskate. Elementtien väliset vedeneristesaumot saumataan työmaalla. Myös kaksikerroskatteen pohjakermi voidaan asentaa kattoelementtiin jo tehtaalla.



Taulukko 6.2 Kolmiaukkoisen kattoelementin korkeuden riippuvuus kehävälistä. Lumikuorma 1,8 kN/m².

Lämmöneriste

Lämmöneristeenä voidaan käyttää esimerkiksi rakentamista varten kehitettyä polyuretaania, jolla on hyvät kestävyys- ja lämmöneristysominaisuudet. Eriste toimii kantavana ja jäykistävänä osana elementissä ja sen paksuus on yleensä 80–170 mm. Sen tyyppihyväksytyt λ_d -arvot ovat asennus- ja suojaustavasta riippuen 0,024–0,030 W/mK.

Sekundäärikannattajien päällä voidaan käyttää myös jäykkiä mineraalivillalevyjä eristepaksuuksilla 120–250 mm. Eristeiden λ_d -arvot ovat 0,033–0,041 W/mK suojaustavasta riippuen. Mineraalivillaeristeitä käytettäessä elementit varustetaan aina höyrynsululla ja aina järjestetään tuuletus.

Tuulettuva, mineraalivillaeristeinen kattoelementti

Lämmöneristeenä käytetään pehmeätä mineraalivillaa eristepaksuuksilla 150–350 mm. Eristeiden λ_n -arvot ovat 0,037–0,045 W/mK suojaustavasta riippuen. Tuuletusvälin suuruus määritellään rakennuskohtaisesti kulloistenkin vaatimusten pohjalta, yleensä 100–150 mm. Rakenteesta riippuen tuulettuvassa kattoelementissä voidaan käyttää tuulensuojaa ja/tai aluskatetta.



Kuva 6.17 Pirkkahallin seinäelementtien asennus käynnissä.

6.3.2 Seinäelementti

Seinäelementtien käyttöalue on yleensä jänneväleillä 4,8 – 10 m. Elementit tehdään usein moniaukkoisiksi, jolloin elementin pituus on yleensä 10 – 16 m. Suositeltava leveys on 2400 – 3000 mm verhouslevypituuksien mukaan, mutta lopullinen leveys on sovittavissa tapauskohtaisesti. Elementtien suurin pituus on noin 16 m.

Arkkitehdin tulee esittää tarjouspyyntöpiirustuksissa julkisivujen toivottu tai vaadittu saumajako. Kantaa voidaan ottaa mm. elementtien suuntaan ja kokoon. Pystyelementtejä käytetään yleensä, kun tuulipilareita halutaan jättää pois ja tukiväli perusmuurin päältä räystäälle on sopiva (kolmesta kahdeksaan metriin). Tyypillisin seinäelementin asento pilari-palkkirungossa on vaakasuunta.

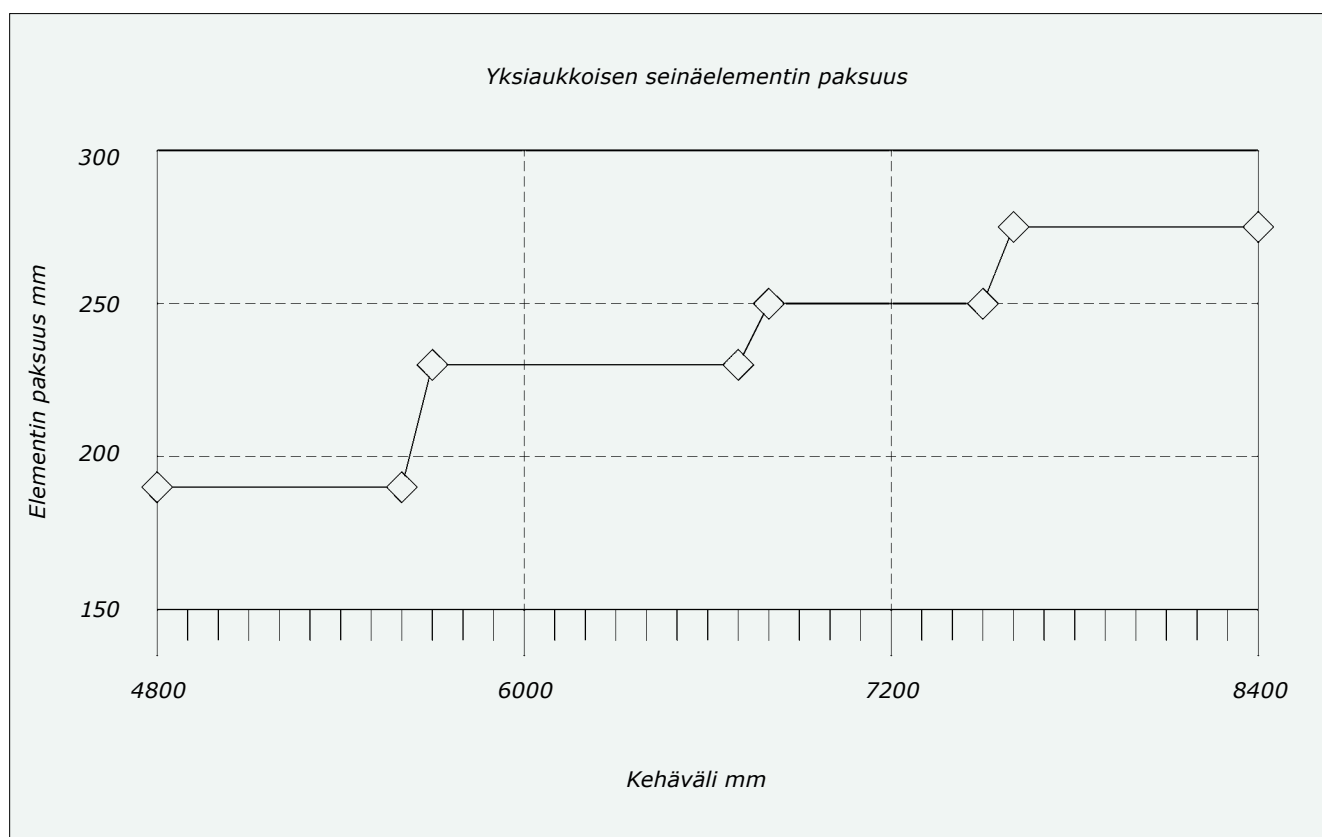
Julkisivussa näkyvä saumajako voi poiketa sisäpuolisesta, jos elementti verhoillaan paikalla.

Runko

Elementtien runko on saman tyyppinen kuin kattoelementeissäkin, eli kantavana rakenteena käytetään viilupuupalkkia tai määrätyissä tapauksissa liimapuuta. Sekundäärikannattajina pääkannattajien välissä käytetään mitallistettua tai tavallista puutavaraa yleensä k/k 600.

Sisäverhouslevy

Sisäpinnassa on verhouslevy, joka voidaan valita huonetilan vaatimusten mukaisesti. Paloturvallisuuden kannalta verhouslevy muodostaa seinäpinnalle EI10- (tai EI15-luokan) suoja-verhouksen. Tarvittaessa voidaan käyttää myös tehokkaampia suojaverhouslevyjä. Arkkitehdin tulee merkitä pohjapiirustuksiin tai palotekniseen kaaviopiirustukseen alueittain tarvittavan palosuojasuojaverhouksen luokka. Eri verhousmateriaalialueet osoitetaan kaaviolla.



Taulukko 6.3 Yksiaukkoisen seinäelementin paksuuden riippuvuus kehävälistä ilman julkisivuverhousta.

Ulkopinnan verhoukslevynä käytetään tuulensuojaverhoukslevyjä (tai -kalvoja), jotka sijoitetaan lämmöneristeen ulko-pintaan. Käyttämällä tuulensuojavillalevyä saadaan runko-tolppienkin kohdalle lisäeriste. Tuulensuojan päälle kiinnitetään tehtaalla valmis koolaus.

Mineraalivillaeristeinen suurseinäelementti

Lämmöneristeenä käytetään pehmeätä mineraalivillaa eriste-paksuuksilla 100 - 175 mm. Eristeiden λ_0 -arvo on 0,033 – 0,041 W/mK. Tuulensuojana käytetään yleensä tuulensuojakipsilevyä, mutta myös muut materiaalit ovat mahdollisia.

Elementtien rakennekerrokset

A

- 1 Vesieristys, luokka VE10-VE80
(riippuen mm katon kaltevuudesta)
- 2 Uritettu kovavillakattolevy OL-K 30 mm
- 3 Mineraalivilla OL-P 70-150 mm
(vahvuus u-arvo vaatimusten mukaisesti)
- 4 Höyrynsulku saumat 200 mm limittäin
- 5 Harvalaudoitus
- 6 Välipalkki
- 7 Verhouslevy rakennusselityksen mukaan
esim kipsilevy tai akustiikkalevy
- 8 Verhouslevyn kiinnityslistat
- 9 Kertopuupalkki

B

- 1 Vesieristys, luokka VE10-VE80
(riippuen mm katon kaltevuudesta)
- 2 Polyuretaanieriste AL 80-150
- 3 Välipalkki
- 4 Verhouslevy rakennusselityksen mukaan
esim kipsilevy tai akustiikkalevy
- 5 Verhouslevyn kiinnityslistat
- 6 Kertopuupalkki

C

- 1 Vesieristys, luokka VE10-VE80
(riippuen mm katon kaltevuudesta)
- 2 Raakapontti
- 3 Yläpalkki + tuuletustila
- 4 Tuulensuoja, kiinnitys mekaanisesti reunoilta
- 5 Mineraalivilla, yht 150-350 mm
- 6 Välipalkki
- 7 Höyrynsulku, saumat 200 mm limittäin
- 8 Verhouslevy rakennusselityksen mukaan
esim akustiikkalevy
- 9 Verhouslevyn kiinnityslistat
- 10 Kertopuupalkki

D

- 1 Vesieristys, luokka VE10-VE80
(riippuen mm katon kaltevuudesta)
- 2 Polyuretaanieriste esim AL 80
- 3 Akustiikkalevy
- 4 Välipalkki
- 5 Kertopuupalkki

E

- Kertopuupalkki
Harvalaudoitus pysty-/vaakasuuntaan
Tuulensuojakipsilevy
Runko + min.villa 150 (100 - 200)
Höyrynsulku saumat 200 mm limittäin
Verhouslevy rakennusselityksen mukaan

F

- Lauta 22*100, joko julkisivuverhoilun mukaan
Polyuretaanilevy AL 80 - 120
Verhouslevy rakennusselityksen mukaan
Kertopuupalkki

6.3.3 Elementtityypin valintaesimerkkejä

Kattoelementti

Ohessa on esitetty neljä esimerkkiä eri tyyppisten kattoelementtien soveltuvuusalueista. Käyttöolosuhteista johtu-vien laatuvaatimusten perusteella tarkemmat materiaali-paksuudet ja muut ominaisuudet tulee aina määritellä tapauskohtaisesti.

A Liike- ja teollisuustiloihin soveltuva kattoelementti

Tämä tavanmukaiset vaatimukset täyttävä elementti voidaan tapauskohtaisesti varustaa eri tyyppisillä vedeneristeillä, eri paksuisilla lämmön- ja ääneneristeillä ja alapinnan verhoiluilla. Elementtityyppi voidaan muunnella tarvittaessa vaativaankin käyttöön.

B Teollisuus-, varasto-, ja myymälätiloihin soveltuva kattoelementti

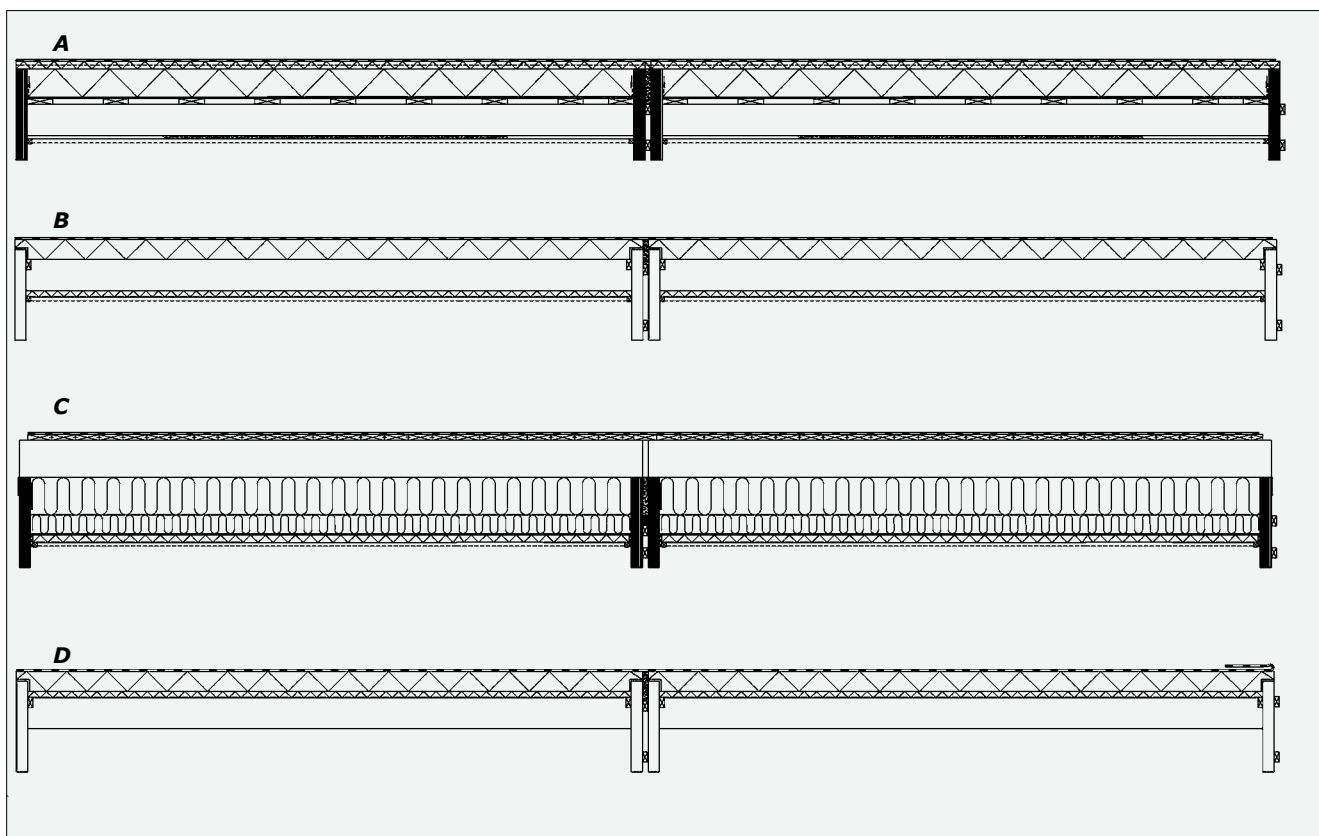
Tämä "peruselementti" soveltuu monenlaisiin tavanmukaisiin käyttötilanteisiin. Lämmöneristeen paksuus on valittavissa. Alapinnan akustoiva verhouslevy toimii myös lisälämmöneristeenä.

C Uimahalliin soveltuva kattoelementti

Elementtien saumojen tulee olla erittäin tiiviit ja höyrynsulun kestää tavallista ankarampia olosuhteita. Katon yläosa tulee varustaa kunnollisella tuuletustilalla. Sisäverhouksissa tulee välttää kosteudelle herkkiä materiaaleja. Puu soveltuu alapinnaksi sekä visuaalisten ominaisuuksien että äänenvaimennuskyvyn ansiosta.

D Jäähalliin soveltuva kattoelementti

Polyuretaanieriste toimii ilma- ja höyrytiivinä materiaalina rakennusfysikaalisesti oikein, vaikka höyrönpaine rakenteisiin kohdistuu ajoittain sisältä ulospäin ja ajoittain ulkoa sisään-päin. Alhaisen sisälämpötilan vuoksi katon on oltava tiivis, jolloin ilmanvaihto voi tapahtua hallitusti. Akustoinnissa tulee käyttää lämpösäteilyä heijastavaa levyä, joka yhdessä katon puuosien kanssa muodostaa tehokkaasti jälkikaiunta-aikaa laskevan pinnan.



Kuva 6.18 Kattoelementtivaihtoehtoja.

Seinäelementti

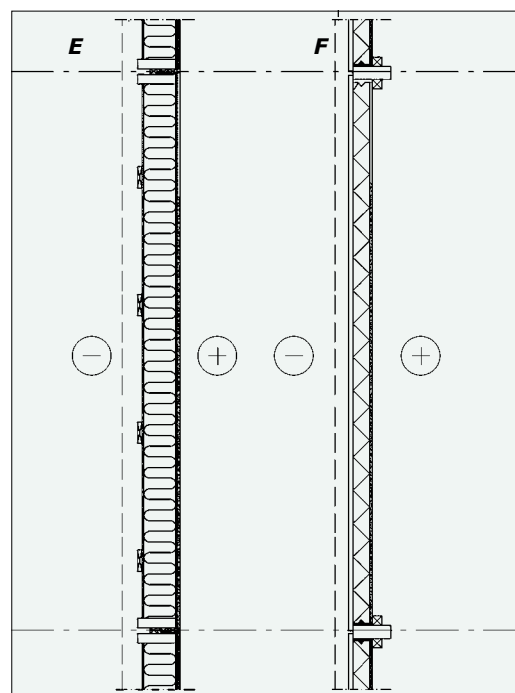
Ohessa on esitetty kaksi esimerkkiä eri tyyppisistä seinäelementeistä.

E Suurseinäelementti tavanmukaisiin olosuhteisiin

Mineraalivillaeristeinen suurseinäelementtityyppi voidaan muunnella tapauskohtaisten laatuvaatimusten ja mittaominaisuuksien mukaan sekä vaatimattomiin että vaativiin olosuhteisiin.

F Pienseinäelementti vaihteleviin olosuhteisiin (esim jäähalliin tai teollisuuteen)

Polyuretaanieriste toimii ilma- ja höyrytiivinä materiaalina rakennusfysikaalisesti oikein, vaikka höyrynpaine rakenteisiin kohdistuu ajoittain sisältä ulospäin ja ajoittain ulkoa sisään. Seinäelementin korkeus on sovittavissa koko seinän korkeuteen tai aukotukseen. Seinän sisäpinta ei ole kiinni pilarin ulkopinnassa, joten väliin jäävässä tilassa on mahdollista kuljettaa putkia ja johtoja.



Kuva 6.19 Seinäelementtivaihtoehtoja.

7 PALOTURVALLISUUS

7.1 Yleistä

Paloturvallisuudessa on aina ensisijaisesti kyse henkilöturvallisuudesta ja vasta toissijaisesti omaisuuden suojelusta. Käyttötarkoituksesta riippuen hallimaisissa ratkaisuissa joudutaan kiinnittämään huomiota usein molempiin.

Puurakenteilla paloturvallisten ratkaisujen aikaansaaminen ei ole ongelma, sillä puun ja puurakenteiden palotekninen käyttäytyminen tunnetaan hyvin. Palotilanteen käyttäytymisen ennustettavuuden vuoksi puurakenteet ovat turvallisia myös sammuttajien työtä ajatellen.

Tässä luvussa käsitellään nykyiset määräykset puun käytön kannalta. Ydinkysymyksiä ovat

- millä edellytyksellä puun käyttö on mahdollista
- miten perustellaan ja suunnitellaan kohteen paloturvallisuus.

Pyrkimyksenä on tarjota suunnittelijalle yksityiskohtaista tietoa suunnitteluprosessin etenemisen mukaisesti.

7.2 Perusteet

Maankäyttö- ja rakennusasetuksen 50 §:ssä mainitaan paloturvallisuus yhdeksi suunnittelun olennaiseksi tekniseksi vaatimukseksi. RakMK:n osan E1 mukaan tämä tarkoittaa erityisesti, että:

- rakennuksen kantavien rakenteiden tulee palon sattuessa oletettavasti kestää tietyn vähimmäisajan
- palon ja savun kehittymisen ja leviämisen rakennuksessa tulee olla rajoitettu
- palon leviämisen viereisiin rakennuksiin tulee olla rajoitettu
- henkilöiden tulee palon sattuessa voida poistua rakennuksesta tai heidät on voitava pelastaa muilla keinoilla
- pelastushenkilöstön turvallisuus tulee ottaa huomioon.

Paloturvallisuusvaatimuksen katsotaan riittävässä määrin täyttyvän, mikäli

- rakennus suunnitellaan ja rakennetaan RakMK:n osan E1:n määräyksissä ja ohjeissa esitetyllä tavalla tai
- vaatimuksen täyttyminen todennetaan tapauskohtaisesti muulla luotettavaksi osoitetulla tavalla ottaen huomioon rakennuksen ominaisuudet ja käyttö.

Ensimmäisessä vaihtoehdossa suunnittelu perustuu E1:ssä annettuun paloluokitukseen ja lukuarvoihin, jälkimmäisessä oletettuun palonkehitykseen (toiminnallinen palomitoitus).

Toiminnallinen palomitoitus sallii materiaalisidonnaisia määräyksiä laajemman puun käytön ja tarkemman suunnittelun avulla eräissä tapauksissa johtaa parempaan paloturvallisuuteen.

Suunnittelussa voidaan käyttää myös rinnakkain molempia tapoja. Tällöin oletettuun palonkehitykseen perustuvaa mitoitus voidaan käyttää mm.:

- savunpoiston mitoittamiseen
- poistumisaikalaskelmiin
- erilaisten ilmaisimien ja sammutusjärjestelmien tehon osoittamiseen
- kantavien rakenteiden mitoitukseen.

Tätä julkaisua kirjoitettaessa eletään muutosvaihetta. Palotekniseen suunnitteluun liittyvät osatekijät tullaan harmonisoimaan EU:n kattavasti, eikä siirtymäajasta sekä mahdollisten kansallisten erityispiirteiden hyväksymisestä ole toistaiseksi tietoa. Suunnittelijan on koko muutosvaiheen ajan varmistuttava tietojensa ajankohtaisuudesta.

7.3 Palotilanne hallissa

Syttymisriski

Syttymisriskiin vaikuttavat lukuisat tekijät, joista monet voivat olla alati muuttuvia. Hallin varsinaisten käyttäjien oma toiminta on ratkaisevaa ylläpidettäessä paloturvallisuutta. Siisteys on tärkeätä jo viihtyvyyden ja terveellisyydenkin vuoksi ja erityisen merkittävää mm. sellaisissa teollisuuden ja maatalouden halleissa, joissa pölyräjähdysvaara on olemassa.

Tilastojen mukaan tulipalovaara kasvaa merkittävästi pinta-alan kasvaessa riippumatta käytetyistä rakennusmateriaaleista. Varsinkin teollisuudessa ja varastoinnissa sekä monitoimihalleissa henkilökunnan koulutus on välttämätöntä mm. varmistamaan poistumisteiden ja osastointien toimivuus sekä sammutusjärjestelmien laukaisu tarvittaessa käsikäytöllä.

Pintakerros	
Vanha luokka	Uusi luokka
1/I	B-s1, d0
1/II ja 1/-	C-s2, d1
2/-	D-s2, d2
-/-	F
Savun tuotto ja pisarointi ilmoitettu lisämääreillä s ja d.	

Taulukko 7.1 Vanhojen ja uusien rakennustarvikkeiden paloluokat (Ympäristöopas 39, sivu 33).

Liikerakentamisessa syttymisriski riippuu suuresti toimialasta ja toiminnallisesta layoutista sekä erityisesti tavarantoiminnan vastaanotto- ja jätetiloista. Valvontaviranomaiset ovat kiinnittäneet huomiota varsinkin sisäisten kulkuväylien ja poistumisteiden asianmukaisuuteen, kaikkien liiketilojen valvottavuuteen sekä lastauslaiturien ja jätetilojen suojaukseen ilkvallalta.

Putkistoihin ja vesikattoon kohdistuvat korjaustoimenpiteet, joiden yhteydessä käytetään hitsauslaitetta tai puhalluslampua, tulisi aina tehdä koulutetulla työvoimalla ja riittävästi vartioituissa olosuhteissa. Hyvin usein hallipalon syynä on kattotyössä sattunut virhe tai vahinko, jolloin sisäpuolisesta sammutusjärjestelmästä ei ole ollut apua.

Lisääntynyttä ilkvallan mahdollisuutta ajatellen on syytä soveltaa mahdollisuuksien mukaan passiivista palontorjuntaa. Tämä tarkoittaa mm. sitä, että ilman valvontaa jäävät tai herkästi syttyvät tilat suunnitellaan riittävän turvallisiksi ja asiattomien ulkopuolisten kannalta vaikeapääsyisiksi. Esimerkiksi jätepaperrin keräyspistettä ja kuormalavavarastoa ei tulisi sijoittaa avoimesti aitaamattomalle lastauslaiturille tai hallin seinustalle.

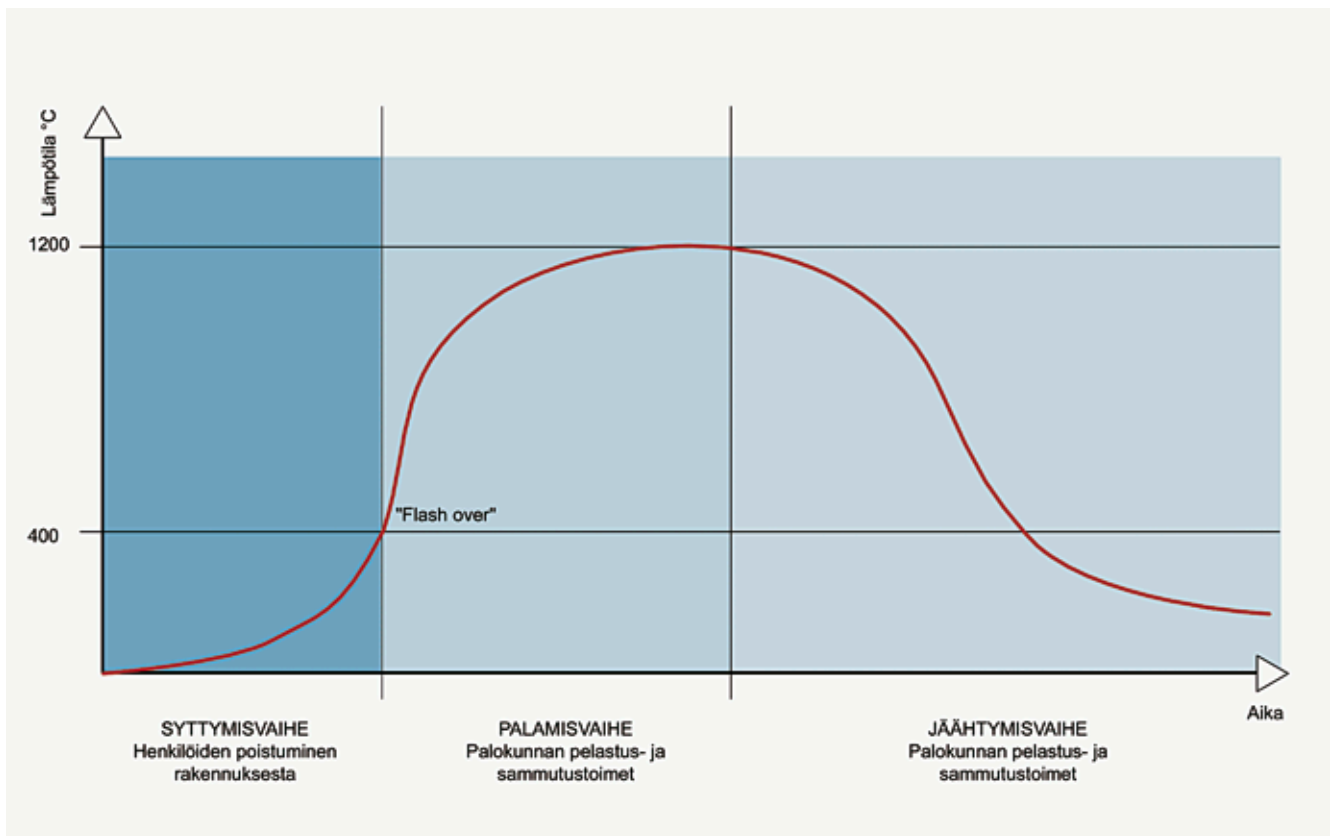
Syttymisherkkien tavaroiden käsittelyssä tärkeitä on sammutusjärjestelmän lisäksi henkilökunnan valmius toimia oikein. Huomattavan paloalttiit tuotteet tulee aina varastoida erityisohjeiden mukaan ja pitää esillä vain ammattihenkilöstön valvonnassa (kuten ilotulitteet). Kuormaus- ja purkutiloissa tulee myös olla toimintaan liittyvät asianmukaiset turvajärjestelyt.

Katsomorakenteiden tai muiden vastaavien alle tai yhteyteen ei saa jäädä vaikeasti huollettavia ahtaita tiloja, jonne voi ajan mittaan kertyä pölyä ja roskaa, jotka voivat syttyä vaikkapa huolimattomasta savukkeen käytöstä. Sama pätee myös mm. putkimattoihin, sähköarinoihin ja ilmastointikanaviin.

Palon kehittyminen hallissa

Standardipalo on luonteeltaan kolmivaiheinen:

1. Syttymisvaihe, jossa lämpötila kohoaa hitaasti noin +400 °C:seen. Tämä vaihe on henkilöturvallisuuden kannalta ratkaiseva ja asettaa rakenteiden pintakerrosten syttymisherkkyydelle suurimmat vaatimukset. Kun lämpötila on noussut +500 – 600 °C:seen, kaikki tilassa oleva palava aine syttyy samanaikaisesti (lieskahdus).
2. Seuraa palamisvaihe, jossa lämpötila nousee +1100–+1200 °C:seen.
3. Jäähtymisvaihe, kun kaikki palava materiaali on palanut ja lämpötila laskee nopeasti.



Taulukko 7.2 Palon kehitys.

Hallipalo etenee kuitenkin eri tavalla kuin tulipalo matalissa tiloissa. Palo ei tavallisesti lieskahda koko tilan täyttäväksi, vaan kohdistuu syttymiskohtaan, sillä korkeuden johdosta ilmatila on suuri ja lämpötilan nousu paljon hitaampaa kuin esimerkiksi asuinhuoneessa. Lämpötila katon rajassa nousee hyvin hitaasti palon edetessä, paitsi joissakin tapauksissa suoraan liekin yläpuolella.

Hallissa syttyvä tulipalo kohdistuu ensi vaiheessa yleensä (korjaustoimenpiteitä lukuun ottamatta) esineistöön tai erillisiin rakenteisiin, harvoin hallin varsinaisiin rakenteisiin, eikä juuri koskaan kantaviin rakenteisiin.

Palon aiheutuminen

Palon alkusyitä voi olla lukuisia. Usein syynä on käyttäjien virhe tai tekninen vika varsinkin sähkölaitteissa. Tuotantoprosesseissa syntyvä paloherkän pölyn tai kaasun purkautuminen tai hallitsematon lämmön kohoaminen voi myös olla palon aihe.

Henkilöturvallisuus on aina pyrittävä varmistamaan turvaamalla riittävä poistumisaika palokohteesta. Tämä tapahtuu mitoittamalla rakenteet kestävänsä vähintäänkin kulloinkin tarvittavan ajan ja varustamalla halli asianmukaisesti merkityillä ja varustetuilla poistumis- ja varapoistumisteillä.

Puutuotteiden arvioidut hiiltymisnopeudet:	mm/min
<i>Rakennepuutavara (mänty)</i>	<i>0,8</i>
<i>Lehtipuu, ominaistiheys yli 450 kg/m³</i>	<i>0,55</i>
<i>Kerto- ja liimapuu</i>	<i>0,7</i>
<i>Lautatavara</i>	<i>0,9</i>
<i>Vaneri</i>	<i>1,0</i>
<i>Muut puulevyt</i>	<i>0,9</i>
Lisäksi: - tiheästi pakatut, monikerroksiset rakenteet → hiiltymisnopeus voidaan otaksua kaikkien kerrosten kokonaispaksuudelle. - rakennepuuhun kiinteästi liittyvä yksi- tai monikerroksinen puu → hiiltymisnopeus sovelletaan rakennepuun ja siihen liittyvän kerrosten kokonaispaksuudelle. - hiiltymisen otetaan huomioon kaikille pinnoille, jotka ovat suoraan palolle alttiina. - hiiltymistä ei tarvitse ottaa huomioon sellaisissa rakenteen osissa, jotka on suojattu muille rakenteille oletetun palon ajan, sisältäen yhteenliitettyjen materiaalien välinen kiristysteho on varmistettu - hiiltymistä ei tarvitse ottaa huomioon sellaisten rakennusosien pinnoissa, jotka ovat suojattu palonsuojaverhouksella tai -päällysteellä	
1) Kansallinen soveltamisasiakirja Eurocode 5 / Puurakenteiden suunnittelu 3.1 Hiiltymissyvyys / kohta 2 muutos: Koivun ja tammen hiiltymisnopeudelle käytetään arvoa 0,6 mm/min	

Muita erityispiirteitä

Korkeissa hallitiloissa sprinklauksen laukaisuun on kiinnitettävä erityistä huomiota. Lämpötilan nousu ja savunkehittyminen voi olla niin hidasta, että sammutusjärjestelmä ei reagoi riittävän nopeasti, joten sammutusautomaattikka on varmistettava käsikäytöllä.

Omaisuuuden turva

Henkilöturvallisuus on aina pyrittävä turvaamaan palotilanteessa, eikä siitä saa milloinkaan tinkiä. Suurissa kohteissa omaisuuden täydellinen rakenteellinen turvaaminen saattaa olla epätarkoituksenmukaista siitä seuraavien korkeiden kustannusten vuoksi. Tämän vuoksi rakennus voi muodostua eri suojaustasoa edellyttävistä palo-osastoista. Omaisuuden paloriski ja turvan tarve on arvioitavissa tilastojen perusteella. Niiden pohjalta voi neuvotella vakuutusyhtiön kanssa suojaustason taloudellisesta optimoinnista. Täydellisempi palosuojaus johtaa pienempään vakuutusmaksuun.

Korjattavuus

Puurakenteiden vaurioaste tulipalon jäljiltä voidaan selvittää riittävän tarkasti. Hiiltymän poistamisen jälkeen rakenteen jäljelle jäävä kantavuus on määriteltävissä luotettavasti terveen puun poikkileikkauksen perusteella.

Lyhytaikainen palo ei ole ehkä vaarantanut rakenteiden kestävyyttä, mutta visuaalinen vaikutus ja mahdollisesti haju edellyttävät korjaustoimia. Hiiltynyt pintakerros on mahdollista esimerkiksi hiekkapuhaltaa, jolloin muuta korjausta ei ehkä tarvita. Hiiltynyt puurakenne voidaan myös koteloida kokonaan umpeen.

Tarvittaessa rakenteen lujuus varmistetaan lisäämällä hiiltyneen rakenneosan molemmille puolille uutta puuta.

Myös sammutusvaiheessa voi puurakenteille syntyä vahinkoja. Todennäköisin on rakenteiden kastuminen. Rakenteet on kuivatettava huolellisesti ennen muihin korjaustoimenpiteisiin ryhtymistä.

7.4 Puurakenteiden turvallisuus

Puun hiiltyminen

Palaessaan puu hiiltyy pinnaltaan. Hiilikerros muodostaa puun pinnalle lämmön siirtymistä hidastavan kerroksen, minkä vuoksi puu ei kantavana rakenteena tarvitse erityistä palosuojausta edellyttäen, että se palotilanteessa säilyttää riittävän kanto- ja suojaamiskyvyn määräyksissä vaaditun ajan.

Puisten runkorakenteiden teräksisten liitososien palosuojaus on myös varmistettava. Tämä voi tapahtua puulla.

Puun käyttö teräksen palosuojaukseen on myös mahdollista, mikäli rakennus on sellainen, että kantava rakenne voi olla D-luokan tarvikkeista. Puulla on mahdollista täyttää 30–60 minuutin suojausvaatimus. Puu on käyttökelpoinen esimerkiksi puurakenteiden teräksisten liittimien palosuojaukseen.

Palotekninen mitoitus

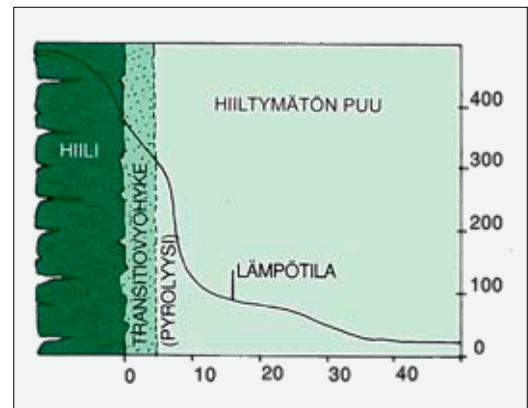
Suojaamattoman puurakenteen palomitoitus voidaan tehdä ns. tehollisen poikkileikkauksen menetelmällä, jossa määritetään vaaditun palonkestoajan jälkeinen rakenteen kantava poikkileikkaus. Kaikkien palolta suojaamattomien pintojen oletetaan hiiltyvän puumateriaalin mukaisella hiiltymisnopeudella. Ehjäästä poikkileikkauksesta poistetaan ensin tämä hiiltynyt osuus lisättynä mitalla 7 mm. Jälkimmäinen mitta kuvaa hiiltyneen kerroksen viereistä puukerrosta, jolla ei oleteta olevan lujuutta eikä jäykkyyttä.

Tehollinen poikkileikkaus mitoitetaan palotilanteen mukaisille ominaiskuormille käyttäen materiaalille osavarmuusluvun ja muunnoskertoimen arvoa 1,0. Lisäksi materiaalin ominaislujuutena voidaan käyttää kertoimella k_n korotettuja arvoja. Kerroin k_{fi} on sahatavaralla 1,25, liimapuulla 1,15 ja kertopuulla 1,1.

Hiiltymisnopeustarkastelua käytetään myös palolta suojaavan puun paksuuden mitoittamisessa. Koska esimerkiksi sahatavaran hiiltymisnopeudeksi oletetaan 0,8 mm/min, saadaan suojaavan rakenteen paksuudeksi eri palonkestoluokissa:

- EI15 → 12 mm
- EI30 → 24 mm
- EI60 → 48 mm
- EI90 → 72 mm
- EI120 → 96 mm jne.

Kerto- ja liimapuun hiiltymisnopeudeksi oletetaan 0,7 mm/min.



Kuva 7.1 Puun palaminen ja lämpötilat

Palotilanteessa käytetään mm seuraavia mitoituskuormia:

- Asuintilat 0,6 kN/m²
- Toimistotilat 0,75 kN/m²
- Kokoontumistilat 0,75- 1,8 kN/m²
- Lumikuorma 40 % ominaiskuormasta, kun sk < 2,75 kN/m², muulloin 50 % (toissijaisena kuormana 20 % ominaiskuormasta).
- Tuulikuorma 20 % ominaiskuormasta (vain määrävänä kuormana, muulloin 0)

Puurungon ja tarvittaessa muiden puurakenteiden palomitoitus tehdään siis hiiltymisnopeus-tarkasteluna. Tavanomaisissa ratkaisuisa puurakenne kestää hyvin R30-luokan mukaisen rasituksen ilman eristystoimenpiteitä.

Suojauskeinot

R30-luokkaa suuremmat paloluokkavaatimukset täytetään puurakenteen mittoja suurentamalla. Rungon palomitoituksessa tarkistetaan mahdollisen epäkeskisen hiiltymisen vaikutus puristetun sauvan mitoitukseen ja taivutetun rakenteen kiepahdustuennan palonkestävyys. Rungon jäykistys mitoitetetaan rungon palonkestovaatimuksen mukaan

Liitososat palonsuojataan pääsääntöisesti puuverhouksilla. Selkeät, suurimittaiset teräspinnat (kuten vetotangot) voidaan myös palonsuojamaalata.

Puurakenteiden vaikutus palokuormaan

Palokuormalaskelmassa puurunko otetaan mukaan. Tosiasiassa koko puurakenne osallistuu kuitenkin hiiltymisen vuoksi paloon ainoastaan pistemäisesti syttymiskohdan yläpuolella. Tätä tietoa voidaan käyttää paloturvallisuuden suunnittelussa.

Hallissa puisia runkorakenteita on harvassa. Näin ollen palo ei leviä herkästi sivusuunnassa, jos lattian pintakerros vain vähäisessä määrin myötävaikuttaa palon leviämiseen (luokka L). Pystysuunnassa palo etenee nopeammin.

7.5 Puurakenteisen hallirakennuksen palotekninen tarkastelu

7.5.1 Perusteet

Rakennushankkeen yhtenä keskeisenä suunnittelutavoitteena on optimoida rakennuksen paloluokka ja rakennuksen palotekniset ominaisuudet. Palotekninen tarkastelu suoritetaan rakennuttajan nykyisten sekä koko elinkaaren tarpeiden perusteella. Tarkastelun pohjana ovat

- viranomaismääräykset ja -ohjeet tai ns. toiminnallinen palomitoitus
- pelastus- ja rakennusvalvontaviranomaisen harkinta
- vakuutustekniset kysymykset.

Viranomaismääräykset ja -ohjeet

Viranomaismääräysten ja -ohjeiden suhteen tarkastelun lähtökohtina ovat Suomen Rakentamismääräyskokoelman osa E1 "Rakennusten paloturvallisuus: määräykset ja ohjeet" sekä osa E2 "Tuotanto- ja varastorakennusten paloturvallisuus: ohjeet". Viranomaismääräysten ja -ohjeiden sijasta tarkastelu voi vaihtoehtoisesti perustua kohdekohtaisesti oletettuun palokehitykseen (ns. toiminnallinen palomitoitus), jonka on katettava kohteessa todennäköisesti esiintyvät tilanteet. Sen käyttö vaatii palotilanteen mukaisen laskennan osaamista. Tämä esitys perustuu määräysten ja ohjeiden käyttöön.

Pelastus- ja rakennusvalvontaviranomaisen harkinta

Pelastus- ja rakennusvalvontaviranomainen voi käyttää harkintavaltaansa määräysten ja ohjeiden tulkinnassa. Määräykset ja ohjeet ovat paikoin vaikeaselkoisia, ja niissä on paljon harkinnanvaraa. Lisäksi kuntakohtaiset erot niiden tulkinnassa ovat suuria: viranomaisten käsitykset eroavat toisistaan, pelastuslaitosten toimintakyky on erilainen jne.

Rakennusosiin kohdistuvat vaatimukset kuvataan seuraavilla merkinnöillä:

R kantavuus
E tiiviys
I eristävyys

Merkintöjen R, REI, RE, EI, E jälkeen ilmoitetaan palonkestävyysaika minuutteina yhdellä seuraavista luvuista: 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 tai 240. Näin muodostuva merkintä on rakennusosan paloluokka, esim. EI 60

Luokkamerkintää voidaan täydentää seuraavilla tunnuksilla:

M iskunkestävyys palotilanteessa
C automaattisella suljinlaitteella varustettu ovi
W rajoitettu lämpösäteilyn läpäisevyys
S rajoitettu savuvuoto

Taulukko 7.4 Rakennusosiin kohdistuvat vaatimukset.

Vakuutustekniset kysymykset

Vakuutusteknisillä kysymyksillä voi olla suuri merkitys palovakuutusmaksuun. Vakuutusyhtiön riskiin ja siten palovakuutusmaksun suuruuteen vaikuttavat:

- syttymisvaarasta aiheutuvat riskit, kuten rakennuksen toimintaan liittyvä palokuorma sekä tuotantorakennuksen palovaarallisuusluokka, jotka viranomaisen viime kädessä määrittää harkintavaltaansa käyttäen
- rakennuksen palonkestävyyteen liittyvät tekijät, kuten rakennus- ja LVIST-osien palonkestävyys, joka määritetään rakennuksen paloluokan tai todellisten toteutettavien rakennus- ja LVIST-osien perusteella
- palon sammuttamiseen liittyvät tekijät, joista tärkeimmät on suojaustaso ja pelastuslaitoksen toimintakyky.

Toimintaan liittyvät riskit ovat kertaluokaltaan suurimpia ja korottavat palovakuutusmaksun riskialttiissa kohteissa jopa 20-kertaiseksi vähäriskisiin kohteisiin verrattuna. Rakennus- ja LVIST-osien merkitys palovakuutusmaksuun siirryttäessä P2-luokasta P3- tai P1-luokkaan on suuruusluokkaa $\pm 50\%$. Vakuutusmaksu riippuu yleensä siten vain paloluokasta, eikä käytetystä materiaalista. Suojaustason korottaminen pienentää vakuutusmaksua siirryttäessä suojaustasosta 1 suojaustasoon 2 noin 5–10 % ja suojaustasosta 1 suojaustasoon 3 noin 30–50%. Vakuutustekniset kysymykset on selvitettävä vakuutusyhtiön kanssa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, koska kohteen erityispiirteiden merkitys voi olla suuri.

7.4.2 Puurakenteisen tuotantorakennuksen palotekninen tarkastelu

Paloteknisen tarkastelun tavoitteena on selvittää rakennuttajan kannalta optimiratkaisut viranomaisten kanssa käytävien neuvottelujen pohjaksi.

Rakennuslupahakemuksessa esitetään tarpeiden pohjalta määritetty optimiratkaisu, joka yleensä on määräysten mukainen minimi. Jos rakennuslupan hakemisen jälkeen järjestetään urakkakilpailu, rakennusmateriaalit voivat sen seurauksena vaihtua. Vaihdettaessa materiaaleja paloteknisesti parempiin estettä muutokselle ei ole.

Tarkasteltavat tuotantorakennustyyppit

Yleisimmät tuotantorakennukset ovat yksikerroksisia, palokuormaryhmältään 600-1200 MJ/m² tai yli 1200 MJ/m² sekä palovaarallisuusluokaltaan 1 tai 2. Palokuorma määritetään periaatteessa rakentamismääräyskokoelman osan E1 mukaan, ja sen määrittää viime kädessä viranomainen kohteen erityispiirteiden perusteella. Palovaarallisuusluokka määritetään palovaaran mukaan yleensä päätoiminnon mukaan; määrittäysperusteet on esitetty rakentamismääräyskokoelman osassa E2.

Kyseeseen tulee siten palokuormaryhmän ja palovaarallisuusluokan suhteen neljä eri tapausta, jotka on esitetty taulukossa 7.5–7.10:

- palokuormaryhmä 600–1200 MJ/m²,
palovaarallisuusluokka 1
- palokuormaryhmä 600–1200 MJ/m²,
palovaarallisuusluokka 2
- palokuormaryhmä yli 1200 MJ/m², palovaarallisuusluokka 1
- palokuormaryhmä yli 1200 MJ/m², palovaarallisuusluokka 2

Tarkastelussa ovat mukana pääsääntöisesti vain ne puurakenteisen tuotantorakennuksen palotekniset vaatimukset, jotka ovat tarpeen eri vaihtoehtojen vertailun kannalta. Esimerkiksi poistumista ei ole käsitelty, koska eri vaihtoehtoisissa ei ole juuri eroja.

Paloluokan määrittäminen

Rakennuksen paloluokan määrittämiseen vaikuttavat lähtökohtaisesti

- käyttötapa
- kerrosluku
- korkeus
- henkilömäärä
- kerrosala

Muita paloteknisiin vaatimuksiin vaikuttavia tekijöitä ovat palokuormaryhmä sekä tuotantorakennuksessa lisäksi palovaarallisuusluokka.

Yksikerroksisen tuotantorakennuksen paloluokka määritetään rakennuksen korkeuden perusteella, koska käyttötapa ja kerrosluku on jo sidottu ja henkilömäärälle ja kerrosalalle ei ole asetettu rajoituksia.



Kuva 7.2 Alavuden jäähallissa liimapuurungon värillä on saavutettu oma tunnelma.

Paloteknisten vaatimusten selvitys

Paloteknisten vaatimusten selvitys tapahtuu taulukoiden 7.5–7.10 mukaan selvittämällä ensin, voidaanko rakennus sijoittaa rakennuttajan tarpeiden kannalta optimaalisen paloluokan, esimerkiksi P3-luokan, optimaaliseen suojaustasoon, esimerkiksi suojaustasoon 1 (ST 1). Jos se sarakkeen mukaisten vaatimusten perusteella ei ole mahdollista tai muuten edullista, selvitetään voidaanko se sijoittaa suojaustasoon 2. Jos sekään ei ole mahdollista, selvitetään voidaanko rakennus sijoittaa suojaustasoon 3, tai esimerkiksi P2-luokkaan suojaustasoon 2. Tarvittaessa tehdään taloudellinen vertailu eri sarakkeiden esittämien vaihtoehtojen suhteen.

Suojaustaso 3 (automaattinen sammutuslaitteisto) antaa lievennyksiä lähes kaikkiin paloteknisiin vaatimuksiin. Kuitenkin yhdessä kohteessa kaikkia lievennyksiä ei voi käyttää. Esimerkiksi palo-osaston pinta-ala määritetään harkinnan mukaan. Suojaustaso 2 (automaattinen paloilmoin) antaa myös lievennyksiä vaatimuksiin, kuten palo-osaston pinta-alaan, joka määritetään harkinnan mukaan.

Suojaustaso 2 edellyttää erillisiä avattavia savunpoistoluukkuja, mistä voi aiheutua ylimääräisiä kustannuksia niin paljon, että on viisasta siirtyä suojaustasoon 3. Osastoinnit aiheuttavat usein lisäkustannuksia esimerkiksi ilmastoinnin suhteen, joten voi olla edullisempaa siirtyä korkeampaan suojaustasoon tai korkeampaan rakennuksen paloluokkaan kuin tehdä osastointeja. Myös rakennuksen sijainti vaikuttaa paloteknisiin vaatimuksiin: esimerkiksi paloilmoin voi olla hyödytön, jos pelastuslaitoksen toimintakyky on vaatimaton kohteeseen ajettavan pitkän ajomatkan takia.

7.4.3 Puurakenteisen liikuntarakennuksen palotekninen tarkastelu

Tarkasteltava liikuntarakennustyyppi

Tarkastelukohteena on yksikerroksinen liikuntarakennus, jonka palokuormaryhmä rakentamismääräyskokoelman osan E1 mukaan on alle 600 MJ/m².

Paloluokan määrittäminen

Yksikerroksisen liikuntarakennuksen paloluokka määritetään korkeuden, henkilömäärän ja kerrosalan perusteella, koska käyttötapa ja kerrosluku on jo sidottu.

Paloteknisten vaatimusten selvitys

Liikuntarakennusta on tarkasteltu taulukossa 7.9. Tarkastelu suoritetaan kuten tuotantorakennuksessa. Suojaustaso 3 antaa lievennyksiä esimerkiksi palo-osaston pinta-alaan, jota voidaan suurentaa lähtökohtaisesti kolmin- tai nelinkertaiseksi. Suojaustaso 2 antaa myös lievennyksiä palo-osaston pinta-alaan: lähtökohtaisesti sitä voidaan suurentaa 50-80 %.

7.4.4 Puurakenteisen myymälärakennuksen palotekninen tarkastelu

Tarkasteltava myymälärakennustyyppi

Tarkastelukohteena on yksikerroksinen myymälärakennus, jonka huoneistoala on yli 300 h-m². Rakentamismääräyskokoelman osan E1 mukaan sen palokuormaryhmä on 600-1200 MJ/m².

Paloluokan määrittäminen

Yksikerroksisen myymälärakennuksen paloluokka määritetään korkeuden, henkilömäärän ja kerrosalan perusteella, koska käyttötapa ja kerrosluku on jo sidottu.

Paloteknisten vaatimusten selvitys

Myymälärakennusta on tarkasteltu taulukossa 7.10. Tarkastelu suoritetaan kuten tuotantorakennuksessa. Suojaustaso 3 ja 2 antavat lievennyksiä kuten liikuntarakennuksessa.

Taulukko 7.5 Tuotantorakennus, 1-kerroksinen, palokuormaryhmä 600-1200 MJ/m², palovaarallisuusluokka 1

Korkeus	E1: taul. 3.2.1	Enintään 14 m		
Henkilömäärä	E1: taul. 3.2.2	Ei rajoitusta		
Paloluokka	E1: 3	P 3		
Suojaustaso	E2: 3	ST 1	ST 2	ST 3
Kerrosala	E1: taul.3.2.1	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta
Pinta-alaosastointi ⁽²⁾	E2: 6.1, taul. 1	Enintään 2 000 h-m ²	Enintään 4 000 h-m ² ⁽¹⁰⁾	Enintään 12 000 h-m ² ⁽¹⁾
Kantavat rakenteet ⁽²⁾	E1: taul. 6.2.1, E2: 5	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta
Osastointi ja palomuri Osastoivat rakennusosat pinta-alaosastoinnissa ⁽²⁾	E2: 6.1, taul. 2	EI-M 90 palamaton	EI-M 90 palamaton	EI-M 60 palamaton
Osastoivat rakennusosat käyttötapaosastoinnissa ⁽²⁾	E1: taul. 7.2.1	EI 30	EI 30	EI 30
Palomuri ⁽²⁾	E1: taul. 9.2.2	EI-M 60	EI-M 60 ⁽¹⁰⁾	EI-M 60 ⁽¹⁾
Yläpohja Yläpohjan rakenteet (ei ullakkoa), jotka <u>ovat</u> kantavan rungon tai jäykisteiden olennainen osa ^(13, 2)	E1: taul. 6.2.1, E2: 5	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta
Yläpohjan rakenteet (ei ullakkoa), jotka <u>eivät ole</u> kantavan rungon tai jäykisteiden olennainen osa ^(13, 2)	E1: taul. 6.2.1	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta
Käyttämättömän ullakon ja yläpohjan ontelon pinta-alaosastointi sekä osastoivat rakennusosat	E1: taul. 5.2.1, taul. 7.2.1	Alapuolisen osaston mukaan EI 30	Alapuolisen osaston mukaan EI 30	Alapuolisen osaston mukaan EI 30
Käyttämättömän ullakon ja yläpohjan ontelon yläpinta	E1: taul. 8.2.2	-	-	-
Ulkoseinät Ulkoseinärakenne	E1: 8.3.1, 8.3.2, 8.3.3	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta
Ulkoseinän ulkopinta	E1: taul. 8.3.4	D-s2, d2	D-s2, d2	D-s2, d2
Ulkoseinän tuuletusrakoon rajoittuvat pinnat	E1: taul. 8.3.4	D-s2, d2 ⁽¹⁴⁾	D-s2, d2 ⁽¹⁴⁾	D-s2, d2 ⁽¹⁴⁾
Sisäpinnat Seinien ja katon sisäpuoliset pintakerrokset ^(6, 8)	E1: taul. 8.2.2	D-s2, d2	D-s2, d2	D-s2, d2
Lattiat ⁽⁶⁾	E1: taul. 8.2.2	-	-	-
Savunpoisto Painovoimainen savunpoisto ⁽¹²⁾	E2: 7.2	⁽¹²⁾	Automaattinen savunpoistolaitteisto	⁽¹²⁾
Savunpoistaukkojen kokonaispinta-ala	E2: 7.2	0,25-2 % osaston alasta	0,25-2 % osaston alasta	0,15-0,5% osaston alasta

⁽¹⁾ Lievennyksiä, jos automaattinen sammutuslaitteisto (E1: 11.5.3, 5.2.3)

⁽²⁾ Lievennyksiä, jos automaattinen savunpoistolaitteisto, joka toimiessaan antaa paloilmoituksen (E1: 11.4.5, 5.2.3)

⁽³⁾ Jos kantavat rakenteet eivät ole vähintään luokkaa A₂-s1, d0, tulee rakennuksen eristeiden olla vähintään s1, d0 -luokan tarvikkeita (E1: taul. 6.2.1)

⁽⁴⁾ Jos yläpohjan lämmöneriste on tehty palamattomista tai lähes palamattomista rakennustarvikkeista ja ns. jatkuva sortuminen on estetty (E2:5)

⁽⁵⁾ Suojaverhous A₂-s1, d0 -luokan tarvikkeista, jos rakenne on tehty C-s2, d1 tai sitä alempien luokkien rakennustarvikkeista. Vaatimus ei kuitenkaan koske vähintään R30-luokkaisia palkkeja ja pilareita. (E1: 8.2.3)

⁽⁶⁾ Yhtä luokkaa lievemmat pintakerrokset voidaan sallia, jos osaston käyttötapaan nähden syttymisen tai palon leviämisen vaara on huomattavasti tavallista vähäisempi tai poistumismahdollisuudet ovat erittäin hyvät. Tämä ei kuitenkaan koske sisäisiä käytäviä, uloskäytäviä eikä sellaisia tiloja, joissa vaatimuksena on luokka D-s2, d2. Luokkien alenemisjärjestys: B-s1, d0 / C-s2, d1 / D-s2, d2 (E1: 8.2.4).

⁽⁷⁾ Julkisivun pinnan osa saa olla luokkaa D-s2, d2, mikäli tällaisia osia ympäröivät rakenteet suojaavat seinäpintaa palon leviämiseltä (E1: taul. 8.3.4)

	Ei rajoitusta					
	Ei rajoitusta			Ei rajoitusta		
	P 2			P1		
	ST 1	ST 2	ST 3	ST 1	ST 2	ST 3
	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta
	Enintään 4 000 h-m ²	Enintään 6 000 h-m ² ⁽¹⁰⁾	Harkinnan mukaan ⁽¹⁾	Enintään 6 000 h-m ²	Enintään 12 000 h-m ² ⁽¹⁰⁾	Harkinnan mukaan ⁽¹⁾
	R30 tai R15 palamaton ⁽⁴⁾	R30 tai R15 palamaton ⁽⁴⁾	R30 ⁽¹⁾ tai R15 palamaton ^(4, 1)	R60 ³	R60 ³	R90 ^(3,1) tai R30 ^(4,1) tai R15 palamaton ^(4,1)
	EI-M 90 palamaton	EI-M 90 palamaton	EI-M 60 palamaton	EI-M 90 palamaton	EI-M 90 palamaton	EI-M 60 palamaton
	EI 30	EI 30	EI 30	EI 90	EI 90	EI 90 ⁽¹⁾
	EI-M 120	EI-M 120 ⁽¹⁰⁾	EI-M 120 ⁽¹⁾	EI-M 180 palamaton	EI-M 180 palamaton ⁽¹⁰⁾	EI-M 180 palamaton ⁽¹⁾
	R 30 tai R15 palamaton ⁽⁴⁾	R30 tai R15 palamaton ⁽⁴⁾	R30 ⁽¹⁾ tai R15 palamaton ^(4,1)	R60	R60	R60 ⁽¹⁾ tai R30 ^(4, 1) tai R15 palamaton ^(4, 1)
	R 15	R 15	R 15	R15 tai palamaton	R15 tai palamaton	R15 ⁽¹⁾ tai palamaton ⁽¹⁾
	Enintään 1 600 m ² EI 30	Enintään 1 600 m ² EI 30	Enintään 1 600 m ² EI 30	Enintään 1 600 m ² EI 30	Enintään 1 600 m ² EI 30	Enintään 1 600 m ² EI 30
	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0
	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta	Vähintään B-s1, d0	Vähintään B-s1, d0	Vähintään B-s1, d0
	D-s2, d2	D-s2, d2	D-s2, d2	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0
	D-s2, d2	D-s2, d2	D-s2, d2	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0
	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	D-s2, d2	D-s2, d2	D-s2, d2
	D _{FL} -s1	D _{FL} -s1	D _{FL} -s1	D _{FL} -s1	D _{FL} -s1	D _{FL} -s1
	⁽¹²⁾	Automaattinen savunpoistolaitteisto	⁽¹²⁾	⁽¹²⁾	Automaattinen savunpoistolaitteisto	⁽¹²⁾
	0,25-2 % osaston alasta	0,25-2 % osaston alasta	0,15-0,5% osaston alasta	0,25-2 % osaston alasta	0,25-2 % osaston alasta	0,15-0,5% osaston alasta

⁽⁸⁾ Pintakerrosten luokkavaatimukset eivät koske vähintään R30-luokkaisia kantavia palkkeja ja pilareita, mikäli niiden pinnat ovat vähintään syttymisherkkyysluokkaa d-s2, d2 (E1: taul. 8.2.2)

⁽⁹⁾ Jos runko on tehty D-s2, d2 -luokan tarvikkeesta, lämmöneristeenä käytetään vähintään A2-s1,d0 -luokan materiaalia (E1: 8.3.1)

⁽¹⁰⁾ Lievennyksiä, jos automaattinen paloilmoin (E1: 11.3.3, 5.2.3)

⁽¹¹⁾ Jos huoneistoala on enintään 300 h-m², vaatimus on 2 / - (E1: taul. 8.2.2)

⁽¹²⁾ Käyttämällä pääosin erillisiä savunpoistoluokkuja sekä lisäksi huonetilan yläosassa sijaitsevia helposti avattavia tai rikottavia ikkunoita. Vaikutusalueen katsotaan ulottuvan 10 m etäisyyteen ulkoseinästä (E 2: 7.2)

⁽¹³⁾ Jos yläpohjan eristeet ovat palamattomia tai lähes palamattomia (E1: taul. 6.2.1)

⁽¹⁴⁾ Koskee tuuletusraon ulkopintaa, sisäpinnalla ei vaatimusta (E1, taul. 8.3.4)

 Puuta voidaan käyttää

 Tietyin edellytyksin

 Puuta ei voida käyttää

Taulukko 7.6 Tuotantorakennus, 1-kerroksinen, palokuormaryhmä 600-1200 MJ/m², palovaarallisuusluokka 2

Korkeus	E1: taul. 3.2.1	Enintään 14 m		
Henkilömäärä	E1: taul. 3.2.2	Ei rajoitusta		
Paloluokka	E1: 3	P 3		
Suojaustaso	E2: 3	ST 1	ST 2	ST 3
Kerrosala	E1: taul.3.2.1	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta
Pinta-alaosastointi ⁽²⁾	E2: 6.1, taul. 1	Ei sallittua toteuttaa suojaustasossa 2	Ei sallittua toteuttaa suojaustasossa 2	Enintään 2 000 h-m2 ⁽¹⁾
Kantavat rakenteet ⁽²⁾	E1: taul. 6.2.1, E2: 5			Ei vaatimusta
Osastointi ja palomuri Osastoivat rakennusosat pinta-alaosastoinnissa ⁽²⁾	E2: 6.1, taul. 2			EI-M 60 palamaton
Osastoivat rakennusosat käyttötapaosastoinnissa ⁽²⁾	E1: taul. 7.2.1			EI 30
Palomuri ⁽²⁾	E1: taul. 9.2.2			EI-M 60 ⁽¹⁾
Yläpohja Yläpohjan rakenteet (ei ullakkoa), jotka ovat kantavan rungon tai jäykisteiden olennainen osa ^(13, 2)	E1: taul. 6.2.1, E2: 5			Ei vaatimusta
Yläpohjan rakenteet (ei ullakkoa), jotka eivät ole kantavan rungon tai jäykisteiden olennainen osa ^(13, 2)	E1: taul. 6.2.1			Ei vaatimusta
Käyttämättömän ullakon ja yläpohjan ontelon pinta-alaosastointi sekä osastoivat rakennusosat	E1: taul. 5.2.1, taul 7.2.1			Alapuolisen osaston mukaan EI 30
Käyttämättömän ullakon ja yläpohjan ontelon yläpinta	E1: taul. 8.2.2			-
Ulkoseinät Ulkoseinärakenne	E1: 8.3.1, 8.3.2, 8.3.3			Ei vaatimusta
Ulkoseinän ulkopinta	E1: taul. 8.3.4			D-s2, d2
Ulkoseinän tuuletusrakoon rajoittuvat pinnat	E1: taul. 8.3.4			D-s2, d2 ⁽¹⁴⁾
Sisäpinnat Seinien ja katon sisäpuoliset pintakerrokset ^(6, 8)	E1: taul. 8.2.2			B-s1, d0
Lattiat ⁽⁶⁾	E1: taul. 8.2.2			A2 _{FL} -s1
Savunpoisto Painovoimainen savunpoisto ⁽¹²⁾	E2: 7.2			0,5-1 % osaston alasta
Savunpoistauukkojen kokonaispinta-ala	E2: 7.2			

⁽¹⁾ Lievennyksiä, jos automaattinen sammutuslaitteisto (E1: 11.5.3, 5.2.3)

⁽²⁾ Lievennyksiä, jos automaattinen savunpoistolaitteisto, joka toimiessaan antaa paloilmoituksen (E1: 11.4.5, 5.2.3)

⁽³⁾ Jos kantavat rakenteet eivät ole vähintään luokkaa A₂-s1, d0, tulee rakennuksen eristeiden olla vähintään A₂-s1, d0 -luokan tarvikkeita (E1: taul. 6.2.1)

⁽⁴⁾ Jos yläpohjan lämmöneriste on tehty palamattomista tai lähes palamattomista rakennustarvikkeista ja ns. jatkuva sortuminen on estetty (E2:5)

⁽⁵⁾ Suojaverhous A₂-s1, d0 -luokan tarvikkeista, jos rakenne on tehty C-s2, d1 tai sitä alempien luokkien rakennustarvikkeista. Vaatimus ei kuitenkaan koske vähintään R30-luokkaisia palkkeja ja pilareita. (E1: 8.2.3)

⁽⁶⁾ Yhtä luokkaa lievemmat pintakerrokset voidaan sallia, jos osaston käyttötapaan nähden syttymisen tai palon leviämisen vaara on huomattavasti tavallista vähäisempi tai poistumismahdollisuudet ovat erittäin hyvät. Tämä ei kuitenkaan koske sisäisiä käytäviä, uloskäytäviä eikä sellaisia tiloja, joissa vaatimuksena on luokka D-s2, d2. Luokkien alenemisjärjestys: B-s1, d0 / C-s2, d1 / D-s2, d2 (E1: 8.2.4).

⁽⁷⁾ Julkisivun pinnan osa saa olla luokkaa D-s2, d2, mikäli tällaisia osia ympäröivät rakenteet suojaavat seinäpintaa palon leviämiseltä (E1: taul. 8.3.4)

	Ei rajoitusta					
	Ei rajoitusta			Ei rajoitusta		
	P 2			P1		
	ST 1	ST 2	ST 3	ST 1	ST 2	ST 3
	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta
	Enintään 1 000 h-m ²	Enintään 2 000 h-m ² ⁽¹⁰⁾	Harkinnan mukaan ⁽¹⁾	Enintään 2 000 h-m ²	Enintään 4 000 h-m ² ⁽¹⁰⁾	Harkinnan mukaan ⁽¹⁾
	R30	R30	R30 ⁽¹⁾ tai R15 palamaton ^(4, 1)	R90 ⁽³⁾	R90 ⁽³⁾	R90 ^(3,1) tai R30 ^(4,1) tai R15 palamaton ^(4,1)
	EI-M 120 palamaton	EI-M 120 palamaton	EI-M 60 palamaton	EI-M 120 palamaton	EI-M 120 palamaton	EI-M 60 palamaton
	EI 30	EI 30	EI 30	EI 90	EI 90	EI 90 ⁽¹⁾
	EI-M 120	EI-M 120 ⁽¹⁰⁾	EI-M 120 ⁽¹⁾	EI-M 180 palamaton	EI-M 180 palamaton ⁽¹⁰⁾	EI-M 180 palamaton ⁽¹⁾
	R 30	R30	R30 ⁽¹⁾ tai R15 palamaton ^(4,1)	R60	R60	R60 ⁽¹⁾ tai R30 ^(4, 1) tai R15 palamaton ^(4, 1)
	R 15	R 15	R 15	R15 tai palamaton	R15 tai palamaton	R15 tai palamaton ⁽¹⁾
	Enintään 1 600 m ² EI 30	Enintään 1 600 m ² EI 30	Enintään 1 600 m ² EI 30	Enintään 1 600 m ² EI 30	Enintään 1 600 m ² EI 30	Enintään 1 600 m ² EI 30
	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0 ⁽¹⁾
	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta	Vähintään B-s1, d0	Vähintään B-s1, d0	Vähintään B-s1, d0
	D-s2, d2	D-s2, d2	D-s2, d2	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0
	D-s2, d2	D-s2, d2	D-s2, d2	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0
	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	D-s1, d0	D-s1, d0	B-s1, d0
	A2 _{FL} -s1	A2 _{FL} -s1	A2 _{FL} -s1	A2 _{FL} -s1	A2 _{FL} -s1	A2 _{FL} -s1
		Automaattinen savunpoistolaitteisto			Automaattinen savunpoistolaitteisto	
	2-5 % osaston alasta	2-5 % osaston alasta	0,5-1 % osaston alasta	2-5 % osaston alasta	2-5 % osaston alasta	0,5-1 % osaston alasta

⁽⁸⁾ Pintakerrosten luokkavaatimukset eivät koske vähintään R30-luokkaisia kantavia palkkeja ja pilareita, mikäli niiden pinnat ovat vähintään syttymisherkkyysluokkaa d-s2. d2 (E1: taul. 8.2.2)

⁽⁹⁾ Jos runko on tehty D-s2, d2 -luokan tarvikkeesta, lämmöneristeenä käytetään vähintään A2-s1,d0 -luokan materiaalia (E1: 8.3.1)

⁽¹⁰⁾ Lievennyksiä, jos automaattinen paloilmoitin (E1: 11.3.3, 5.2.3)

⁽¹¹⁾ Jos huoneistoala on enintään 300 h-m², vaatimus on 2 / - (E1: taul. 8.2.2)

⁽¹²⁾ Käyttämällä pääosin erillisiä savunpoistoluokkuja sekä lisäksi huonetilan yläosassa sijaitsevia helposti avattavia tai rikottavia ikkunoita. Vaikutusalueen katsotaan ulottuvan 10 m etäisyyteen ulkoseinästä (E 2: 7.2)

⁽¹³⁾ Jos yläpohjan eristeet ovat palamattomia tai lähes palamattomia (E1: taul. 6.2.1)

⁽¹⁴⁾ Koskee tuuletusraon ulkopintaa, sisäpinnalla ei vaatimusta (E1, taul. 8.3.4)

 Puuta voidaan käyttää

 Tietyin edellytyksin

 Puuta ei voida käyttää

Taulukko 7.7 Tuotantorakennus, 1-kerroksinen, palokuormaryhmä yli 1200 MJ/m², palovaarallisuusluokka 1

Korkeus	E1: taul. 3.2.1	Enintään 14 m		
Henkilömäärä	E1: taul. 3.2.2	Ei rajoitusta		
Paloluokka	E1: 3	P 3		
Suojaustaso	E2: 3	ST 1	ST 2	ST 3
Kerrosala	E1: taul.3.2.1	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta
Pinta-alaosastointi ⁽²⁾	E2: 6.1, taul. 1	Enintään 2 000 h-m ²	Enintään 4 000 h-m ² ⁽¹⁰⁾	Enintään 12 000 h-m ² ⁽¹⁾
Kantavat rakenteet ⁽²⁾	E1: taul. 6.2.1, E2: 5	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta
Osastointi ja palomuri Osastoivat rakennusosat pinta-alaosastoinnissa ⁽²⁾	E2: 6.1, taul. 2	EI-M 90 palamaton	EI-M 90 palamaton	EI-M 60 palamaton
Osastoivat rakennusosat käyttötapaosastoinnissa ⁽²⁾	E1: taul. 7.2.1	EI 30	EI 30	EI 30
Palomuri ⁽²⁾	E1: taul. 9.2.2	EI-M 60	EI-M 60 ⁽¹⁰⁾	EI-M 60 ⁽¹⁾
Yläpohja Yläpohjan rakenteet (ei ullakkoa), jotka <u>ovat</u> kantavan rungon tai jäykisteiden olennainen osa ^(13, 2)	E1: taul. 6.2.1, E2: 5	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta
Yläpohjan rakenteet (ei ullakkoa), jotka <u>eivät ole</u> kantavan rungon tai jäykisteiden olennainen osa ^(13, 2)	E1: taul. 6.2.1	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta
Käyttämättömän ullakon ja yläpohjan ontelon pinta-alaosastointi sekä osastoivat rakennusosat	E1: taul. 5.2.1, taul. 7.2.1	Alapuolisen osaston mukaan EI 30	Alapuolisen osaston mukaan EI 30	Alapuolisen osaston mukaan EI 30
Käyttämättömän ullakon ja yläpohjan ontelon yläpinta	E1: taul. 8.2.2	-	-	-
Ulkoseinät Ulkoseinärakenne	E1: 8.3.1, 8.3.2, 8.3.3	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta
Ulkoseinän ulkopinta	E1: taul. 8.3.4	D-s2, d2	D-s2, d2	D-s2, d2
Ulkoseinän tuuletusrakoon rajoittuvat pinnat	E1: taul. 8.3.4	D-s2, d2 ⁽¹⁴⁾	D-s2, d2 ⁽¹⁴⁾	D-s2, d2 ⁽¹⁴⁾
Sisäpinnat Seinien ja katon sisäpuoliset pintakerrokset ^(6, 8)	E1: taul. 8.2.2	D-s2, d2	D-s2, d2	D-s2, d2
Lattiat ⁽⁶⁾	E1: taul. 8.2.2	-	-	-
Savunpoisto Painovoimainen savunpoisto ⁽¹²⁾	E2: 7.2		Automaattinen savunpoistolaitteisto	
Savunpoistaukkojen kokonaispinta-ala	E2: 7.2	0,25-2 % osaston alasta	0,25-2 % osaston alasta	0,15-0,5% osaston alasta

⁽¹⁾ Lievennyksiä, jos automaattinen sammutuslaitteisto (E1: 11.5.3, 5.2.3)

⁽²⁾ Lievennyksiä, jos automaattinen savunpoistolaitteisto, joka toimiessaan antaa paloilmoituksen (E1: 11.4.5, 5.2.3)

⁽³⁾ Jos kantavat rakenteet eivät ole vähintään luokkaa A₂-s1, d0, tulee rakennuksen eristeiden olla vähintään s1, d0 -luokan tarvikkeita (E1: taul. 6.2.1)

⁽⁴⁾ Jos yläpohjan lämmöneriste on tehty palamattomista tai lähes palamattomista rakennustarvikkeista ja ns. jatkuva sortuminen on estetty (E2:5)

⁽⁵⁾ Suojaverhous A₂-s1, d0 -luokan tarvikkeista, jos rakenne on tehty C-s2, d1 tai sitä alempien luokkien rakennustarvikkeista. Vaatimus ei kuitenkaan koske vähintään R30-luokkaisia palkkeja ja pilareita. (E1: 8.2.3)

⁽⁶⁾ Yhtä luokkaa lievemmat pintakerrokset voidaan sallia, jos osaston käyttötapaan nähden syttymisen tai palon leviämisen vaara on huomattavasti tavallista vähäisempi tai poistumismahdollisuudet ovat erittäin hyvät. Tämä ei kuitenkaan koske sisäisiä käytäviä, uloskäytäviä eikä sellaisia tiloja, joissa vaatimuksena on luokka D-s2, d2. Luokkien alenemisjärjestys: B-s1, d0 / C-s2, d1 / D-s2, d2 (E1: 8.2.4).

⁽⁷⁾ Julkisivun pinnan osa saa olla luokkaa D-s2, d2, mikäli tällaisia osia ympäröivät rakenteet suojaavat seinäpintaa palon leviämiseltä (E1: taul. 8.3.4)

A₂-

	Ei rajoitusta					
	Ei rajoitusta			Ei rajoitusta		
	P 2			P1		
	ST 1	ST 2	ST 3	ST 1	ST 2	ST 3
	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta
	Enintään 4 000 h-m2	Enintään 6 000 h-m2 ⁽¹⁰⁾	Harkinnan mukaan ⁽¹⁾	Enintään 6 000 h-m2	Enintään 12 000 h-m2 ⁽¹⁰⁾	Harkinnan mukaan ⁽¹⁾
	R30 tai R15 palamaton ⁽⁴⁾	R30 tai R15 palamaton ⁽⁴⁾	R30 ⁽¹⁾ tai R15 palamaton ^(4, 1)	R120 ³	R120 ³	R120 ^(3,1) tai R30 ^(4,1) tai R15 palamaton ^(4,1)
	EI-M 90 palamaton	EI-M 90 palamaton	EI-M 60 palamaton	EI-M 90 palamaton	EI-M 90 palamaton	EI-M 60 palamaton
	EI 30	EI 30	EI 30	EI 120	EI 120	EI 120 ⁽¹⁾
	EI-M 120	EI-M 120 ⁽¹⁰⁾	EI-M 120 ⁽¹⁾	EI-M 240 palamaton	EI-M 240 palamaton ⁽¹⁰⁾	EI-M 240 palamaton ⁽¹⁾
	R 30 tai R15 palamaton ⁽⁴⁾	R30 tai R15 palamaton ⁽⁴⁾	R30 ⁽¹⁾ tai R15 palamaton ^(4,1)	R60	R60	R60 ⁽¹⁾ tai R30 ^(4, 1) tai R15 palamaton ^(4, 1)
	R 15	R 15	R 15	R15 tai palamaton	R15 tai palamaton	R15 ⁽¹⁾ tai palamaton ⁽¹⁾
	Enintään 1 600 m2 EI 30	Enintään 1 600 m2 EI 30	Enintään 1 600 m2 EI 30	Enintään 1 600 m2 EI 30	Enintään 1 600 m2 EI 30	Enintään 1 600 m2 EI 30
	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0
	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta	Vähintään B-s1, d0	Vähintään B-s1, d0	Vähintään B-s1, d0
	D-s2, d2	D-s2, d2	D-s2, d2	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0
	D-s2, d2	D-s2, d2	D-s2, d2	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0
	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	D-s2, d2	D-s2, d2	D-s2, d2
	D _{FL} -s1	D _{FL} -s1	D _{FL} -s1	D _{FL} -s1	D _{FL} -s1	D _{FL} -s1
		Automaattinen savunpoistolaitteisto			Automaattinen savunpoistolaitteisto	
	0,25-2 % osaston alasta	0,25-2 % osaston alasta	0,15-0,5% osaston alasta	0,25-2 % osaston alasta	0,25-2 % osaston alasta	0,15-0,5% osaston alasta

⁽⁸⁾ Pintakerrosten luokkavaatimukset eivät koske vähintään R30-luokkaisia kantavia palkkeja ja pilareita, mikäli niiden pinnat ovat vähintään syttymisherkkyysluokkaa d-s2. d2 (E1: taul. 8.2.2)

⁽⁹⁾ Jos runko on tehty D-s2, d2 -luokan tarvikkeesta, lämmöneristeenä käytetään vähintään A2-s1,d0 -luokan materiaalia (E1: 8.3.1)

⁽¹⁰⁾ Lievennyksiä, jos automaattinen paloilmoin (E1: 11.3.3, 5.2.3)

⁽¹¹⁾ Jos huoneistoala on enintään 300 h-m2, vaatimus on 2 / - (E1: taul. 8.2.2)

⁽¹²⁾ Käyttämällä pääosin erillisiä savunpoistoluukkuja sekä lisäksi huonetilan yläosassa sijaitsevia helposti avattavia tai rikottavia ikkunoita. Vaikutusalueen katsotaan ulottuvan 10 m etäisyyteen ulkoseinästä (E 2: 7.2)

⁽¹³⁾ Jos yläpohjan eristeet ovat palamattomia tai lähes palamattomia (E1: taul. 6.2.1)

⁽¹⁴⁾ Koskee tuuletusraon ulkopintaa, sisäpinnalla ei vaatimusta (E1, taul. 8.3.4)

 Puuta voidaan käyttää

 Tietyin edellytyksin

 Puuta ei voida käyttää

Taulukko 7.8 Tuotantorakennus, 1-kerroksinen, palokuormaryhmä yli 1200 MJ/m², palovaarallisuusluokka 2

Korkeus	E1: taul. 3.2.1	Enintään 14 m		
Henkilömäärä	E1: taul. 3.2.2	Ei rajoitusta		
Paloluokka	E1: 3	P 3		
Suojaustaso	E2: 3	ST 1	ST 2	ST 3
Kerrosala	E1: taul.3.2.1	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta
Pinta-alaosastointi ⁽²⁾	E2: 6.1, taul. 1	Ei sallittua toteuttaa suojaustasossa 2	Ei sallittua toteuttaa suojaustasossa 2	Enintään 2 000 h-m2 ⁽¹⁾
Kantavat rakenteet ⁽²⁾	E1: taul. 6.2.1, E2: 5			Ei vaatimusta
Osastointi ja palomuri Osastoivat rakennusosat pinta-alaosastoinnissa ⁽²⁾	E2: 6.1, taul. 2			EI-M 60 palamaton
Osastoivat rakennusosat käyttötapaosastoinnissa ⁽²⁾	E1: taul. 7.2.1			EI 30
Palomuri ⁽²⁾	E1: taul. 9.2.2			EI-M 60 ⁽¹⁾
Yläpohja Yläpohjan rakenteet (ei ullakkoa), jotka ovat kantavan rungon tai jäykisteiden olennainen osa ^(13, 2)	E1: taul. 6.2.1, E2: 5			Ei vaatimusta
Yläpohjan rakenteet (ei ullakkoa), jotka eivät ole kantavan rungon tai jäykisteiden olennainen osa ^(13, 2)	E1: taul. 6.2.1			Ei vaatimusta
Käyttämättömän ullakon ja yläpohjan ontelon pinta-alaosastointi sekä osastoivat rakennusosat	E1: taul. 5.2.1, taul 7.2.1			Alapuolisen osaston mukaan EI 30
Käyttämättömän ullakon ja yläpohjan ontelon yläpinta	E1: taul. 8.2.2			-
Ulkoseinät Ulkoseinärakenne	E1: 8.3.1, 8.3.2, 8.3.3			Ei vaatimusta
Ulkoseinän ulkopinta	E1: taul. 8.3.4			D-s2, d2
Ulkoseinän tuuletusrakoon rajoittuvat pinnat	E1: taul. 8.3.4			D-s2, d2 ⁽¹⁴⁾
Sisäpinnat Seinien ja katon sisäpuoliset pintakerrokset ^(6, 8)	E1: taul. 8.2.2			B-s1, d0
Lattiat ⁽⁶⁾	E1: taul. 8.2.2			A2 _{FL} -s1
Savunpoisto Painovoimainen savunpoisto ⁽¹²⁾	E2: 7.2			⁽¹²⁾
Savunpoistoaukkojen kokonaispinta-ala	E2: 7.2			0,5-1 % osaston alasta

⁽¹⁾ Lievennyksiä, jos automaattinen sammutuslaitteisto (E1: 11.5.3, 5.2.3)

⁽²⁾ Lievennyksiä, jos automaattinen savunpoistolaitteisto, joka toimiessaan antaa paloilmoituksen (E1: 11.4.5, 5.2.3)

⁽³⁾ Jos kantavat rakenteet eivät ole vähintään luokkaa A₂-s1, d0, tulee rakennuksen eristeiden olla vähintään s1, d0 -luokan tarvikkeita (E1: taul. 6.2.1)

⁽⁴⁾ Jos yläpohjan lämmöneriste on tehty palamattomista tai lähes palamattomista rakennustarvikkeista ja ns. jatkuva sortuminen on estetty (E2:5)

⁽⁵⁾ Suojaverhous A₂-s1, d0 -luokan tarvikkeista, jos rakenne on tehty C-s2, d1 tai sitä alempien luokkien rakennustarvikkeista. Vaatimus ei kuitenkaan koske vähintään R30-luokkaisia palkkeja ja pilareita. (E1: 8.2.3)

⁽⁶⁾ Yhtä luokkaa lievemmat pintakerrokset voidaan sallia, jos osaston käyttötapaan nähden syttymisen tai palon leviämisen vaara on huomattavasti tavallista vähäisempi tai poistumismahdollisuudet ovat erittäin hyvät. Tämä ei kuitenkaan koske sisäisiä käytäviä, uloskäytäviä eikä sellaisia tiloja, joissa vaatimuksena on luokka D-s2, d2. Luokkien alenemisjärjestys: B-s1, d0 / C-s2, d1 / D-s2, d2 (E1: 8.2.4).

⁽⁷⁾ Julkisivun pinnan osa saa olla luokkaa D-s2, d2, mikäli tällaisia osia ympäröivät rakenteet suojaavat seinäpintaa palon leviämiseltä (E1: taul. 8.3.4)

A₂-

	Ei rajoitusta					
	Ei rajoitusta			Ei rajoitusta		
	P 2			P1		
	ST 1	ST 2	ST 3	ST 1	ST 2	ST 3
	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta
	Enintään 1 000 h-m ²	Enintään 2 000 h-m ²	Harkinnan mukaan ⁽¹⁾	Enintään 2 000 h-m ²	Enintään 4 000 h-m ²	Harkinnan mukaan ⁽¹⁾
	R30	R30	R30 ⁽¹⁾ tai R15 palamaton ^(4, 1)	R120 ⁽³⁾	R120 ⁽³⁾	R120 ^(3,1) tai R30 ^(4,1) tai R15 palamaton ^(4,1)
	EI-M 120 palamaton	EI-M 120 palamaton	EI-M 60 palamaton	EI-M 120 palamaton	EI-M 120 palamaton	EI-M 60 palamaton
	EI 30	EI 30	EI 30	EI 120	EI 120	EI 120 ⁽¹⁾
	EI-M 120	EI-M 120 ⁽¹⁰⁾	EI-M 120 ⁽¹⁾	EI-M 240 palamaton	EI-M 240 palamaton ⁽¹⁰⁾	EI-M 240 palamaton ⁽¹⁾
	R 30	R30	R30 ⁽¹⁾ tai R15 palamaton ^(4,1)	R60	R60	R60 ⁽¹⁾ tai R30 ^(4, 1) tai R15 palamaton ^(4, 1)
	R 15	R 15	R 15	R15 tai palamaton	R15 tai palamaton	R15 tai palamaton ⁽¹⁾
	Enintään 1 600 m ² EI 30	Enintään 1 600 m ² EI 30	Enintään 1 600 m ² EI 30	Enintään 1 600 m ² EI 30	Enintään 1 600 m ² EI 30	Enintään 1 600 m ² EI 30
	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0 ⁽¹⁾
	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta	Vähintään B-s1, d0	Vähintään B-s1, d0	Vähintään B-s1, d0
	D-s2, d2	D-s2, d2	D-s2, d2	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0
	D-s2, d2	D-s2, d2	D-s2, d2	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0
	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	D-s2, d2	D-s2, d2	B-s1, d0
	A2 _{FL} -s1	A2 _{FL} -s1	A2 _{FL} -s1	A2 _{FL} -s1	A2 _{FL} -s1	A2 _{FL} -s1
	⁽¹²⁾	Automaattinen savunpoistolaitteisto	⁽¹²⁾	⁽¹²⁾	Automaattinen savunpoistolaitteisto	⁽¹²⁾
	2-5 % osaston alasta	2-5 % osaston alasta	0,5-1 % osaston alasta	2-5 % osaston alasta	2-5 % osaston alasta	0,5-1 % osaston alasta

⁽⁸⁾ Pintakerrosten luokkavaatimukset eivät koske vähintään R30-luokkaisia kantavia palkkeja ja pilareita, mikäli niiden pinnat ovat vähintään syttymisherkkyysluokkaa d-s2. d2 (E1: taul. 8.2.2)

⁽⁹⁾ Jos runko on tehty D-s2, d2 -luokan tarvikkeesta, lämmöneristeenä käytetään vähintään A2-s1,d0 -luokan materiaalia (E1: 8.3.1)

⁽¹⁰⁾ Lievennyksiä, jos automaattinen paloilmoin (E1: 11.3.3, 5.2.3)

⁽¹¹⁾ Jos huoneistoala on enintään 300 h-m², vaatimus on 2 / - (E1: taul. 8.2.2)

⁽¹²⁾ Käyttämällä pääosin erillisiä savunpoistoluokkuja sekä lisäksi huonetilan yläosassa sijaitsevia helposti avattavia tai rikottavia ikkunoita. Vaikutusalueen katsotaan ulottuvan 10 m etäisyyteen ulkoseinästä (E 2: 7.2)

⁽¹³⁾ Jos yläpohjan eristeet ovat palamattomia tai lähes palamattomia (E1: taul. 6.2.1)

⁽¹⁴⁾ Koskee tuuletusraon ulkopintaa, sisäpinnalla ei vaatimusta (E1, taul. 8.3.4)

 Puuta voidaan käyttää

 Tietyin edellytyksin

 Puuta ei voida käyttää

Taulukko 7.9 Liikuntarakennus, 1-kerroksinen, palokuormaryhmä alle 600 MJ/m².

Korkeus	E1: taul. 3.2.1	Enintään 9 m		
Henkilömäärä	E1: taul. 3.2.2	Enintään 500 henkilöä		
Paloluokka	E1: 3	P 3		
Suojaustaso	E2: 3	ST 1	ST 2	ST 3
Kerrosala	E1: taul.3.2.1	Enintään 2 400 h-m ²	Enintään 2 400 h-m ² ⁽¹⁰⁾	Enintään 2 400 h-m ² ⁽¹⁾
Pinta-alaosastointi ⁽²⁾	E1: taul. 5.2.1	Enintään 400 h-m ²	Enintään 400 h-m ² ⁽¹⁰⁾	Enintään 400 h-m ² ⁽¹⁾
Kantavat rakenteet ⁽²⁾	E1: taul. 6.2.1	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta
Osastointi ja palomuuuri Osastoivat rakennusosat pinta-ala- ja käyttötapa-osastoinnissa ⁽²⁾	E2: 7.2.1	EI 30	EI 30	EI 30
Palomuuuri ⁽²⁾	E1: taul. 9.2.2	EI-M 60	EI-M 60 ⁽¹⁰⁾	EI-M 60 ⁽¹⁾
Yläpohja Yläpohjan rakenteet (ei ullakkoa), jotka ovat kantavan rungon tai jäykisteiden olennainen osa ^(13, 2)	E1: taul. 6.2.1	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta
Yläpohjan rakenteet (ei ullakkoa), jotka eivät ole kantavan rungon tai jäykisteiden olennainen osa ^(13, 2)	E1: taul. 6.2.1	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta
Käyttämättömän ullakon ja yläpohjan ontelon pinta-alaosastointi sekä osastoivat rakennusosat	E1: taul. 5.2.1, taul. 7.2.1	Alapuolisen osaston mukaan EI 30	Alapuolisen osaston mukaan EI 30	Alapuolisen osaston mukaan EI 30
Käyttämättömän ullakon ja yläpohjan ontelon yläpinta	E1: taul. 8.2.2	-	-	-
Ulkoseinät Ulkoseinät	E1: 8.3.1, 8.3.2, 8.3.3	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta
Ulkoseinän ulkopinta	E1: taul. 8.3.4	D-s2, d2	D-s2, d2	D-s2, d2
Ulkoseinän tuuletusrakoon rajoittuvat pinnat	E1: taul. 8.3.4	D-s2, d2 ⁽¹⁴⁾	D-s2, d2 ⁽¹⁴⁾	D-s2, d2 ⁽¹⁴⁾
Sisäpinnat Seinien ja katon sisäpuoliset pintakerrokset ^(6, 8)	E1: taul. 8.2.2	D-s2, d2	D-s2, d2	D-s2, d2
Lattiat ⁽⁶⁾	E1: taul. 8.2.2	-	-	-

⁽¹⁾ Lievennyksiä, jos automaattinen sammutuslaitteisto (E1: 11.5.3, 5.2.3)

⁽²⁾ Lievennyksiä, jos automaattinen savunpoistolaitteisto, joka toimiessaan antaa paloilmoituksen (E1: 11.4.5, 5.2.3)

⁽³⁾ Jos kantavat rakenteet eivät ole vähintään luokkaa A₂-s1, d0, tulee rakennuksen eristeiden olla vähintään A₂-s1, d0 -luokan tarvikkeita (E1: taul. 6.2.1)

⁽⁴⁾ Jos yläpohjan lämmöneriste on tehty palamattomista tai lähes palamattomista rakennustarvikkeista ja ns. jatkuva sortuminen on estetty (E2:5)

⁽⁵⁾ Suojaverhous A₂-s1, d0 -luokan tarvikkeista, jos rakenne on tehty C-s2, d1 tai sitä alempien luokkien rakennustarvikkeista. Vaatimus ei kuitenkaan koske vähintään R30-luokkaisia palkkeja ja pilareita. (E1: 8.2.3)

⁽⁶⁾ Yhtä luokkaa lievemmat pintakerrokset voidaan sallia, jos osaston käyttötapaan nähden syttymisen tai palon leviämisen vaara on huomattavasti tavallista vähäisempi tai poistumismahdollisuudet ovat erittäin hyvät. Tämä ei kuitenkaan koske sisäisiä käytäviä, uloskäytäviä eikä sellaisia tiloja, joissa vaatimuksena on luokka D-s2, d2. Luokkien alenemisjärjestys: B-s1, d0 / C-s2, d1 / D-s2, d2 (E1: 8.2.4).

⁽⁷⁾ Julkisivun pinnan osa saa olla luokkaa D-s2, d2, mikäli tällaisia osia ympäröivät rakenteet suojaavat seinäpintaa palon leviämiseltä (E1: taul. 8.3.4)

⁽⁸⁾ Pintakerrosten luokkavaatimukset eivät koske vähintään R30-luokkaisia kantavia palkkeja ja pilareita, mikäli niiden pinnat ovat vähintään syttymisherkkyyoluokkaa d-s2, d2 (E1: taul. 8.2.2)

	Enintään 9 m			Ei rajoitusta		
	Ei rajoitusta			Ei rajoitusta		
	P 2			P1		
	ST 1	ST 2	ST 3	ST 1	ST 2	ST 3
	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta
	Enintään 2 400 h-m ²	Enintään 2 400 h-m ² ⁽¹⁰⁾	Enintään 2 400 h-m ² ⁽¹⁾	Enintään 2 400 h-m ²	Enintään 2 400 h-m ² ⁽¹⁰⁾	Enintään 2 400 h-m ² ⁽¹⁾
	R30	R30	R30 ⁽¹⁾	R60 ⁽³⁾	R60 ⁽³⁾	R60 ^(3,1)
	EI 30	EI 30	EI 30	EI 60	EI 60	EI 60
	EI-M 120	EI-M 120 ⁽¹⁰⁾	EI-M 120 ⁽¹⁾	EI-M 120 palamaton	EI-M 120 palamaton ⁽¹⁰⁾	EI-M 120 palamaton ⁽¹⁾
	R 30	R30	R30 ⁽¹⁾	R60	R60	R60 ⁽¹⁾
	R 15	R 15	R 15	R15	R15	R15 tai palamaton ⁽¹⁾
	Enintään 1 600 m ² EI 30	Enintään 1 600 m ² EI 30	Enintään 1 600 m ² EI 30	Enintään 1 600 m ² EI 30	Enintään 1 600 m ² EI 30	Enintään 1 600 m ² EI 30
	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0
	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta	Vähintään B-s1, d0	Vähintään B-s1, d0	Vähintään B-s1, d0
	D-s2, d2	D-s2, d2	D-s2, d2	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0
	D-s2, d2	D-s2, d2	D-s2, d2	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0
	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	C-s2, d1	C-s2, d1	C-s2, d1
	-	-	-	-	-	-

⁽⁹⁾ Jos runko on tehty D-s2, d2 -luokan tarvikkeesta, lämmöneristeenä käytetään vähintään A2-s1,d0 -luokan materiaalia (E1: 8.3.1)

⁽¹⁰⁾ Lievennyksiä, jos automaattinen paloilmoin (E1: 11.3.3, 5.2.3)

⁽¹¹⁾ Jos huoneistoala on enintään 300 h-m², vaatimus on 2 / - (E1: taul. 8.2.2)

⁽¹²⁾ Käyttämällä pääosin erillisiä savunpoistoluukkuja sekä lisäksi huonetilan yläosassa sijaitsevia helposti avattavia tai rikottavia ikkunoita. Vaikutusalueen katsotaan ulottuvan 10 m etäisyyteen ulkoseinästä (E 2: 7.2)

⁽¹³⁾ Jos yläpohjan eristeet ovat palamattomia tai lähes palamattomia (E1: taul. 6.2.1)

⁽¹⁴⁾ Koskee tuuletusraon ulkopintaa, sisäpinnalla ei vaatimusta (E1, taul. 8.3.4)

 Puuta voidaan käyttää

 Tietyin edellytyksin

 Puuta ei voida käyttää

Taulukko 7.10 Myymälärakennus, 1-kerroksinen, huoneistoala yli 300 h-m², palokuormaryhmä 600-1200 MJ/m²

Korkeus	E1: taul. 3.2.1	Enintään 9 m		
Henkilömäärä	E1: taul. 3.2.2	Enintään 500 henkilöä		
Paloluokka	E1: 3	P 3		
Suojaustaso	E2: 3	ST 1	ST 2	ST 3
Kerrosala	E1: taul.3.2.1	Enintään 2 400 h-m ²	Enintään 2 400 h-m ²	Enintään 2 400 h-m ² ⁽¹⁾
Pinta-alaosastointi ⁽²⁾	E1: taul. 5.2.1	Enintään 400 h-m ²	Enintään 400 h-m ²	Enintään 400 h-m ² ⁽¹⁾
Kantavat rakenteet ⁽²⁾	E1: taul. 6.2.1	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta
Osastointi ja palomuri Osastoivat rakennusosat pinta-ala- ja käyttötapa-osastoinnissa ⁽²⁾	E2: 7.2.1	EI 30	EI 30	EI 30
Palomuri ⁽²⁾	E1: taul. 9.2.2	EI-M 60	EI-M 60 ⁽¹⁰⁾	EI-M 60 ⁽¹⁾
Yläpohja Yläpohjan rakenteet (ei ullakkoa), jotka ovat kantavan rungon tai jäykisteiden olennainen osa ^(13, 2)	E1: taul. 6.2.1	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta
Yläpohjan rakenteet (ei ullakkoa), jotka eivät ole kantavan rungon tai jäykisteiden olennainen osa ^(13, 2)	E1: taul. 6.2.1	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta
Käyttämättömän ullakon ja yläpohjan ontelon pinta-alaosastointi sekä osastoivat rakennusosat	E1: taul. 5.2.1, taul. 7.2.1	Alapuolisen osaston mukaan EI 30	Alapuolisen osaston mukaan EI 30	Alapuolisen osaston mukaan EI 30
Käyttämättömän ullakon ja yläpohjan ontelon yläpinta	E1: taul. 8.2.2	-	-	-
Ulkoseinät Ulkoseinät	E1: 8.3.1, 8.3.2, 8.3.3	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta
Ulkoseinän ulkopinta	E1: taul. 8.3.4	D-s2, d2	D-s2, d2	D-s2, d2
Ulkoseinän tuuletusrakoon rajoittuvat pinnat	E1: taul. 8.3.4	D-s2, d2 ⁽¹⁴⁾	D-s2, d2 ⁽¹⁴⁾	D-s2, d2 ⁽¹⁴⁾
Sisäpinnat Seinien ja katon sisäpuoliset pintakerrokset ^(6, 8)	E1: taul. 8.2.2	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0
Lattiat ⁽⁶⁾	E1: taul. 8.2.2	-	-	-

⁽¹⁾ Lievennyksiä, jos automaattinen sammutuslaitteisto (E1: 11.5.3, 5.2.3)

⁽²⁾ Lievennyksiä, jos automaattinen savunpoistolaitteisto, joka toimiessaan antaa paloilmoituksen (E1: 11.4.5, 5.2.3)

⁽³⁾ Jos kantavat rakenteet eivät ole vähintään luokkaa A₂-s1, d0, tulee rakennuksen eristeiden olla vähintään A₂-s1, d0 -luokan tarvikkeita (E1: taul. 6.2.1)

⁽⁴⁾ Jos yläpohjan lämmöneriste on tehty palamattomista tai lähes palamattomista rakennustarvikkeista ja ns. jatkuva sortuminen on estetty (E2:5)

⁽⁵⁾ Suojaverhoukset A₂-s1, d0 -luokan tarvikkeista, jos rakenne on tehty C-s2, d1 tai sitä alempien luokkien rakennustarvikkeista. Vaatimus ei kuitenkaan koske vähintään R30-luokkaisia palkkeja ja pilareita. (E1: 8.2.3)

⁽⁶⁾ Yhtä luokkaa lievemmat pintakerrokset voidaan sallia, jos osaston käyttötapaan nähden syttymisen tai palon leviämisen vaara on huomattavasti tavallista vähäisempi tai poistumismahdollisuudet ovat erittäin hyvät. Tämä ei kuitenkaan koske sisäisiä käytäviä, uloskäytäviä eikä sellaisia tiloja, joissa vaatimuksena on luokka D-s2, d2. Luokkien alenemisjärjestys: B-s1, d0 / C-s2, d1 / D-s2, d2 (E1: 8.2.4).

⁽⁷⁾ Julkisivun pinnan osa saa olla luokkaa D-s2, d2, mikäli tällaisia osia ympäröivät rakenteet suojaavat seinäpintaa palon leviämiseltä (E1: taul. 8.3.4)

	Enintään 9 m			Ei rajoitusta		
	Ei rajoitusta			Ei rajoitusta		
	P 2			P1		
	ST 1	ST 2	ST 3	ST 1	ST 2	ST 3
	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta	Ei rajoitusta
	Enintään 2 400 h-m2	Enintään 2 400 h-m2 ⁽¹⁰⁾	Enintään 2 400 h-m2 ⁽¹⁾	Enintään 2 400 h-m2	Enintään 2 400 h-m2 ⁽¹⁰⁾	Enintään 2 400 h-m2 ⁽¹⁾
	R30	R30	R30 ⁽¹⁾	R90 ⁽³⁾	R90 ⁽³⁾	R90 ^(3,1)
	EI 30	EI 30	EI 30	EI 90	EI 90	EI 90 ⁽¹⁾
	EI-M 120	EI-M 120 ⁽¹⁰⁾	EI-M 120 ⁽¹⁾	EI-M 180 palamaton	EI-M 180 palamaton ⁽¹⁰⁾	EI-M 180 palamaton ⁽¹⁾
	R 30	R30	R30 ⁽¹⁾	R60	R60	R60 ⁽¹⁾
	R 15	R 15	R 15	R15	R15	R15 tai palamaton ⁽¹⁾
	Enintään 1 600 m2 EI 30	Enintään 1 600 m2 EI 30	Enintään 1 600 m2 EI 30	Enintään 1 600 m2 EI 30	Enintään 1 600 m2 EI 30	Enintään 1 600 m2 EI 30
	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0
	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta	Vähintään B-s1, d0	Vähintään B-s1, d0	Vähintään B-s1, d0
	D-s2, d2	D-s2, d2	D-s2, d2	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0
	D-s2, d2	D-s2, d2	D-s2, d2	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0
	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0
	D _{FL} -s1	D _{FL} -s1	D _{FL} -s1	D _{FL} -s1	D _{FL} -s1	D _{FL} -s1

⁽⁸⁾ Pintakerrosten luokkavaatimukset eivät koske vähintään R30-luokkaisia kantavia palkkeja ja pilareita, mikäli niiden pinnat ovat vähintään syttymisherkkyyssuokkaa d-s2. d2 (E1: taul. 8.2.2)

⁽⁹⁾ Jos runko on tehty D-s2, d2 -luokan tarvikkeesta, lämmöneristeenä käytetään vähintään A2-s1,d0 -luokan materiaalia (E1: 8.3.1)

⁽¹⁰⁾ Lievennyksiä, jos automaattinen paloilmoitin (E1: 11.3.3, 5.2.3)

⁽¹¹⁾ Jos huoneistoala on enintään 300 h-m2, vaatimus on 2 / - (E1: taul. 8.2.2)

⁽¹²⁾ Käyttämällä pääosin erillisiä savunpoistoluokkuja sekä lisäksi huonetilan yläosassa sijaitsevia helposti avattavia tai rikottavia ikkunoita. Vaikutusalueen katsotaan ulottuvan 10 m etäisyyteen ulkoseinästä (E 2: 7.2)

⁽¹³⁾ Jos yläpohjan eristeet ovat palamattomia tai lähes palamattomia (E1: taul. 6.2.1)

⁽¹⁴⁾ Koskee tuuletusraon ulkopintaa, sisäpinnalla ei vaatimusta (E1, taul. 8.3.4)

 Puuta voidaan käyttää

 Tietyin edellytyksin

 Puuta ei voida käyttää

7.5 Toiminnallinen palomitoitus

RakMK:n E1 antaa mahdollisuuden käyttää myös tapauskohtaista toiminnallista palomitoitusta. Rakennuksen paloteknistä suunnittelua tarkastellaan tällöin koe- ja laskentamenetelmin, jolloin RakMK:n E1:n ja E2:n taulukot ja määräykset eivät ole sitovia. Toiminnallinen palomitoitus mahdollistaa nykyisiä määräyksiä laajemman puun käytön ja samalla jopa todellisen toteutuvan turvallisuustason paranemisen.

Toiminnallisessa suunnittelussa rakenteiden tai muiden osatekijöiden yksittäisille ominaisuuksille ei aseteta rajoituksia, vaan suunnittelussa tarkastellaan koko kohteen paloturvallisuutta ottaen huomioon kaikkien osatekijöiden yhteisvaikutus, jolloin mm. osastokoolle ja pintakerroksille ei aseteta erityisiä vaatimuksia.

Toiminnallinen palomitoitus on vaativa tehtävä, ja toistaiseksi sen osaa melko harva paloasioihin erikoistunut konsultti. Tavoitteena on kuitenkin laatia suunnittelijoille riittävä ohje ja mm. tietokonesimulaatio-ohjelma mm. tuotanto- ja liikerakennusten sekä liikunta- ja monitoimihallien rakenteiden suunnitteluun.

Tehtyjen kohdekohtaisten toiminnallisten palomitoitusten ja tutkimusten mukaan on havaittu, että rakennusmateriaalin palavuudella halleissa ei yleensä ole todellista merkitystä henkilöturvallisuuden kannalta.

Esimerkiksi myymälähallissa voi kattorakenne muodostua palamattomasta kannattajista ja teräspoimulevystä. Jos hälytys- tai sammutusjärjestelmä ei jostain syystä toimi (hallin korkeus, järjestelmävika, jne.) voisivat katon puurakenteet tarjota palotilanteessa pidemmän poistumisajan palopaikalta.

Euroluokka	EU-vaatimukset			Yleisyytyminen huonepalossa ISO 9705	Vanha pohjoismainen pintakerros- luokka			
	Palamat- tomuus	SBI	Small flame		DK	FI	NO	SE
A1	X	–	–	Ei tapahdu	A	1/I ^{x)}	In1/Ut1	I
A2 ^{1) 2)}	X	X	–	> 20 min	A	1/I ^{xx)}	In1/Ut1	I
B ^{1) 2)}	–	X	X	> 20 min	A	1/I	In1/Ut1	I
C ^{1) 2)}	–	X	X	> 10 min		1/II 1/-	In2/Ut2	II
D ^{1) 2)}	–	X	X	> 2 min	B	2/-	In2/Ut2	III
E ²⁾	–	–	X	< 2 min	U	U	U	U
F	–	–	–	< 2 min	U	U	U	U

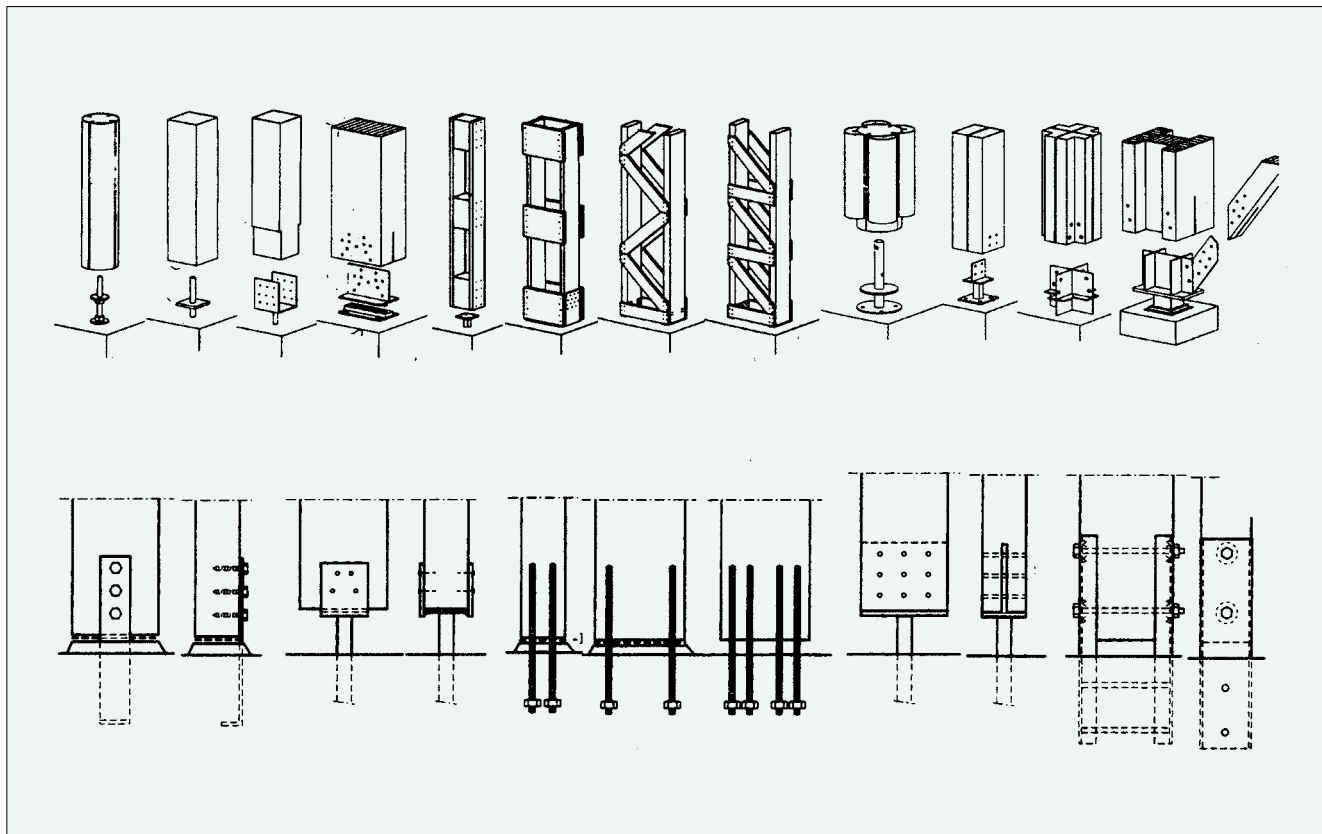
SBI = Single Burning Item (uusi eurooppalainen menetelmä pintakerrosten testaukseen); U = luokitamaton
¹⁾ Vapaaehtoinen savunmuodostusluokka voidaan kansallisesti lisätä: s1 tai s2
²⁾ Vapaaehtoinen palvien pisaroiden muodostumisriskiä kuvaava pisaraluokka (palavat pisarat) voidaan kansallisesti lisätä: d0 tai d1
^{x)} Palamaton rakennustarvike
^{xx)} Lähes palamaton rakennustarvike

Taulukko 7.11 Nykyiset euroluokat ja vanhat pohjoismaiset luokat – karkea vertailu. Seinä- ja kattopinnat/materiaalit.

7.6 Palomääräysten kehitysnäkymät

EU-harmonisointi on tulossa materiaalien luokitukseen. Tämä merkitsee sitä, että kansallisen rakentamismääräyskokoelmann osa E1 muuttuu.

Toiminnalliselle palomitoitukselle tullaan saamaan ohjeet ja välineet, jolloin tämä mitoitustapa yleistyy ja rakennesuunnittelija voi tehdä sen osana normaalia suunnittelua.



Kuva 8.1 Erilaisia perustuksia.



Kuva 8.2 Valkeakosken jalkapallostadionin katsomon perustuksia.

8 PERUSTUKSET

Puupilarin liitos perustukseen on, paitsi rakennetekninen, myös arkkitehtoninen kysymys.

Rakenneteknisesti liitoksen perustukseen täytyy

- olla lujuusopillisesti toimiva
- estää kosteuden nousu puupilariin.

Lujuusopillisessa mielessä pilarin tai kaaren alapään liitos voi olla joko jäykkä tai nivel. Molempiin on olemassa lukuisia valmiita ratkaisuja, joista arkkitehdin on syytä neuvotella rakennesuunnittelijan ja valmistajan kanssa.

Liitoksissa käytetään usein ns. palkkikenkiä kiinnityksen helpottamiseksi ja lujuuden varmistamiseksi. Liitos on aina myös esteettinen kysymys ja on sikäli merkityksellinen, että perustusliitokset ovat yleensä aina näkyvillä. Jos ihmiset joutuvat kosketukseen liitoselimien kanssa, on varmistettava, ettei varsinkaan ulkonevista metalliosista ole vaaraa tai haittaa. Tarvittaessa koko pilarin alaosa voidaan suojata niin katseilta kuin törmäyskuormiltakin.



Kuva 8.3 Kaarirakenteisen hallin betoniperustus nostaa puurakenteen roiskevedeltä suojaan.

Varastoissa ja teollisuudessa käytetäänkin usein kookasta betonijalkalistaa tai erillistä puu- tai teräsrakenteista törmäyssuojaa. Toisaalta värien käytöllä ja muotoilulla liitoksista voidaan tehdä vaikkapa arkkitehtoninen aihe.

Hallien pystyrakenteet lähtevät lähes aina suunnilleen maanpinnan tasosta, joten kosteuden nousu maasta tai lattialta pilarin alapäähän on estettävä. Myös säännölliseltä pesu-, valuma- ja roiskevedeltä suojaaminen saattaa olla aiheellista. Paras ratkaisu on asianmukainen sokkelin ja lattian nostaminen 20–30 cm maanpinnan yläpuolelle. Toinen mahdollisuus – ja ulkoalueilla ainoa – on nostaa puupilari betoni- tms. korokkeen päälle. Pilarin alapää voidaan myös käsitellä tehtaalla suoja-aineilla. Käsittely on uusittava määrävälein.



Kuva 8.4 Sevillan maailmannäyttelyssä vesi oli yleinen aihe. Liimapuupilari on nostettu teräsrakenteella ylös vesialtaasta.



Kuva 9.1 Säynätsalon kunnantalon kattorakenteen liitoksia.

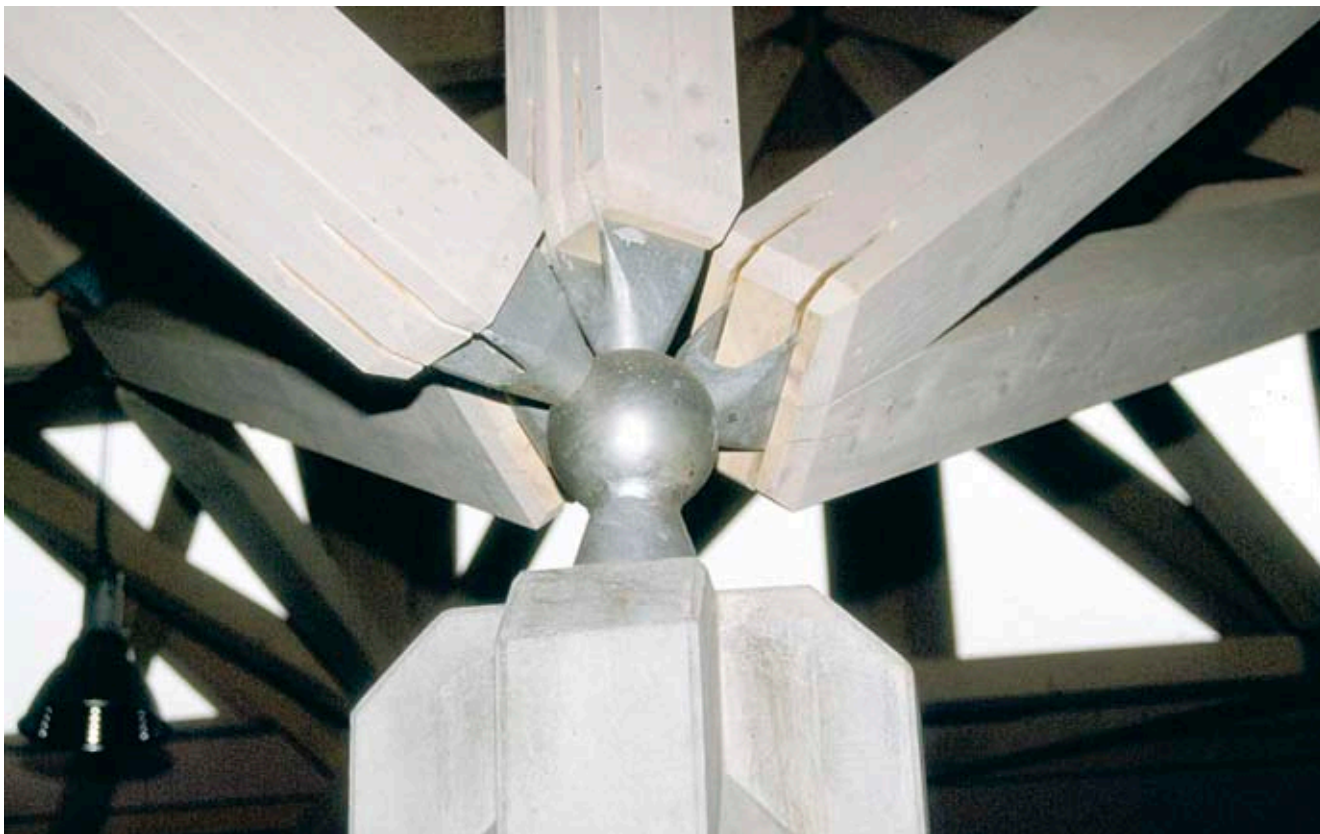


Kuva 9.2 Esivalmistettu liitososa, jolla liitoksen tekeminen sujuu nopeasti.

9 LIITOKSET

Taitavasti tehty rakenneliitos on miellyttävä osa rakennuksen ulkonäköä. Liitoksen ensisijainen tehtävä on lujuusopillinen, mutta näkyviin jäädessään se on väistämättä katseenvangitsija. Arkkitehtuurin onnistuminen ilmenee usein detaljeista. Tavanmukaisessa puuhallissa kannattaa käyttää hyviksi koettuja standardiliitoksia, mutta vaativissa erikoiskohteissa liitostekniikan innovatiivinen hiominen voi olla juuri se tekijä, minkä vuoksi puurunko kannattaa valita.

Puurakenteiden liitos voi olla jäykkä tai nivel. Liitosten yksityiskohdissa on rajattomasti mahdollisuuksia, ja jo nyt teollisia sovelluksia on runsaasti. Puuhallin runkorakenteiden liitoksista kaikki mahdolliset tehdään mieluummin tehtaalla. Valmiiksi kootun rakennusosan kokoa rajoittavat lähinnä maantiekuljetusten asettamat rajoitteet ja käsittelytila työmaalla. Yleensä rakennuspaikalla tehdään vain välttämätön liitostyö, kuten liittämisen perustuksiin, palkin liittämisen pilariin ja kaarirakenteiden jatkaminen. Sekundäärirakenteet asennetaan paikalla, mutta niidenkin liitososat voidaan kiinnittää valmiiksi primäärirunkoon. Tietenkin paikalla rakentaminen on aina mahdollista, mutta se soveltuu harvoin kooltaan suuriin hankkeisiin.



Kuva 9.3 Liimapuurakenteen teräksinen liitos.

Puurakenteiden liitostyyppejä ovat:

- naulaliitokset
- pulttiliitokset
- ruuviliitokset
- vaarnaliitokset
- naulalevyliitokset
- tappivaarnaliitokset
- metalliset liitoselimet
- liimaliitokset.

Puuarkkitehtuuriin kuuluu liitosten näkyviin jääminen. Puuhallin liitoksista suurin osa tehdään teollisin menetelmin, kuten ristikkorakenteet naulalevyin. Arkkitehdin tehtäväksi jää ottaa kantaa liitostyyppin valintaan ja visuaaliseen ilmeeseen silloin, kun sillä on esteettistä painoa kohteen kokonaisuuden kannalta. Koska liitos on keskeinen osa hallin toimivuuden, arkkitehtuurin ja pitkäaikaiskestävyyden kannalta, yhteistyö arkkitehdin, rakennesuunnittelijan ja valmistajan kesken sen suunnittelussa on välttämätöntä.



Kuva 9.4 Julkisen tilan liimapuurakenteiden mielenkiintoisia yksityiskohtia.

10 PUUTUOTTEET JA NIIDEN OMINAISUUDET

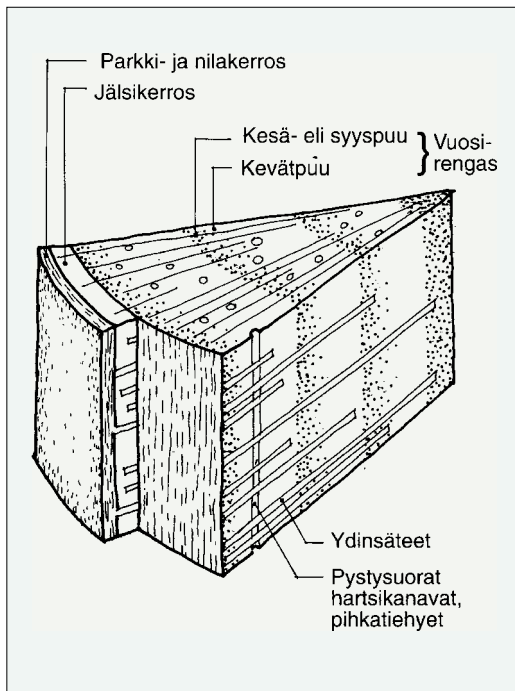
10.1 Puu

Puu luokitellaan anisotrooppiseksi aineeksi, jonka lujuusarvot riippuvat siihen kohdistuneen kuorman suunnasta. Puun lujuusominaisuudet vaihtelevat paljon eri puulajien välillä. Myös samoilla puulajeilla ominaisuudet vaihtelevat. Puun lujuusominaisuuksiin vaikuttavat tiheyden kautta mm. kasvupaikka, ilmasto, ravinteet ja kasvuolot. Puun iällä on myös merkitystä ja samoin sillä mistä osasta runkoa puukappale on otettu. Rakennuksissa käytettävältä puutavaralta vaaditaan seuraavia lujuusominaisuuksia: kimmoisuus, puristus-, taivutus- ja leikkaukslujuus ja kulutuksenkestävyys.

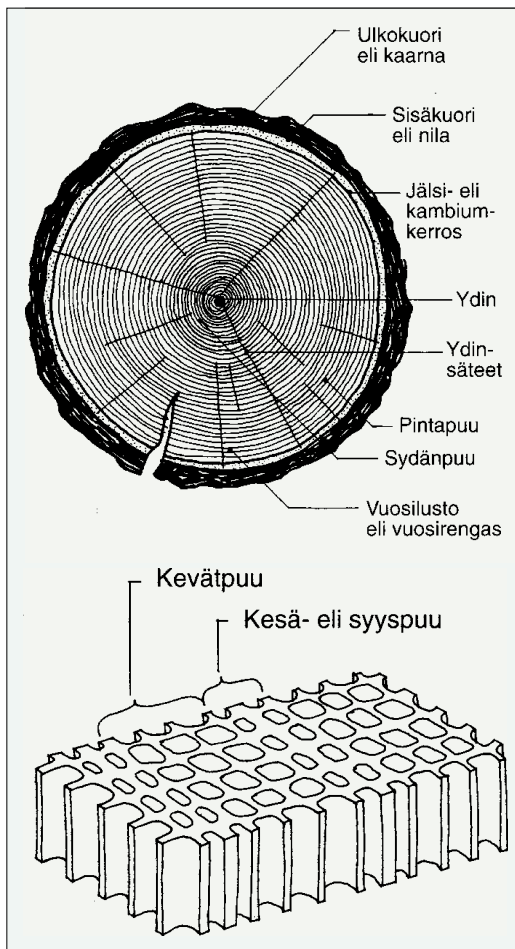
Puun tiheys vaihtelee paljon eri puulajien kesken. Puun tiheys määritellään 15 %:n kosteustilassa. Suomessa tavallisimmat puulajit, kuusi ja mänty, ovat tiheydeltään 450–500 kg/m³. Puun tiheyden määrää kasvunopeus, johon puolestaan vaikuttavat maaperän laatu, metsikön kasvutiheys, sademäärä ja sen jakauma kasvukaudella, lämpötila, auringonvalon määrä, kasvupaikan korkeus merenpinnasta. Puutavaran ominaisuudet vaihtelevat myös sen mukaan, mistä rungon osasta se on peräisin.

Puu kutistuu ja turpoaa eri suunnissa eri tavoin. Mänty ja kuusi kutistuvat tuoreesta vedettömän kuivaksi pituussuunnassa 0,2–0,3 %, tangentin suunnassa noin 8 % ja säteen suunnassa noin 4 %. Tämän vuoksi puun pitkittäissuuntaisella kosteuselämisellä ei ole vaikutusta rakenteelliseen suunnitteluun, mutta sen sijaan poikittainen kosteuseläminen on otettava huomioon rakenteissa ja yksityiskohdissa. Puun tilavuuskutistuminen on noin 12 %.

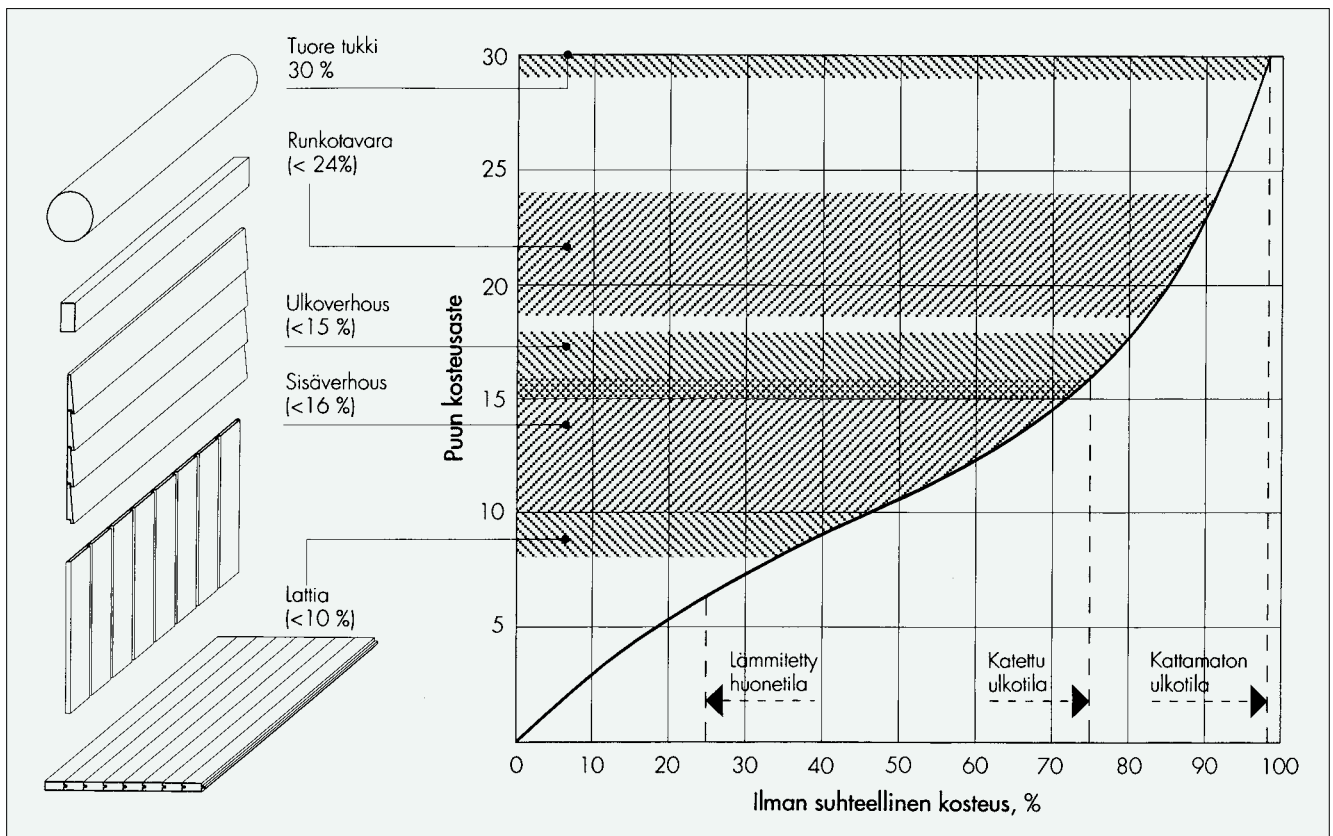
Puun lämpötekniset ominaisuudet ovat hyvät. Huokoisuudesta johtuen puu johtaa huonosti lämpöä. Mineraalivillaan verrattuna männyn ja kuusen lämmönjohtavuus on noin kolminkertainen, mutta vain 1/12 betonin lämmönjohtavuudesta ja kevytbetonin kanssa samaa luokkaa. Puun lämpölaajeneminen on vähäistä verrattuna kosteuden aiheuttamiin muodonmuutoksiin. Kuivumiskutistuminen kompensoi lämpölaajenemisen. Ainoastaan puun lämpötilan laskiessa alle 0 °C:n saattavat syntyneet jännitykset aiheuttaa pakkashalkeamia.



Kuva 10.1 Puun rungon koostumus



Kuva 10.2 Puun rungon poikkileikkaus ja so-lukkorakenne.

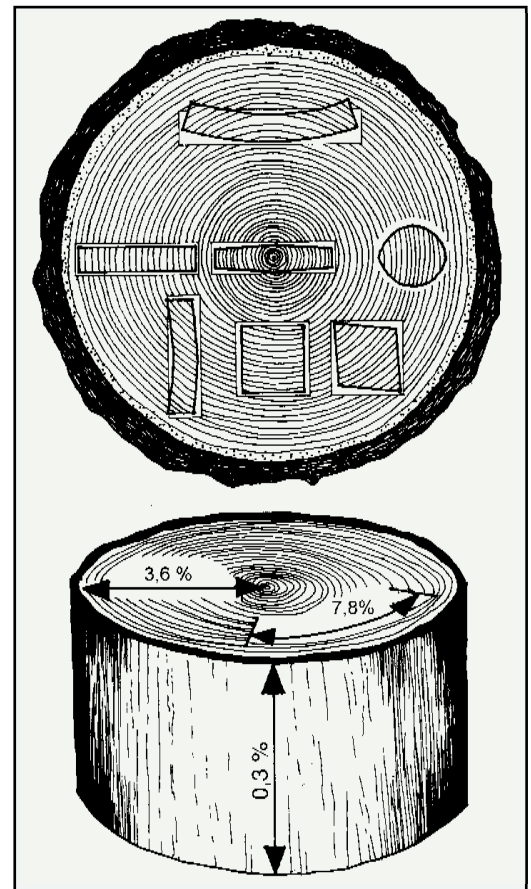


Kuva 10.3 Puutavaralle tyypillisiä kosteuspitoisuuksia.

Puun palotekniset ominaisuudet ovat hyvät paloturvallisuuden kannalta. Puun syttymiseen tarvittava aika riippuu hapen saannin ollessa riittävä puun lämpötilasta siten, että +180 °C:ssa tarvitaan 15–20 min, +200 °C:ssa 12–15 min, +250 °C:ssa 5–10 min ja +430 °C:ssa 0,5 minuuttia puun syttymiseen. Palaessa puun pintaan muodostuva hiilikerros hidastaa puun palamista. Kantavien puurakenteiden suunnittelun kannalta on tärkeää, että puun palamisnopeus tunnetaan (esimerkiksi massiivipuu 0,8 mm/min) ja voidaan siis ottaa rakenteiden mitoituksessa huomioon.

Huokoisena materiaalina puulla on kyky sitoa ja luovuttaa kosteutta, mitä kutsutaan sorbtioksi. Ilmiö toimii, kun puu on pintakäsittelemätön tai käsitelty siten, ettei sen pintaan muodostu vesihöyryä läpäisemätöntä kerrosta. Ilmiö on todennettu kokeellisesti, ja sen vaikutusta sisäilman laatuun on tutkittu las kennallisesti. Ilmiön vaikutus sisäilman kosteuden tasaajana on merkittävä, mitä on kuvattu johdantoluvun taulukossa 1.3.

Pitkäaikaiskestävyyden varmistamiseksi sydänpuolen tulisi olla räsitusä päin ja lautojen päiden käsittely tulisi tehdä huolellisesti käyttäen tarvittaessa tippalistoja. Puuverhousien alus tojen tulee tuulettua kunnolla, ja asentamattomat puutuotteet tulee suojata ja kuivata ohjeiden mukaan.



Kuva 10.4 Puun kuivumisesta aiheutuva muodonmuutos.



Kuva 10.5 Laadukasta suomalaista sahatavaraa menee suuret määrät myös vientiin.

10.2 Sahatavara

Sahatavara on yleisnimitys vähintään neljältä sivulta sahatulle puutavaralle. Suomen sahapuutavaran tuotannosta on noin 60 % mäntyä ja noin 40 % kuusta. Lisäksi sahataan jonkin verran koivua. Tuotannossa on alue- ja sahakohtaista vaihtelua. Sahatavaran laatua ei voida parantaa tai vakiodia tuotantovaiheessa, vaan samassakin tavarakoossa syntyy laadultaan hyvin eriarvoisia kappaleita.

Laatuluokka vaikuttaa merkittävästi puutavaran hintaan. Niinpä käyttäjän on tärkeää valita sopiva laatuluokka kuhunkin tarkoitukseen. Yleisin sahatavarakappaleen laatuluokan määrävä ominaisuus on oksaisuus (oksien koko, sijainti, lukumäärä ja laatu). Muita laatuluokkaan määrittelyssä huomioon otettavia tekijöitä ovat mm. halkemat, kaarnarosot ja korot, vinosyisyys, latvamurtuma, lyly, pehmeä laho ja muotoviat.

Rakentamismääräykset edellyttävät lujuusluokitellun sahatavaran käyttöä kantavissa rakenteissa. Lajittelu voidaan suorittaa visuaalisesti näköhavaintoon perustuen tai koneellisesti. Lujuuslajiteltu sahatavara merkitään leimalla.



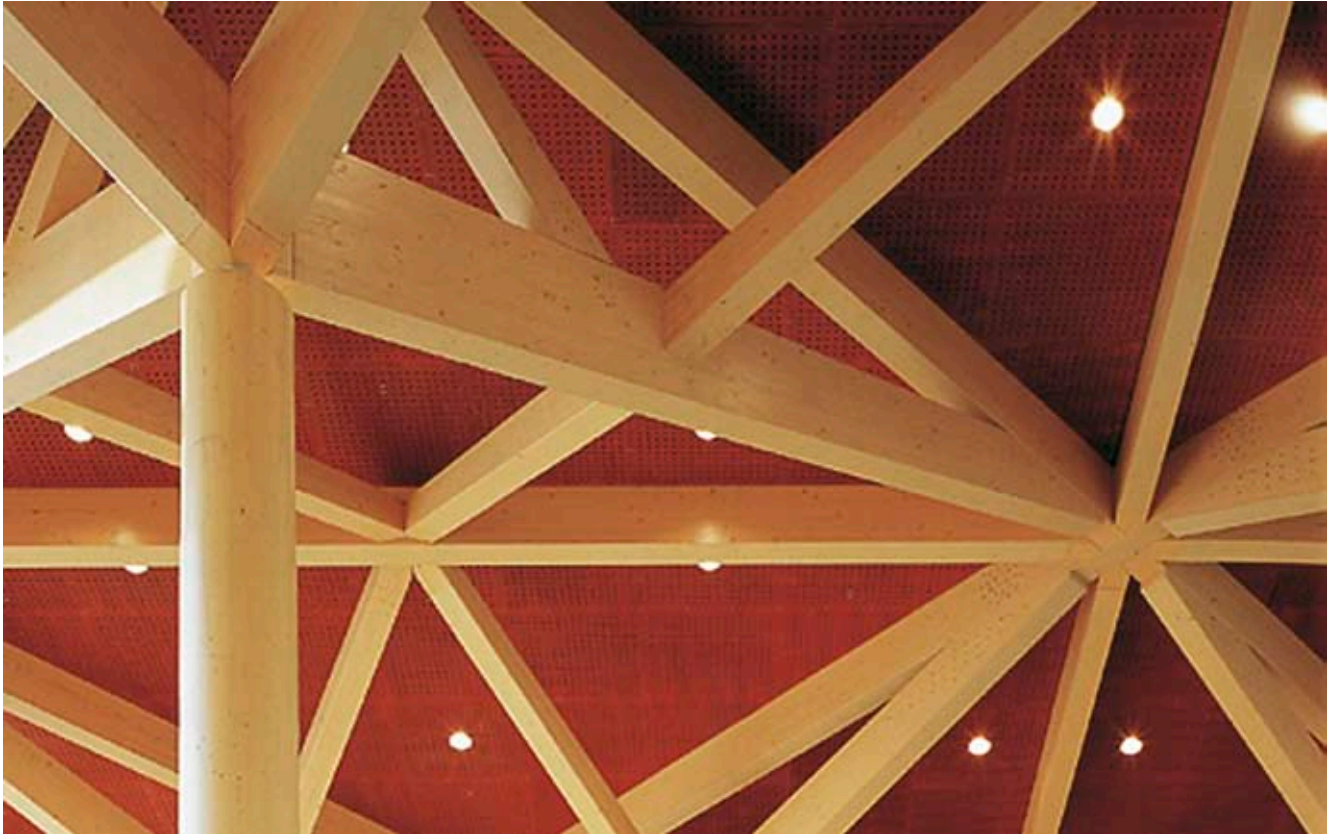
Kuva 10.6 Massiivipuupilari on osa puusisustusta.

Käyttökohde	A				B	C	D
	A1	A2	A3	A4			
Runkorakenteiset, kattotuolit, kannatteen							
Raakapontit (pintalaudat)							
Ulkoverhoukset							
Ulkoverhouksen kiinnitysuat							
Rossipohjat							
Lattiat							
Sisäverhoukset							
Listat							
Ulkovarusteet (aidat, portit, yms.)							
Muottilaudat							
Puusepäntuotteet, korkeat vaatimukset							
Ikkunapuitteet ja -karmit, ovenkarmit							
Huonekalut, liimalevyt							
Pakkaukset							

Kuva 10.7 Puutavaran laatuluokkien tyypilliset käyttökohteet. Vaativimmissa kohteissa käytetään laatuluokkaa A.

Paksuus / leveys								
	50	75	100	125	150	175	200	225
19 ¹			■	■	■			
22 ²	■ •	■ •	■	■	■	□		
25 ¹	■ •		■	■	■	□		
32		□	■	■	□			
38			■	■	■			
44 ²			□	□	□			
50	■ •	■ •	■	■	■	■	■	□
63					□		□	
75		□ •			□	□	■	■
100			■		□		□	
125				■				
150					■			
• merkityt tehdään jälkihalkaisemalla, jolloin leveys 2 mm nimellisleveyttä pienempi ¹ yleensä mäntyä, ² yleensä kuusta								

Kuva 10.8 Sahatavaran yleisimmät koot. Harvemmin varastoitavat koot on esitetty harmaalla neliöllä. Yleisimmät pituudet vaihtelevat 1,8–5,4 m 0,3 m jaolla.



Kuva 10.9 Sibeliustalon tähtikaton liimapuurakenteita.



Kuva 10.10 Jäähallin päädyn ulkopuolisia liimapuurakenteita.

10.3 Liimapuu

Liimapuu koostuu havupuusta höylätystä toisiinsa liimatuista syyn pituussuuntaisista lamelleista. Yleisin puulaji on kuusi. Lamellien paksuudet ovat suorilla rakenteilla 45 mm ja taivutetuilla 33,3 mm.

Tasakorkeilla rakenteilla liimapuuelementin korkeus on lamellipaksuuden kokonaiskerrannainen. Muuttuvakorkeilla palkeilla (harjapalkki, kolminivelkehä jne.) korkeus on lamellipaksuudesta riippumaton. Palkin enimmäiskorkeutta ei kuitenkaan ilman painavia perusteita ole syytä nostaa yli 2000 mm:iin.

Liimapuuelementtien vakioleveydet ovat 90 mm, 115 mm, 140 mm, 165 mm, 190 mm ja 215 mm. Lisäksi on saatavissa joiltakin valmistajilta 240 mm, 265 mm, ja 290 mm:n levyisiä elementtejä sekä halkaisemalla valmistettuja 42 mm, 56 mm, 66 mm ja 78 mm:n levyisiä elementtejä. Erikoiskokoja tarvittaessa on syytä ottaa yhteys valmistajaan.

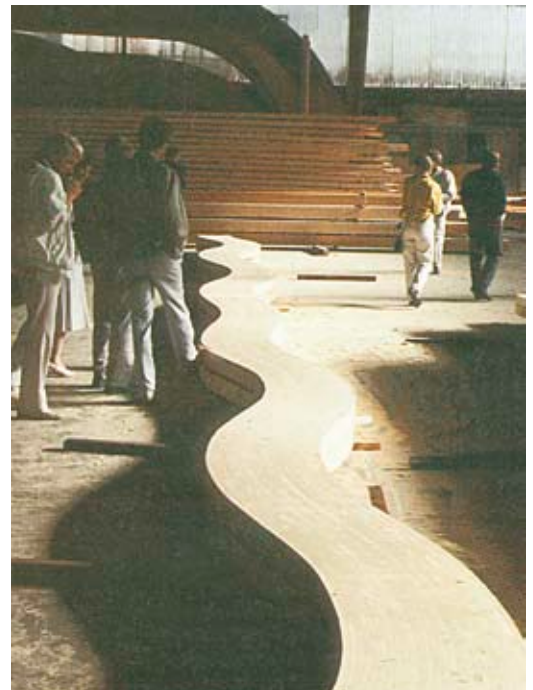


Kuva 10.11 Jättimäinen liimapuupalkki viimeistelyvaiheessa.

Liimapuun pintaluokaksi voidaan valita käyttökohteen mukaan karkeahöylätty, höylätty tai puhtaaksihöylätty. Höylätty on näistä yleisimmin käytetty pintaluokka. Karkeahöylättyä pintaa käytetään pääsääntöisesti piiloon jäävissä rakenteissa tai teollisuushallien orsirakenteissa. Puhtaaksihöylättyjä rakenteita käytetään vaativissa kohteissa, joissa palkit jäävät näkyviin, kuten omakotitaloissa, kouluissa, päiväkodeissa ja muissa julkisissa rakennuksissa. Kohteissa, joissa vaaditaan puhtaaksihöylättyä pintaa, ei suositella käytettäväksi halkaistuja palkkeja (leveys alle 90 mm).

Liimapuuelementit pintakäsitellään tehtaalla vaihtoehtoisesti joko puunsuoja-aineella tai lakalla. Puunsuoja-aine soveltuu orsirakenteille, jotka jäävät piiloon tai rakenteille, jotka jatkokäsitellään rakennuskohteessa. Suuret palkit suositellaan aina lakattavaksi. Pintakäsittelyksi olisi hyvä valita säänkestävä lakka, jolloin suojaudutaan myös työmaan säärasituksilta. Lakkaus vähentää käytön aikaisten kuivumishalkeamien syntyä. Vaativissa olosuhteissa suositellaan käytettäväksi kaksinkertaista lakkausta. Hyvin pintakäsitelty palkki on myös helppo puhdistaa.

Liimapuuvalmistajia on useita sekä kotimaassa että ulkomailla.



Kuva 10.12 Liimapuusta toteutetaan tarvittaessa hyvinkin yksilöllisiä muotoja.



Kuva 10.13 Viilupuusta valmistetut A-kattokannattajat tarjoavat avaran ja valoisan tunnelman työtiloihin.



Kuva 10.14 Viilupuiset kannattajat asennusvaiheessa.

10.4 Kertopuu (viilupuu)

Kertopuu on havupuusta sorvatuista viiluista liimaamalla valmistettu palkki- tai puulevytuote. Asiakkaan antamien mittojen mukaan 1,8 tai 2,5 metrin levyinen kertopuulaatta sahataan palkeiksi, soiroiksi ja levyiksi, käytettäväksi sellaisenaan tai jatkojalostettavaksi rakennusosiksi.

Kertopuun lujuus- ja kimmoarvot ovat korkeammat kuin liimapuun ja rakennepuutavaran. Viilurakenteen ansiosta se on tasalaatuinen, luja ja mittatarkka tuote, joka ei vääntyile. Ristikkorakenteisena sen kosteuseläminen on vähäisempää kuin sahatavaran. Kertopuun tiheys on 500 kg/m^3 ja kosteus toimitushetkellä 9–10 %.

Kertopuutuotteita valmistetaan kolmeen käyttötarkoitukseen: palkeiksi, tolpeiksi ja levyiksi. Kertopuutuotteisiin on saatavissa toiseen näkyvään pintaan valikoitu pintaviilu ja väritön liimasauma. Valikoidussa pintaviilussa on rajattu oksanreikien määrää ja oksat ovat pääsääntöisesti terveitä.



Kuva 10.15 Myymälärakennuksen vinojäykistettyjä kertopuukonstruktiotia.

Vakiopintakäsittelyinä on saatavissa 1- ja 2-kerroslakkaus. 1-kerroslakkauksessa käytetään vesiohenteista akryylipohjaista kuultoväriä, joka sisältää sinistymisen- ja homeenestoaineita. 2-kerroslakkauksessa on edellä mainittu pohjakäsittely ja pintakäsittelynä vesiohenteinen, alkydiakryyliperusteinen lakka, joka sisältää UV-suoja-ainetta sekä sinistymisen- ja homeenestoaineita. 2-kerroslakkaus on saatavana myös sävytettynä.

Kertopuu soveltuu hallirakentamisessa sekundääripalkiksi sekä runkojärjestelmän kantavaksi ja jäykistäväksi rakennusosaksi, ristikko- tai kehärakenteeksi.

Kertopuutuotteiden palomitoitus tehdään EC5:den mukaan. Hiiltymisnopeus viilua vastaan kohtisuoraan on 0,6 mm/min ja viilun suunnassa 1,0 mm/min. Ristiviilurakenteinen Kerto-Q soveltuu kantavana katto-, lattia- ja seinärakenteisiin.



Kuva 10.16 Kertopuiset ripalaattaelementit mahdollistavat nopean asennuksen.



Kuva 10.17 Vanerista valmistetaan mitä moninaisimpia rakenteita, joihin voidaan pintakäsittelyä valita runsaasta valikoimasta.



Kuva 10.18 Vaneri soveltuu myöskin ulko- ja sisäkäyttöön.

10.5 Vaneri

Vaneri valmistetaan 1,4–3,2 mm paksuista viiluista ristikkäin liimaten. Viiluja on standardirakenteisessa levyssä aina pariton määrä, joten ulommaisten viilujen syyt ovat samansuuntaiset. Viilut voivat olla koivua, mäntyä tai kuusta. Yleisimmät vanerityypit ovat koivuvaneri, havuvaneri ja sekavaneri, jossa on valmistukseen käytetty sekä kuusi- että koivuviiluja. Vaneri on ilmatiivis puulevy, jonka vesihöyrynläpäisevyys on riippuvainen levyn kosteustilasta. Kosteampi levy läpäisee vesihöyryä paremmin kuin kuiva levy.

Vanerit kiinnitetään alustaansa nauloilla, ruuveilla, pulteilla tai liimalla. Kiinnittämiseen käytettävän naulan pituuden tulee olla kolme kertaa levyn paksuus, ei kuitenkaan alle 30 mm ja ruuvien 2,5 kertaa levyn paksuus, ei kuitenkaan alle 25 mm. Vanerirakenteiden suunnittelussa on syytä laskea 1–2 mm/m elämisvara rakenteen saumoihin. Rakenteisiin tuleva pinnoittamaton vaneri on ennen kiinnitystä ilmastoitava 3–8 vrk lähellä lopullisia kosteus- ja lämpöoloja.



Kuva 10.19 Tyylikäs esimerkki vanerin käytöstä huonetilan verhouksmateriaalina.

Vanereita jatkojalostetaan usealla tavalla. Niitä voi saada mm. CNC-työstettyinä erilaisin reunamuodoin ja pontein sekä kuvioituina ja rei'itettyinä, eri tavalla pinnoitettuina, valmiiksi lakattuina, maalattuina sekä pintakuvioituina. Vanerien päällysteenä voidaan käyttää esimerkiksi kovapuuviilua, fenolifilmiä, muovilaminaattia, kyllästettyä paperia, kuituvahvisteista hartsia tai metallipäällysteitä. Liukastusestokuvioituja pintoja on saatavissa mm. huoltosiltoja ja katsomoita sekä varastojen, teollisuuden ja maatalouden trukkiliikennettä kestäviä lattiaita varten. Pinnoitteilla voidaan saavuttaa erilaisia teknisiä ominaisuuksia ja visuaalisia ilmeitä.

Vanerit jaetaan säänkesto-ominaisuuksien perusteella ulkovanereihin (EXT, rakennevanerit) ja sisävanereihin (INT). Ulkovanereissa käytetään sään- ja kosteudenkestävää fenoliliimaa, kun taas sisävanereissa käytettävä urealiimaus on väritön. Ulkovanereiden osuus kokonaistuotannosta on noin 99 %. Filmipintavanerit ovat lujia, helppoja puhdistaa ja kestävät hyvin kosteutta.

Eri puulajeilla on myös tyypilliset piirteensä: koivu on tasaisen rauhallinen, kuusessa on aina oksia, mänty voi olla lähes oksaton.



Kuva 10.20 Erilaiset vanerituotteet sopivat myöskin taivutettuina ja rei'itettyinä vaativan musiikkisalin akustisiin verhouksiin.

KIRJALLISUUTTA

Eskolin, J., Puurakenteinen liikuntahalli. Lisensiaatintyö TTKK, Tampere 2001.

Halme, A., Rakennus- ja huoneakustiikka, Meluntorjunta. Otakustantamo 378, Espoo 1977.

Hietala, J., Järvenpää, M. / TTKK/Talonrakennustekniikka, Puurakenteisen salibandyhallin suunnittelu- ja rakentamisopas. Opetusministeriö, Liikuntapaikkajulkaisu 76. Rakennustieto Oy, Helsinki 2000.

Kokko, E., Ojanen, T., Salonvaara, M., Hukka, A. & Viitanen, H., Puurakenteiden kosteustekninen toiminta. Homekriteeristö, tarkastelutasot rakenneosittain. VTT, Espoo 1999.

Kuosma, K. (toim), Suomen liikuntapaikat. Opetusministeriö ja Rakennustieto Oy, Hämeenlinna 2000.

Limträ. Arkitektmanual. Svenskt Limträ AB, Stockholm 1999.

Limträ handboken. Svenskt Limträ AB, Stockholm 1998.

Monitoimihallit. Suomen Liimapuuyhdistys r.y. ja Rakentajain Kustannus Oy, Vammala 1988.

Liimapuu ja sen käyttö. Suomen Liimapuuyhdistys r.y., Helsinki 1978.

Lämmön- ja kosteudeneristys, RIL 155. Suomen rakennusinsinöörien liitto ry, Helsinki 1984.

Natterer, J., Herzog, T., Volz, M., Holzbau Atlas. Rudolf Mueller GmbH, Köln 1991.

Nissinen, K., Tennishallien taloudellisuus ja toimivuus. VTT. Tiedotteita 1439, Espoo 1993.

Nissinen, K., Niskala, M., Päckilä, K., Liikuntarakennusten elinkaaren kustannukset. Opetusministeriö, Liikuntapaikkajulkaisu 60. Rakennustieto Oy, Helsinki 1996.

Orrainen, M., Urheiluhallien rakenteellisen paloturvallisuuden tarkistetut periaatteet. Pelastustieto. Vol 50 nro 5.

Pajakkala, P., Perälä, A-L., Suurten hallirakennusten kustannukset ja kilpailutilanne. VTT, Rakennustuotantotekniikan laboratorio, Tampere 1987.

Reinikainen, K., Hallirakennusten vaipparakenteiden ja toteutuksen vaikutus energiakulutukseen. Diplomityö TTKK, Tampere 1997.

RT-ohjekortit:

50-10425 LVI-laitteiden tilanvarausohjeita. 1990.

82-10804 Avoin puurakennusjärjestelmä. Runkorakenteet. 2003

82-10829 Puujulkisivut. 2004.

82 -10838 Puukerrostalon rakenteet. Avoin puurakennusjärjestelmä. 2005.

82-10893 Suuret puurakennukset Puiset suurten jänneväliden rakennukset 2007.

92 -10771 S1-luokan teräsbetoniväestönsuoja ja K-luokan väestönsuoja. 2002.

92-10888 Uimahallit ja virkistysuimalat. 2005.

94-10502 Varastotilat. 1993.

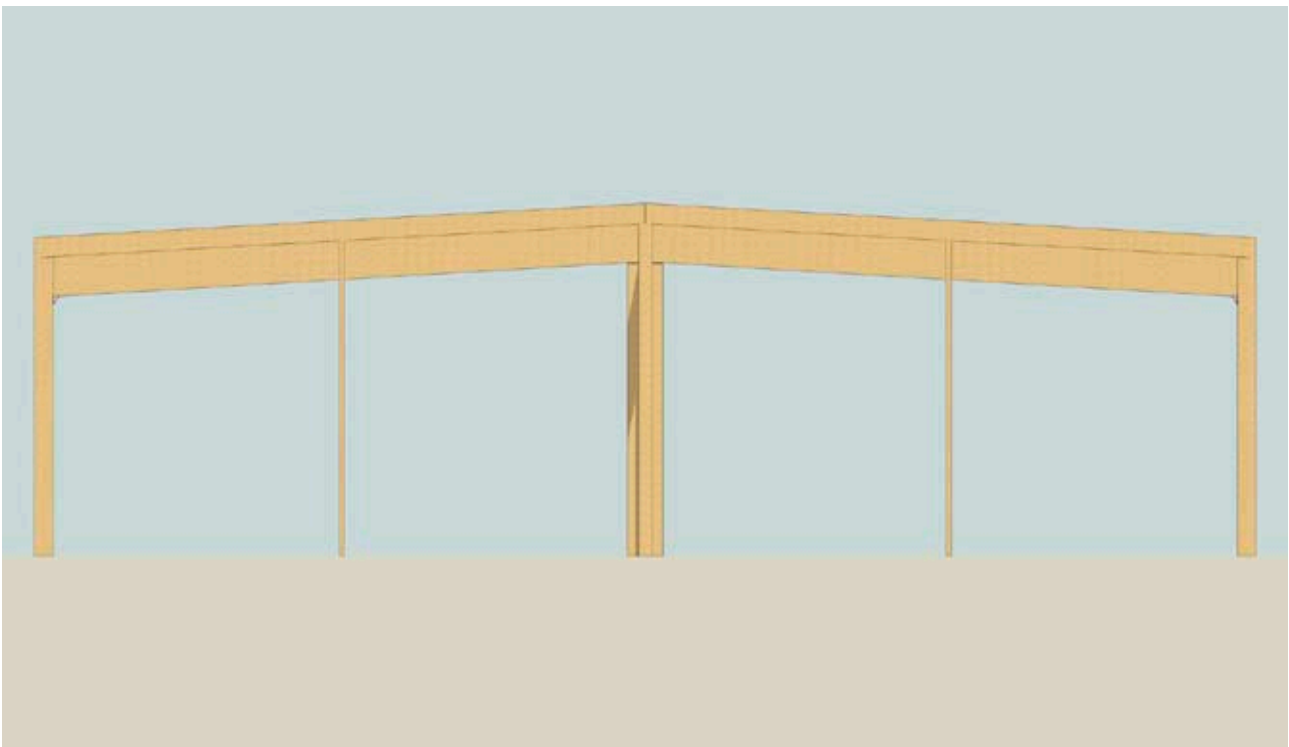
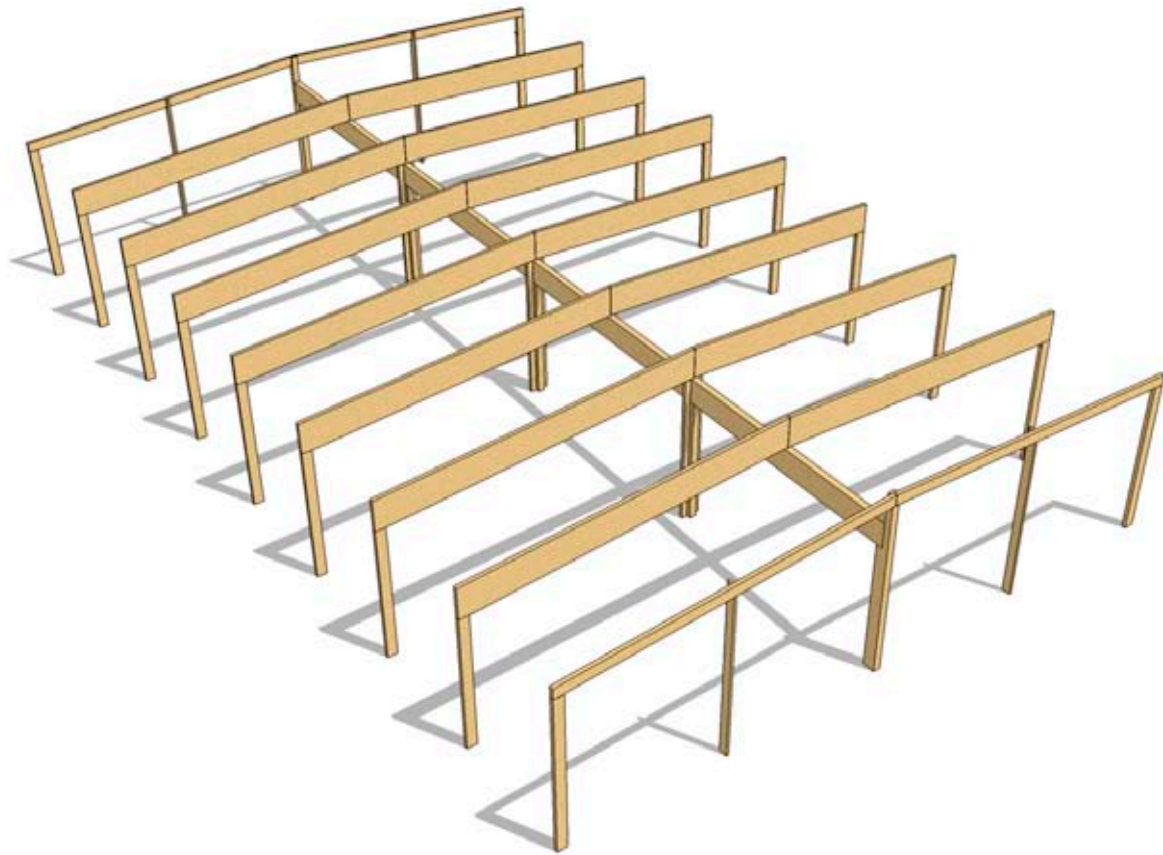
- 94-10513 Tuotantohalli, teollisuustilat. 1993.
- 97-10046 Sisäliikuntatilat, palloilu ja voimistelu. 1979.
- 97-10091 Sisäliikuntatilat, kuntoilu ja voimailu. 1980.
- 97-10243 Sisäliikuntatilat, squash. 1984.
- 97-10505 Tennishallit. 1993.
- 97-10888 Liikuntapaikkarakentaminen.
- Seppänen, M., Seppänen, O., Rakennusten sisäilmasto ja LVI-tekniikka. Sisäilmayhdistys r.y., Jyväskylä 1996.
- Siikanen, U., Puurakentaminen. Rakennustieto Oy, Helsinki 2008.
- Siikanen, U., Puurakentaminen ja paloturvallisuus. Ohjeita suunnittelijalle. Puuinfo Oy, Helsinki 1999.
- Siikanen, U., Rakennusaineoppi, kuudes täysin uudistettu painos. Rakennustieto Oy, Helsinki 2001.
- Siikanen, U., Rakennusfysiikka. Perusteet ja sovellutukset. Rakennustieto Oy, Helsinki 1996.
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa B10. Puurakenteet. Ohjeet 2001. Ympäristöministeriö, Helsinki 2001.
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa C3. Lämmöneristys, määräykset. Ympäristöministeriö, Helsinki 2007.
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa C4. Lämmöneristys, ohjeet. Sisäasiainministeriö, Helsinki 2003.
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet. Ympäristöministeriö, Helsinki 2003.
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D5. Rakennusten lämmityksen tehon- ja energiatarpeen laskenta. Ympäristöministeriö, Helsinki 2007.
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa E1. Rakennusten paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet. Ympäristöministeriö, Helsinki 2002.
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa E2. Tuotanto- ja varastorakennusten paloturvallisuus, ohjeet. Ympäristöministeriö, Helsinki 2005.
- Suonto, Y., Vepsäläinen, J., Suomalaista puuarkkitehtuuria 1990-1999. Rakennustieto Oy, Puuinfo Oy 1998.
- Urheilulaitokset, RIL 118. Suomen rakennusinsinöörien liitto r.y., Helsinki 1980.
- Verhe, I., Esteettömät liikuntatilat. Opetusministeriö, Liikuntapaikkajulkaisu 63. Rakennustieto Oy, Helsinki 1997.



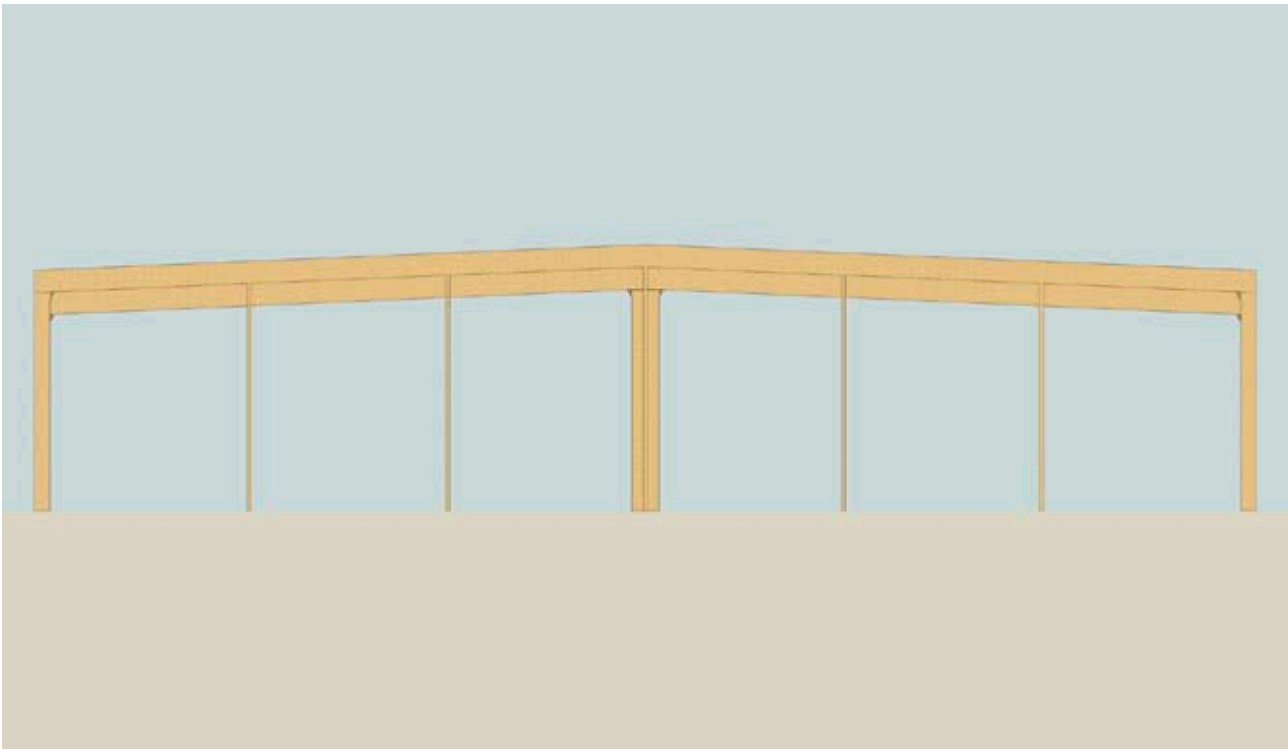
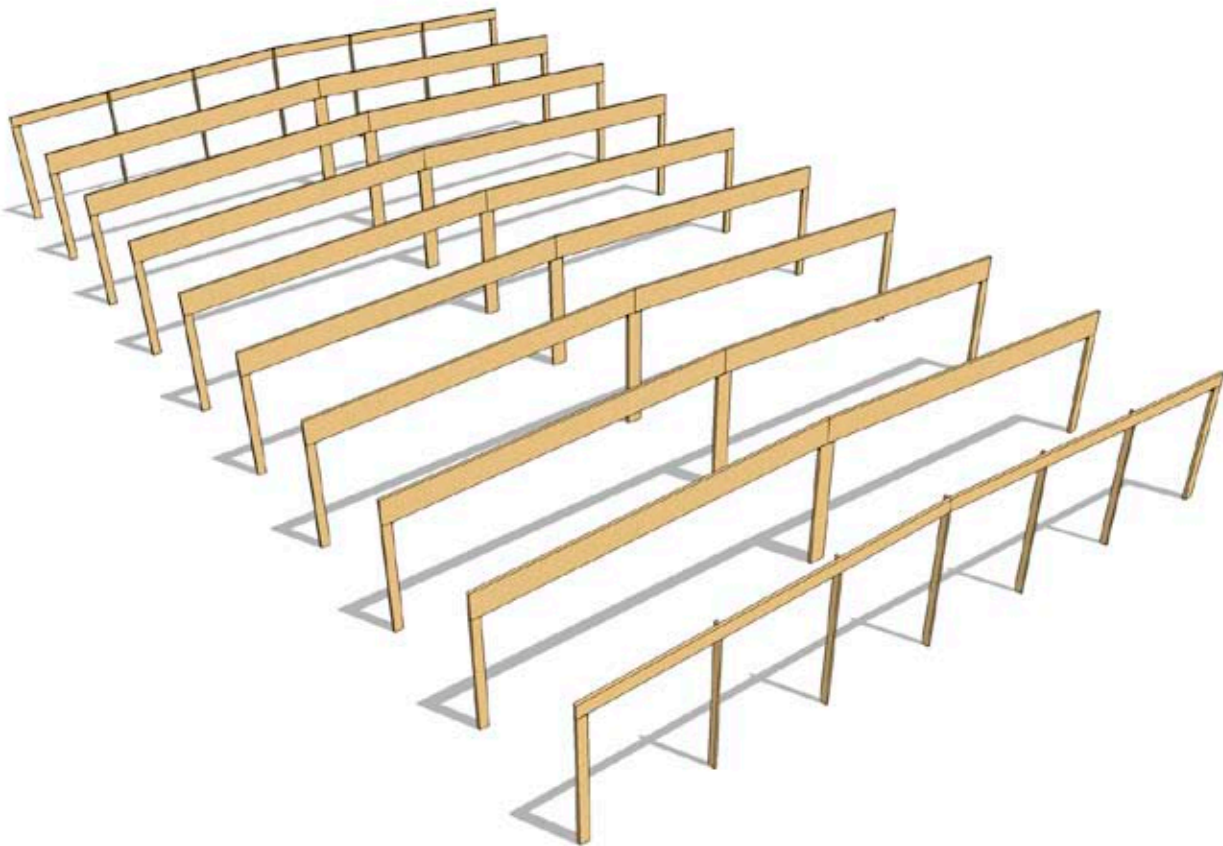
E s i m e r k k i h a l l i t y y p i t



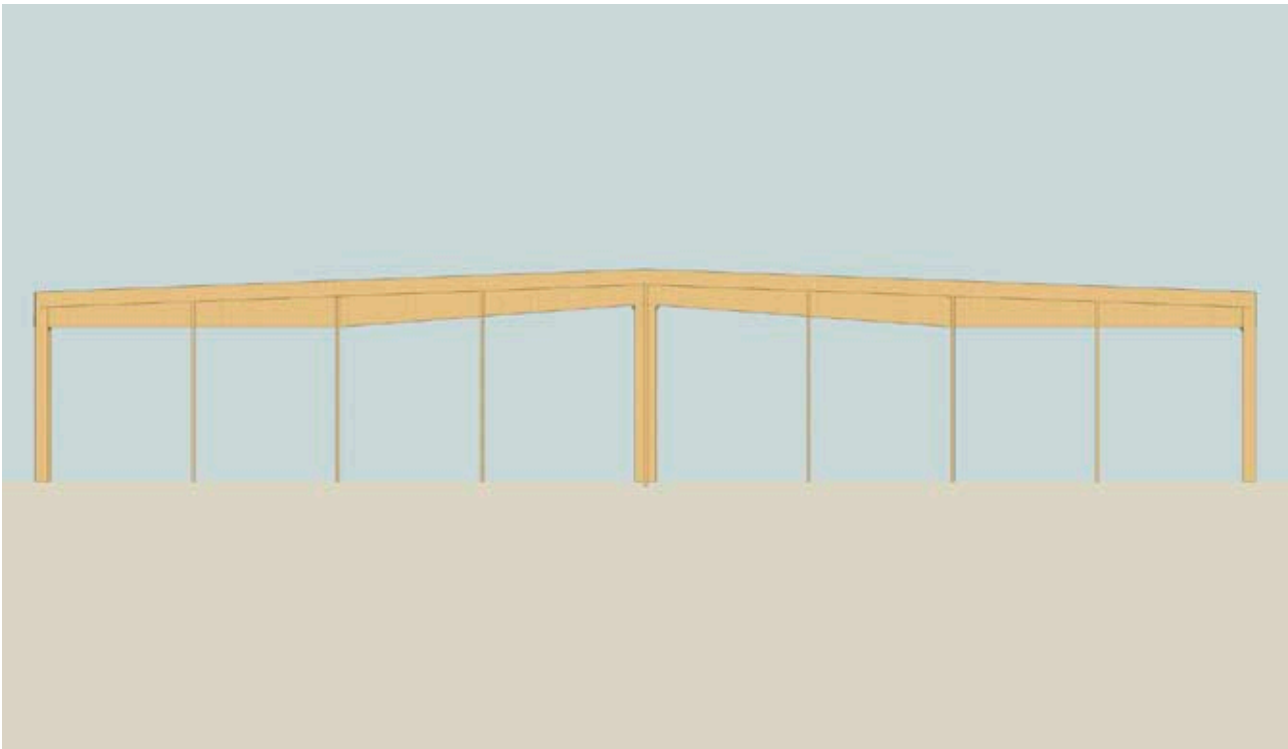
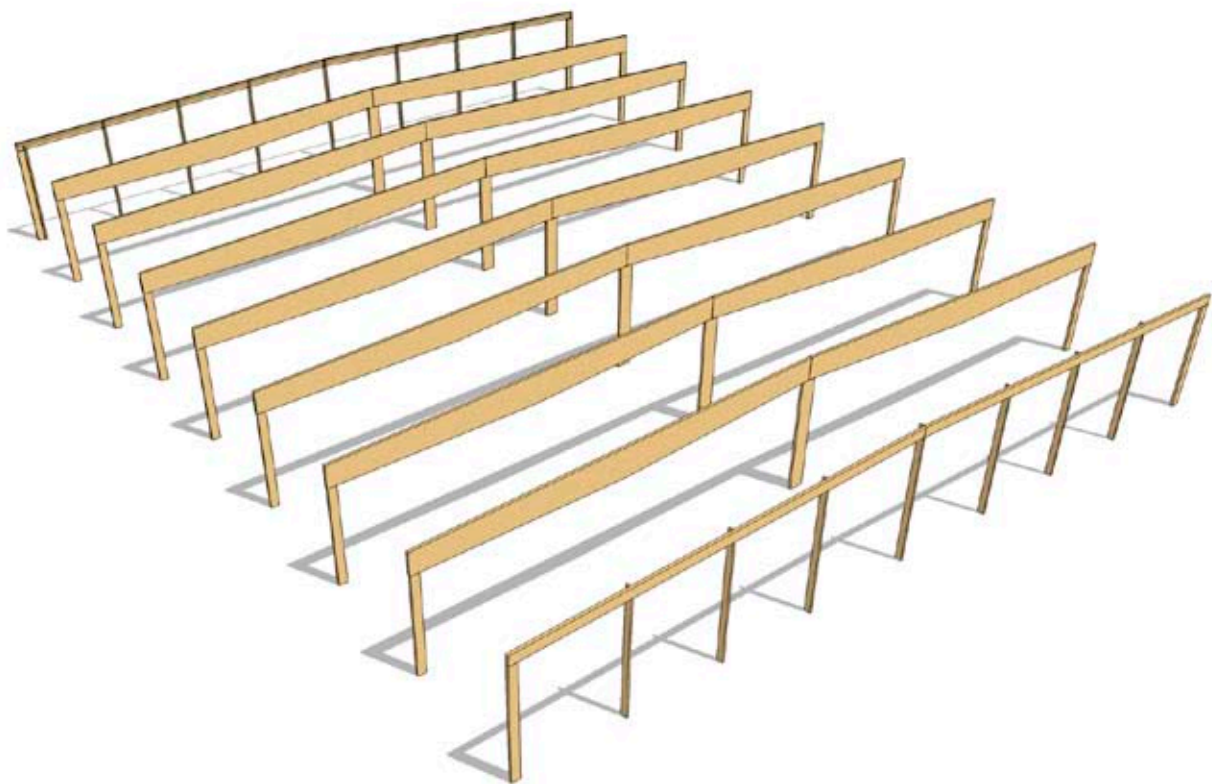
Hallityyppi 1



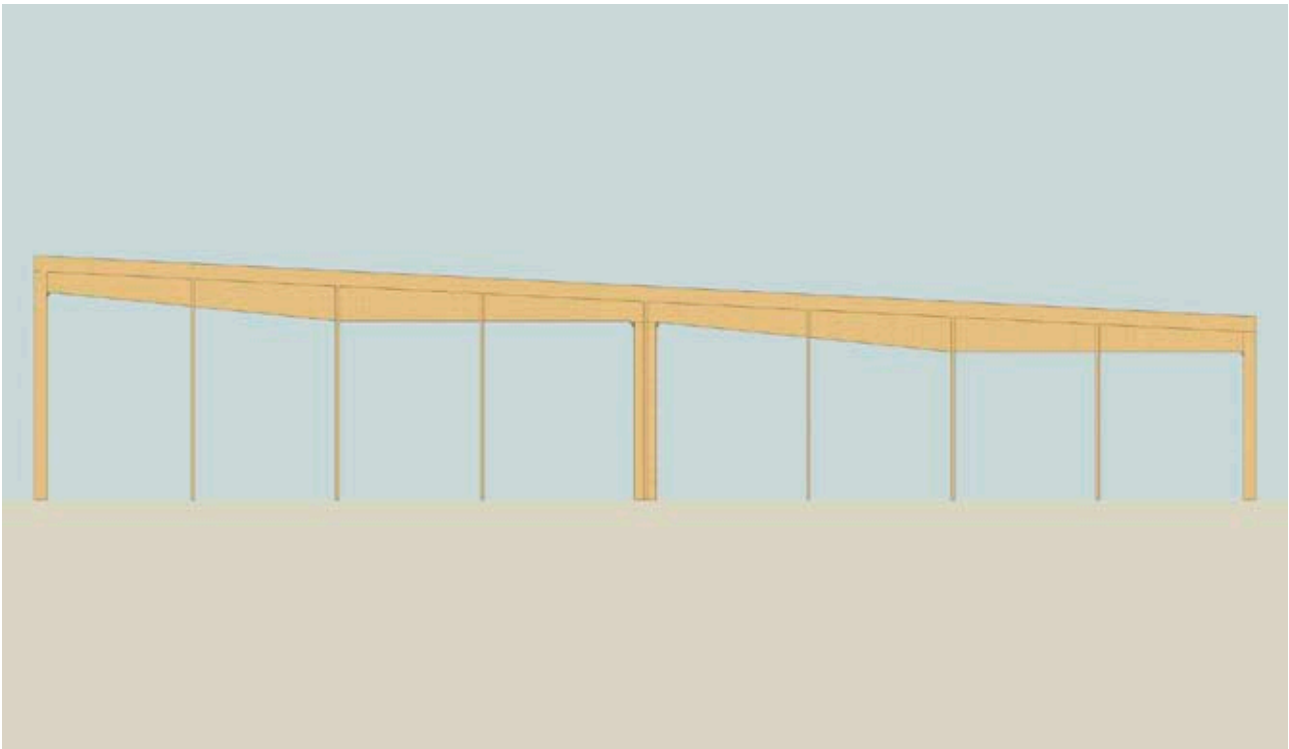
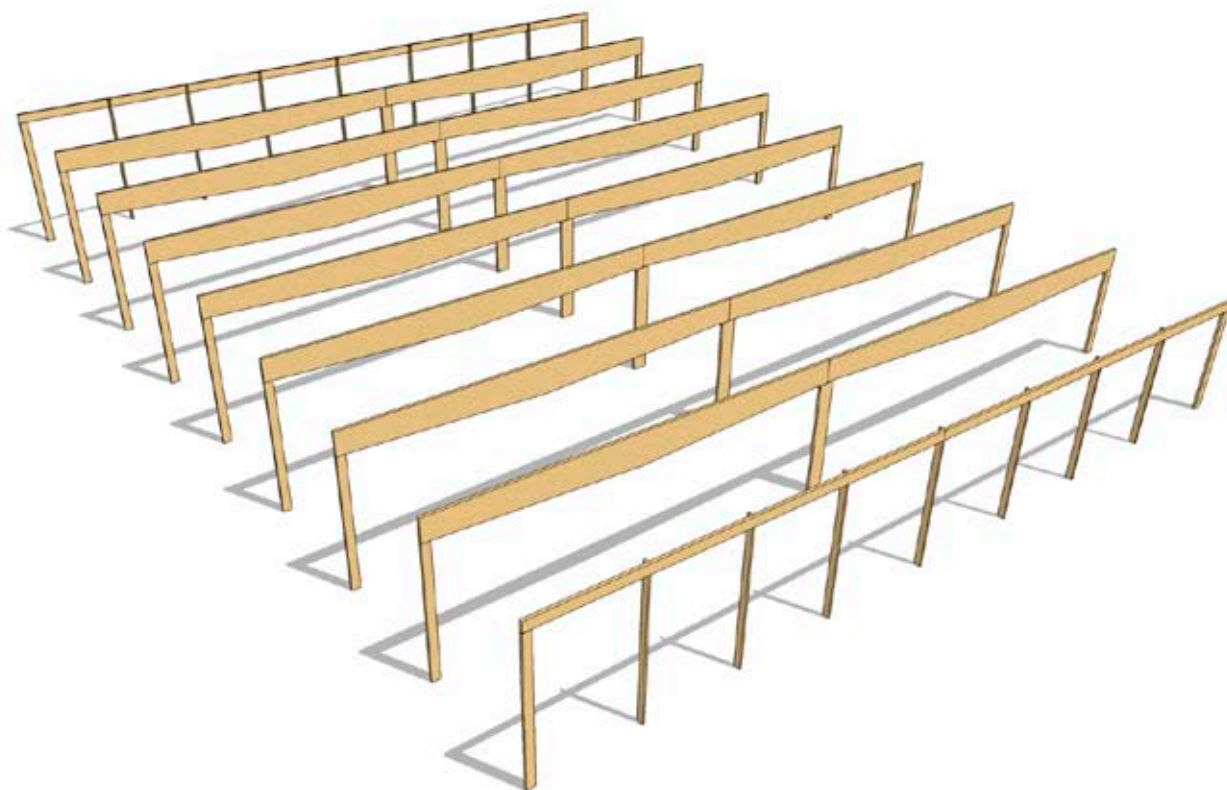
Hallityyppi 2



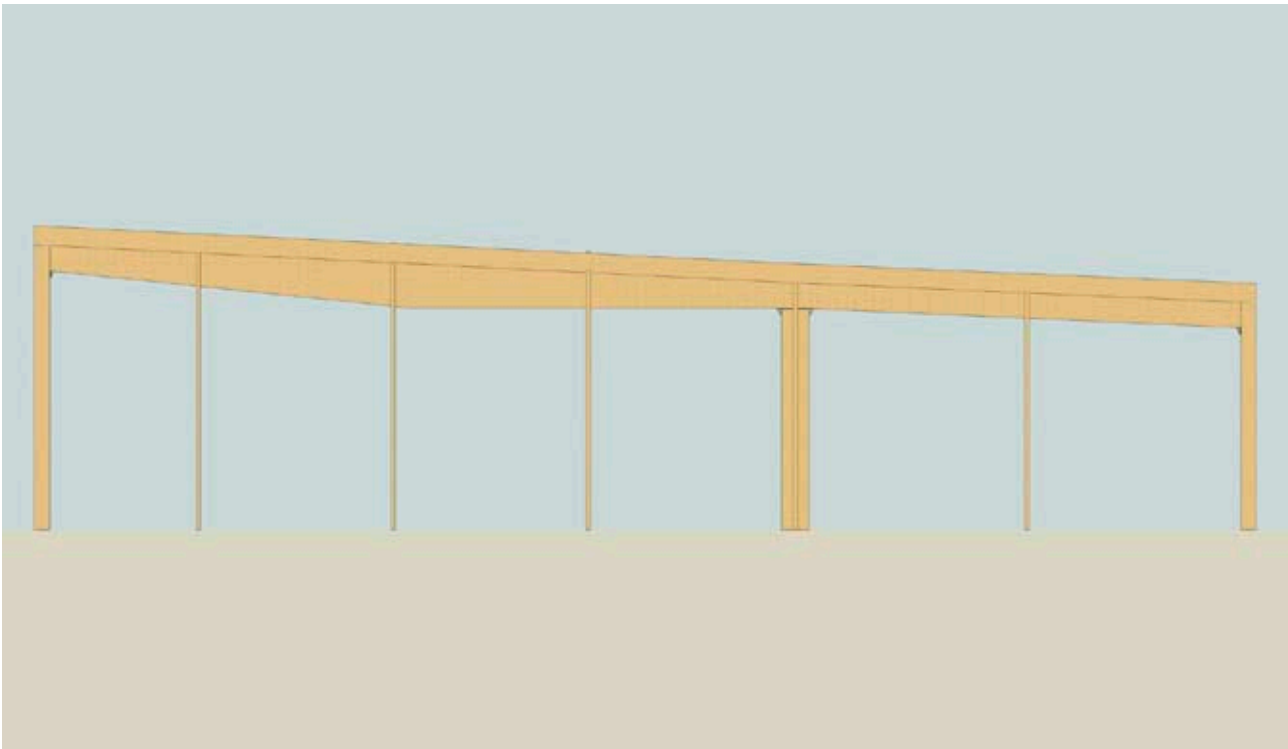
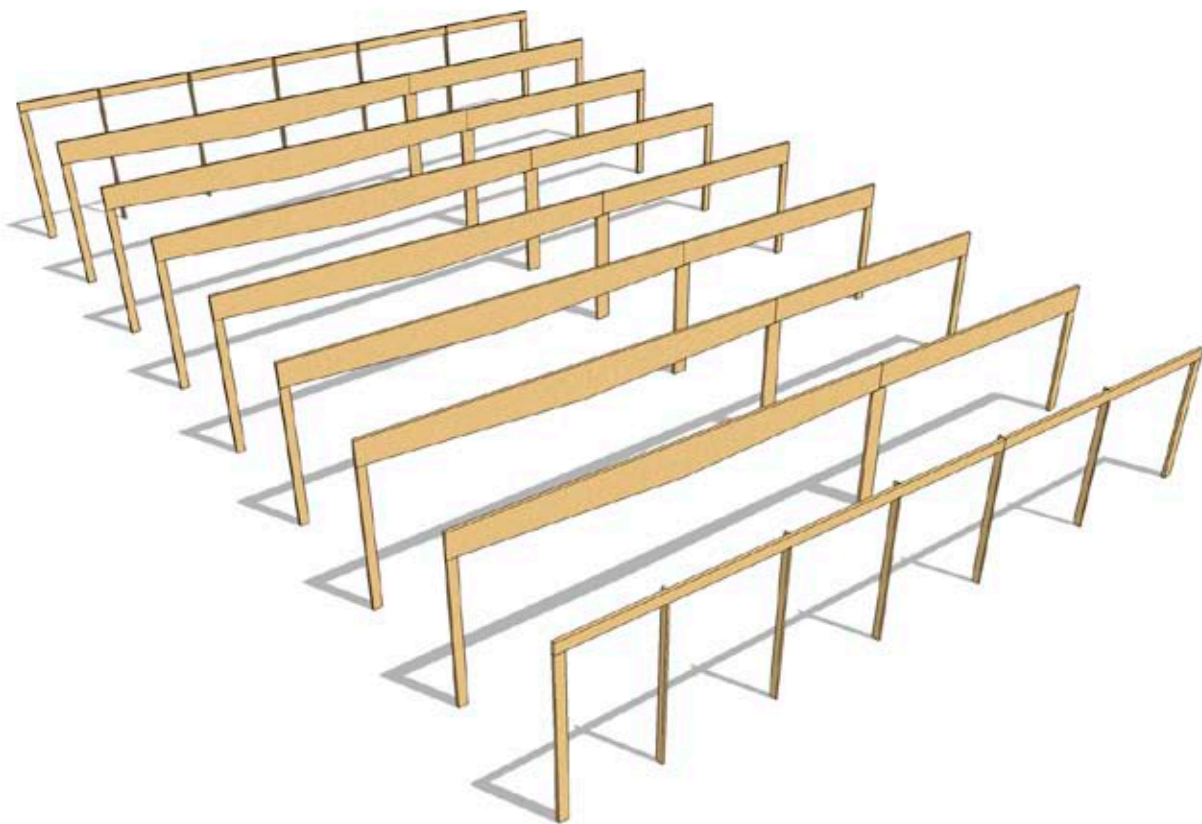
Hallityyppi 3



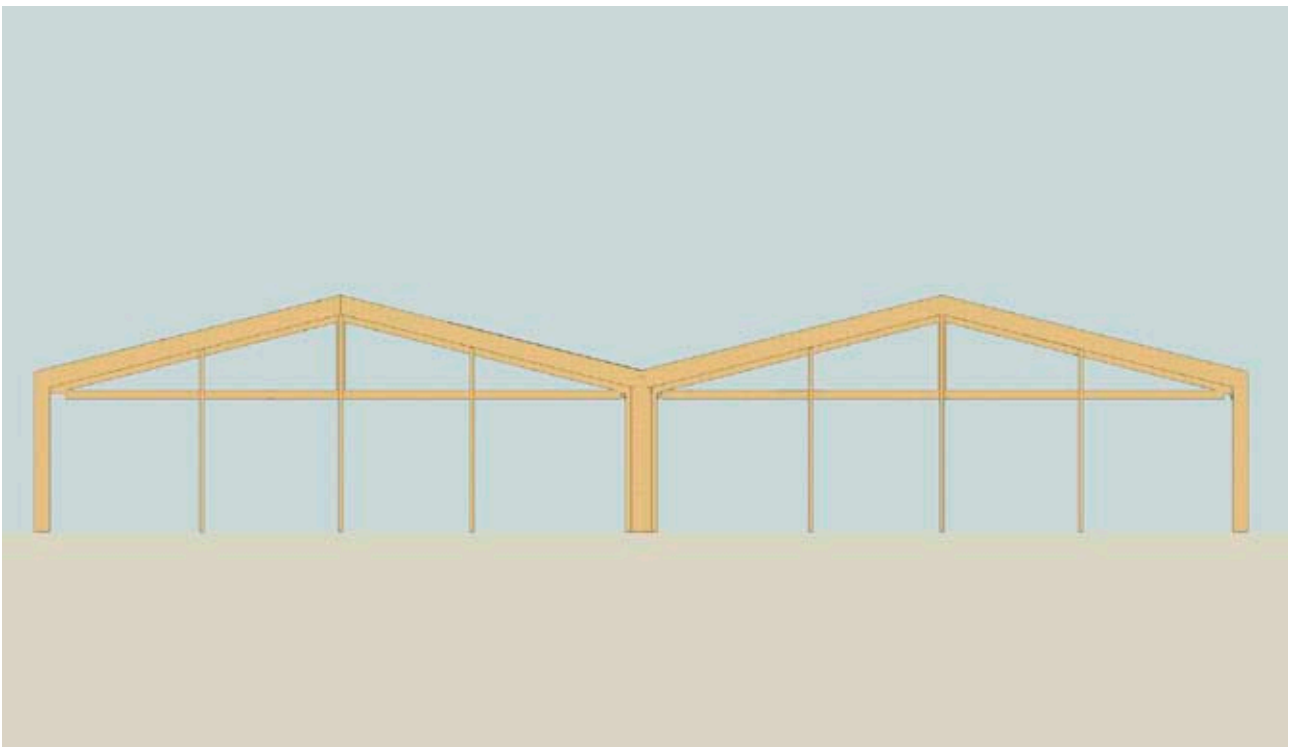
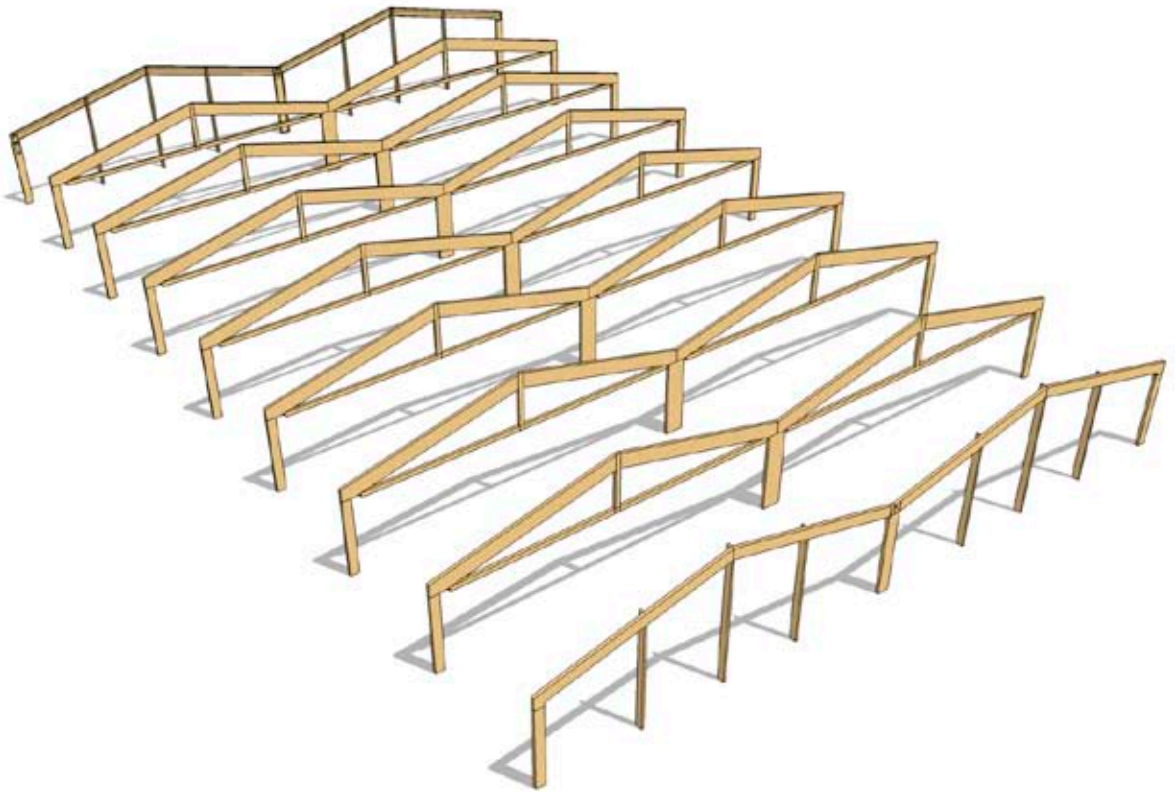
Hallityyppi 4



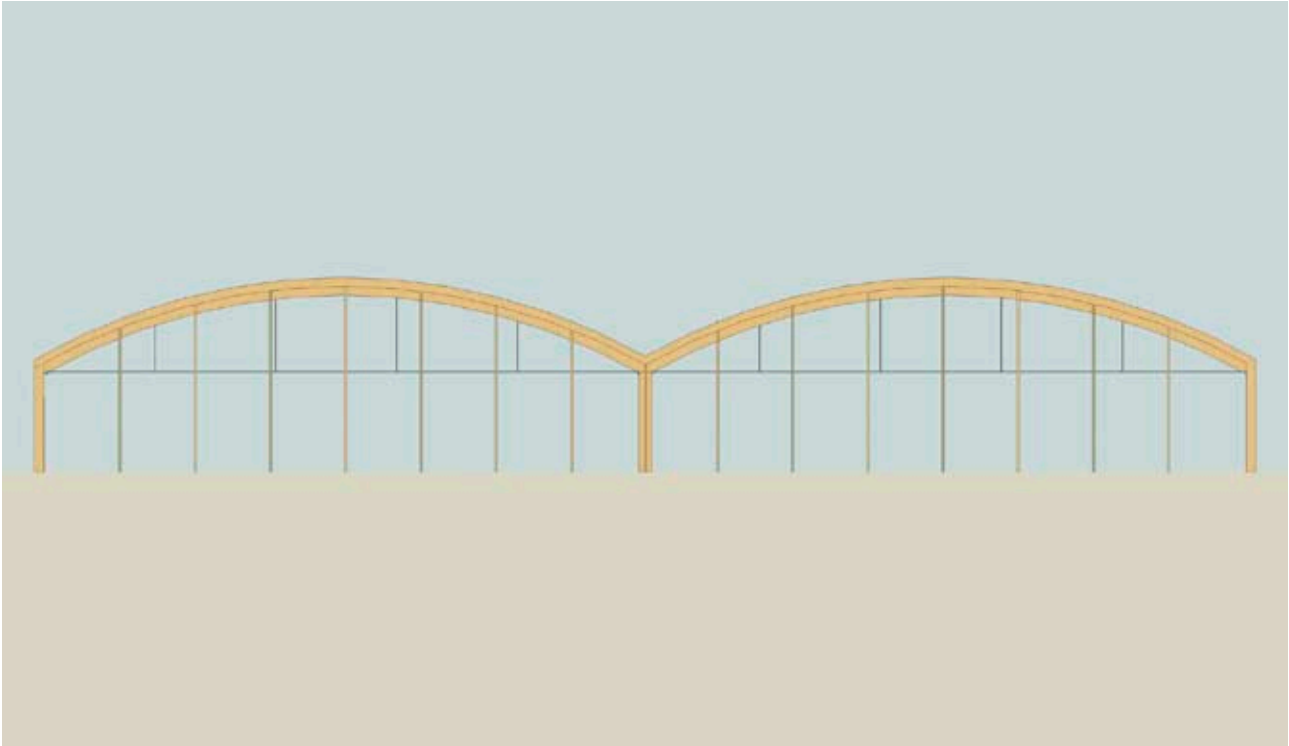
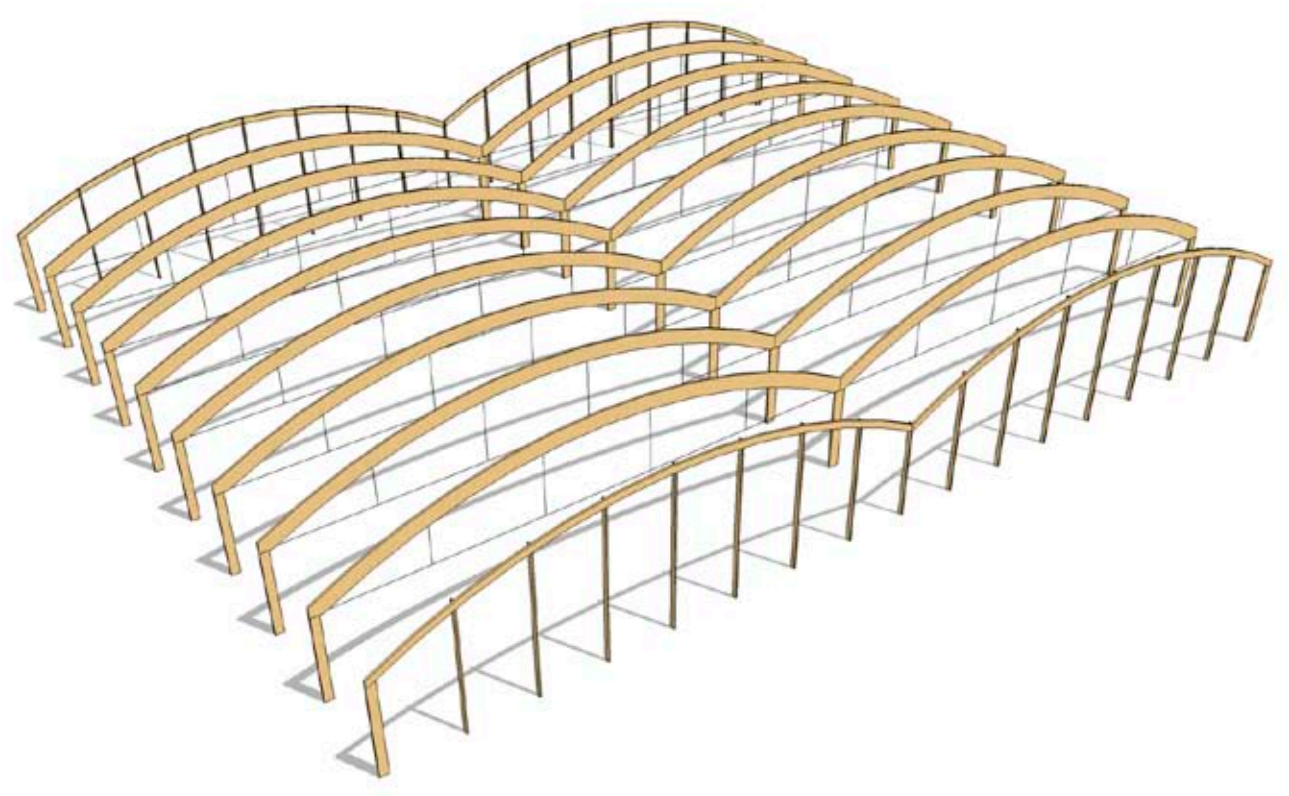
Hallityyppi 5



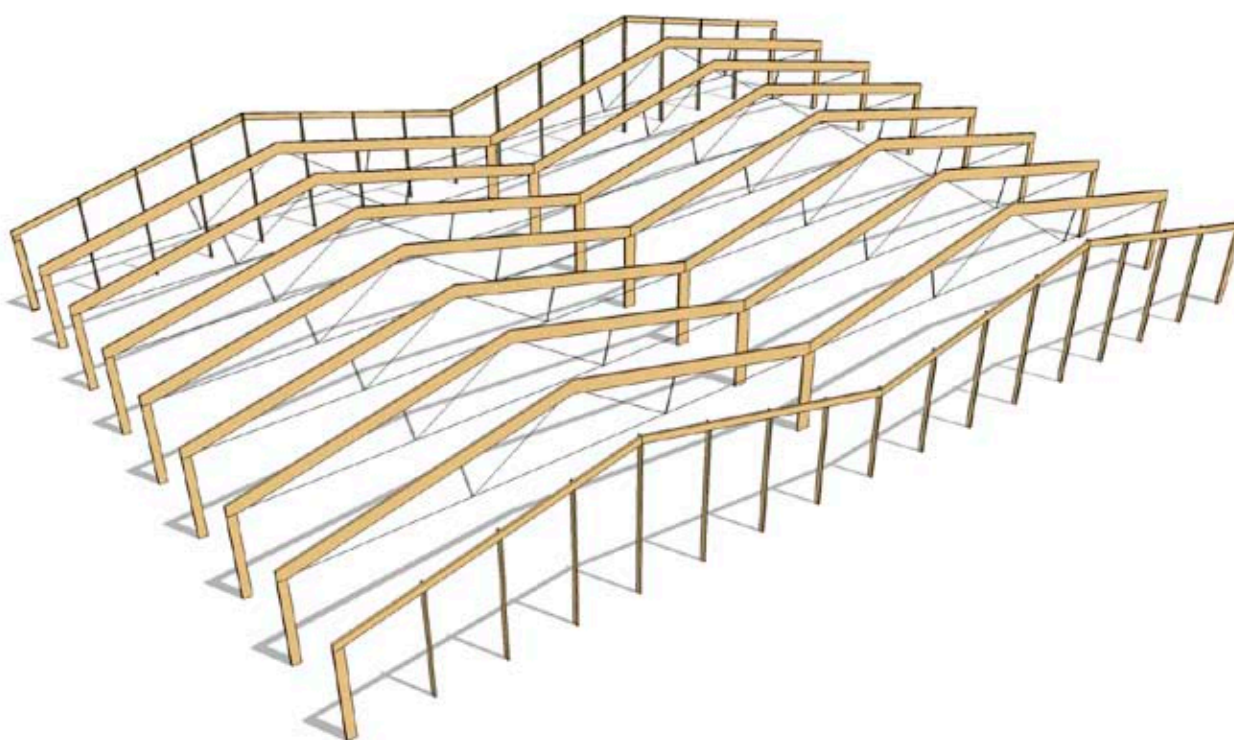
Hallityyppi 6



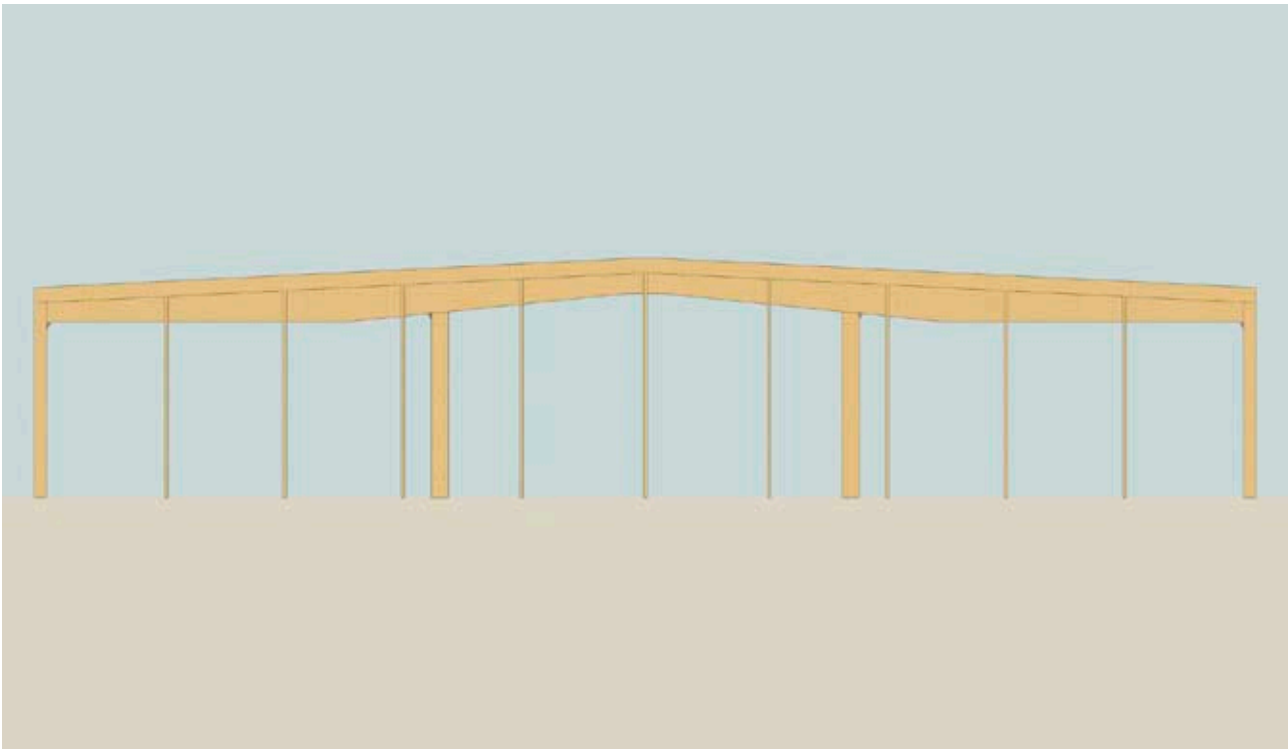
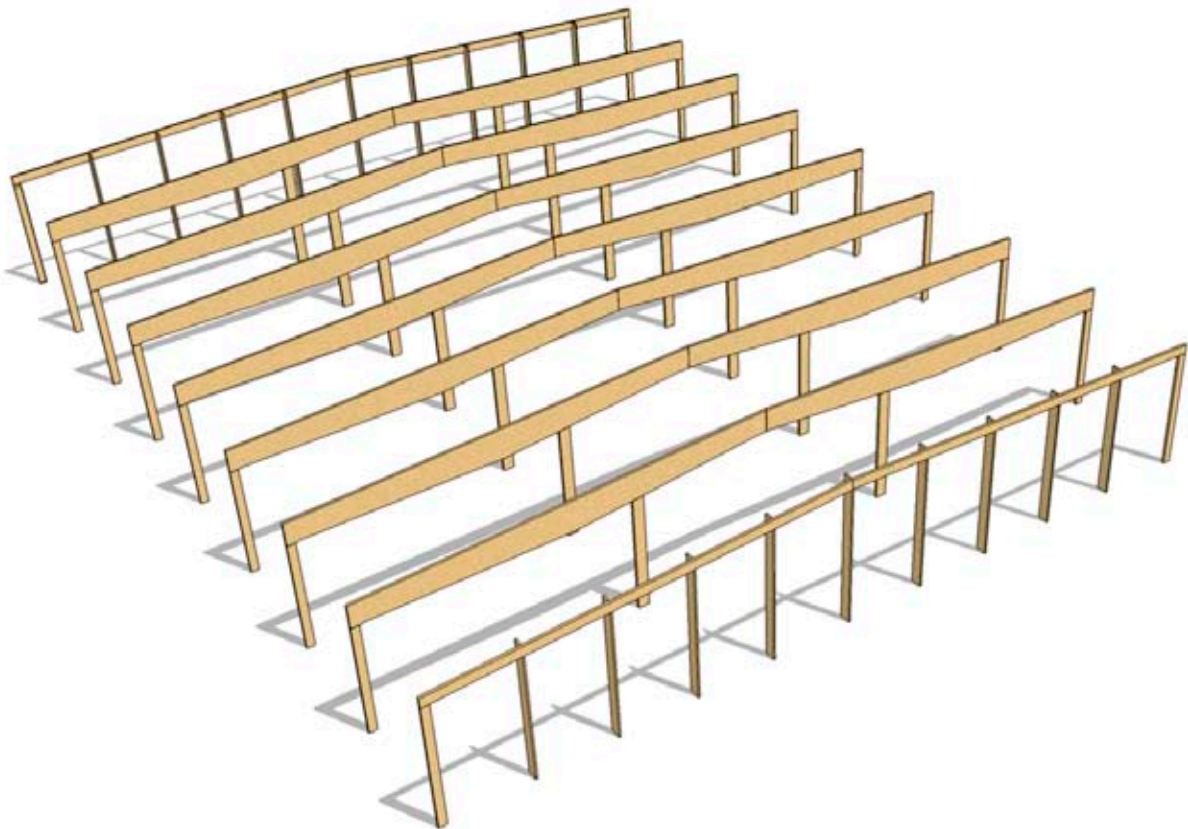
Hallityyppi 7



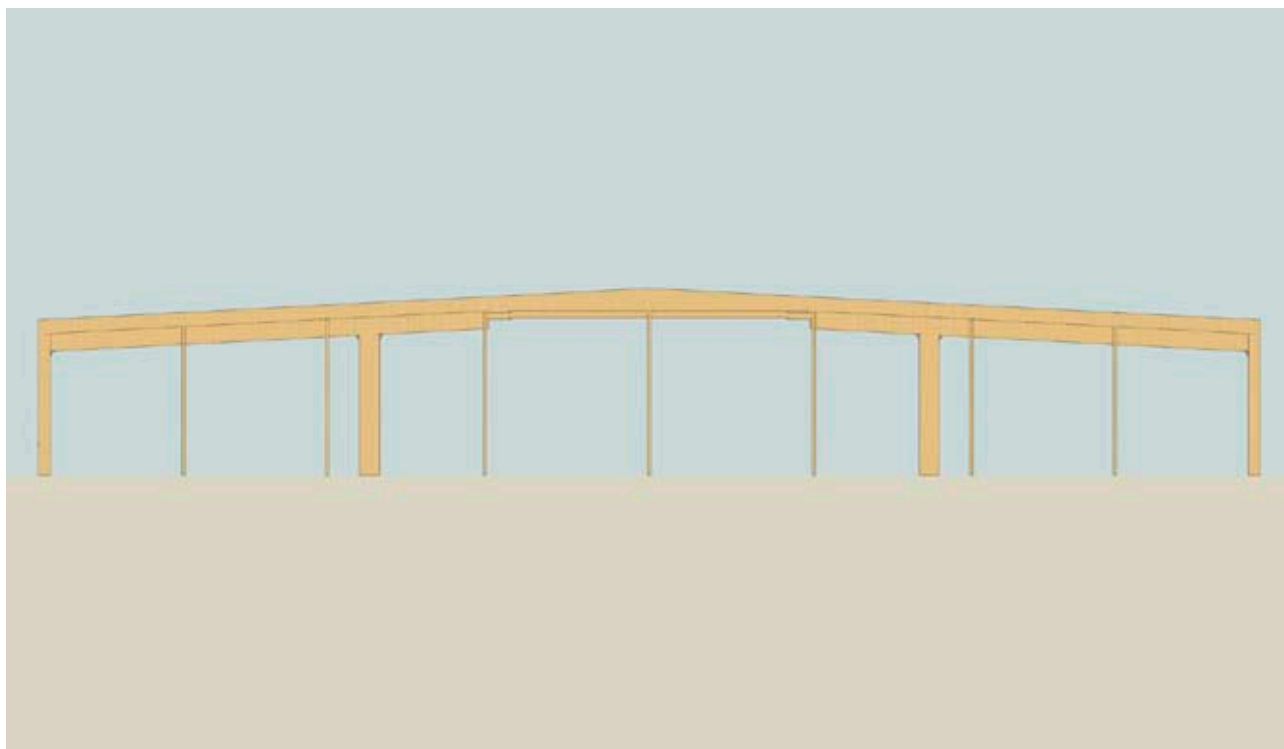
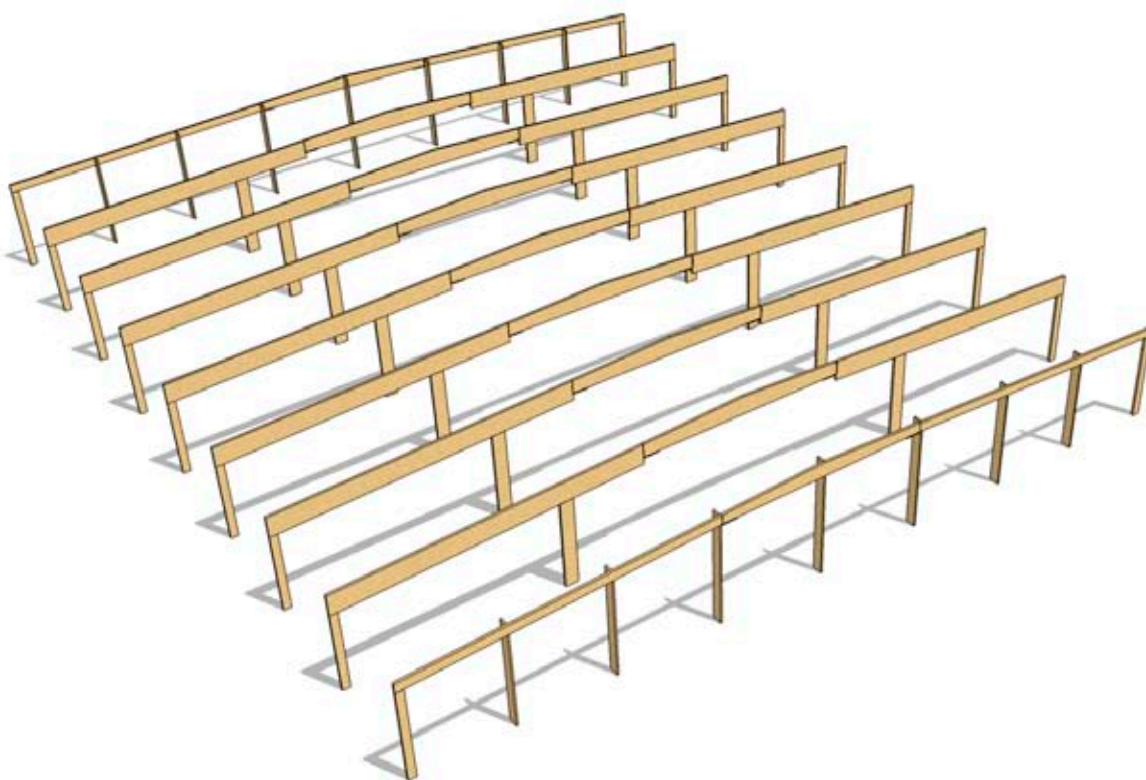
Hallityyppi 8



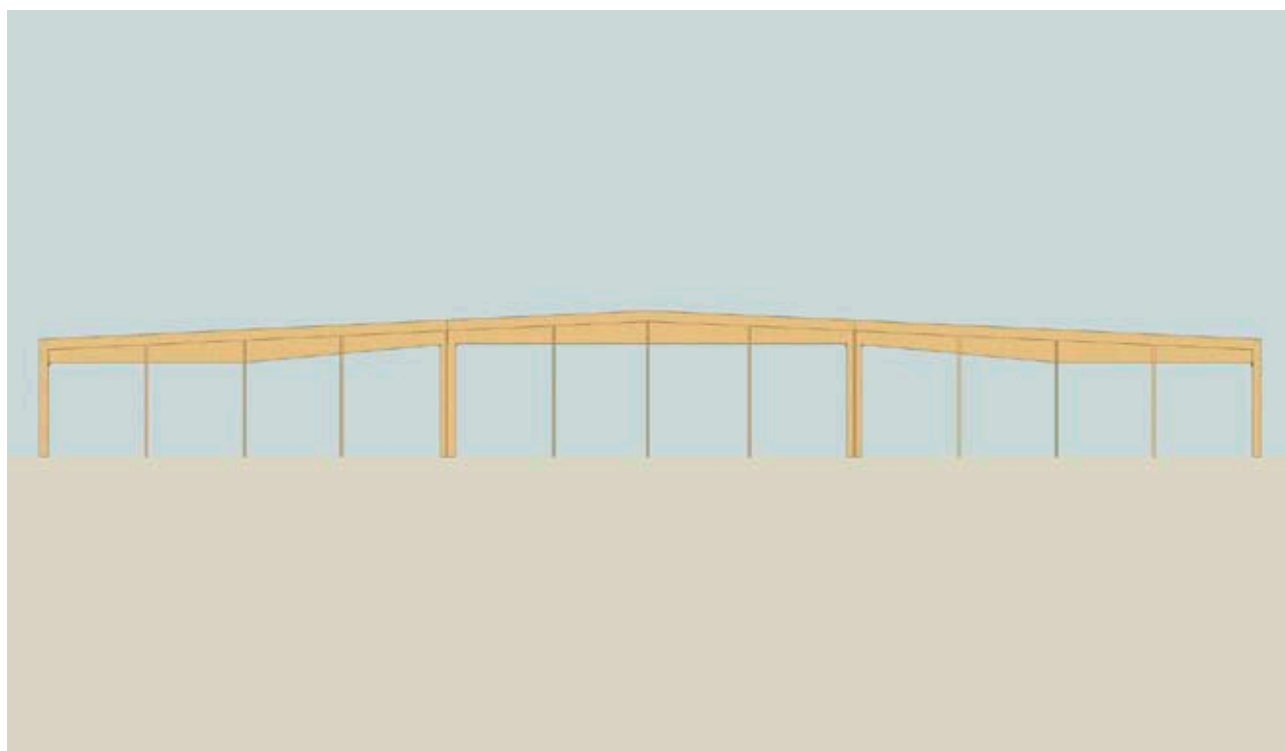
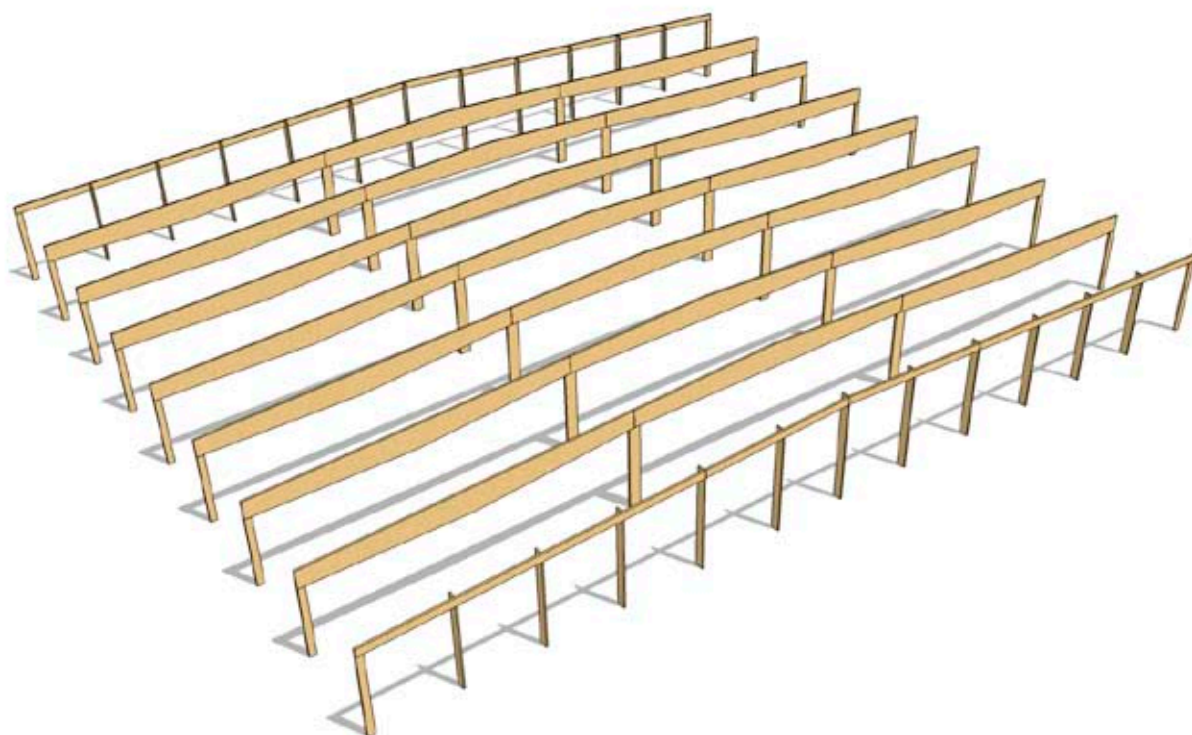
Hallityyppi 9



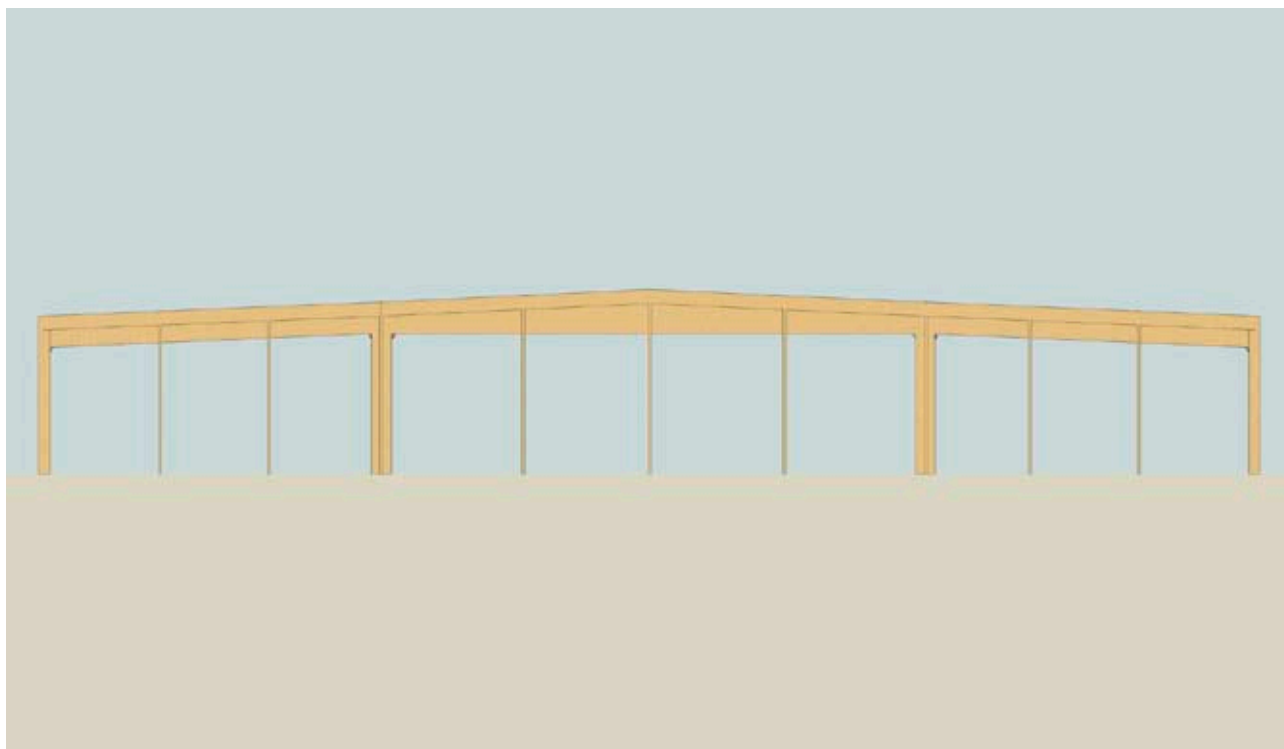
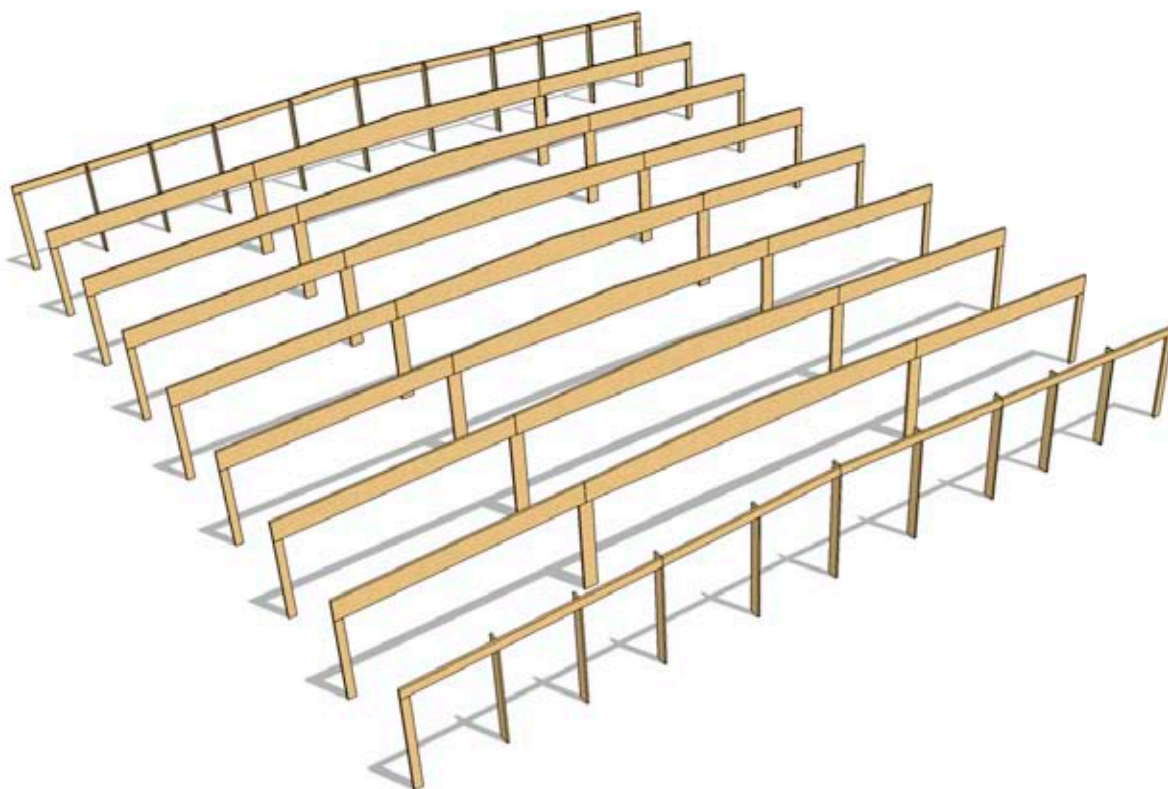
Hallityyppi 10



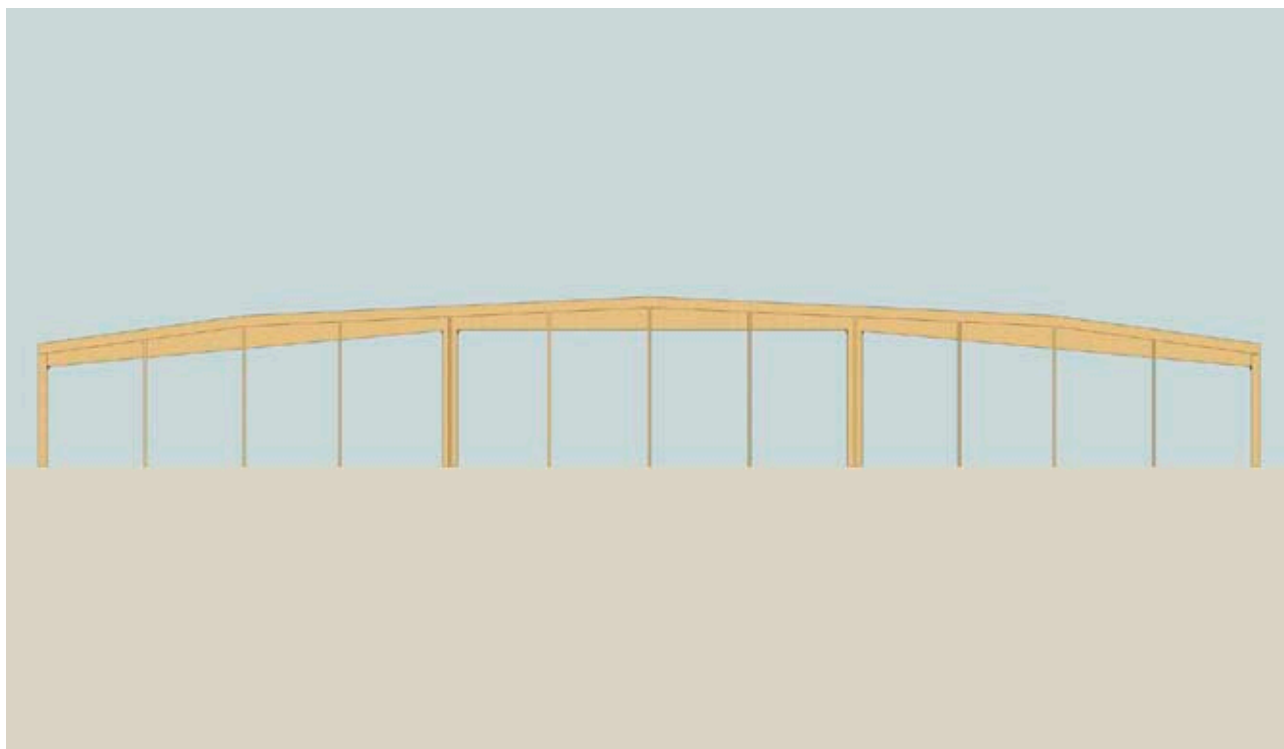
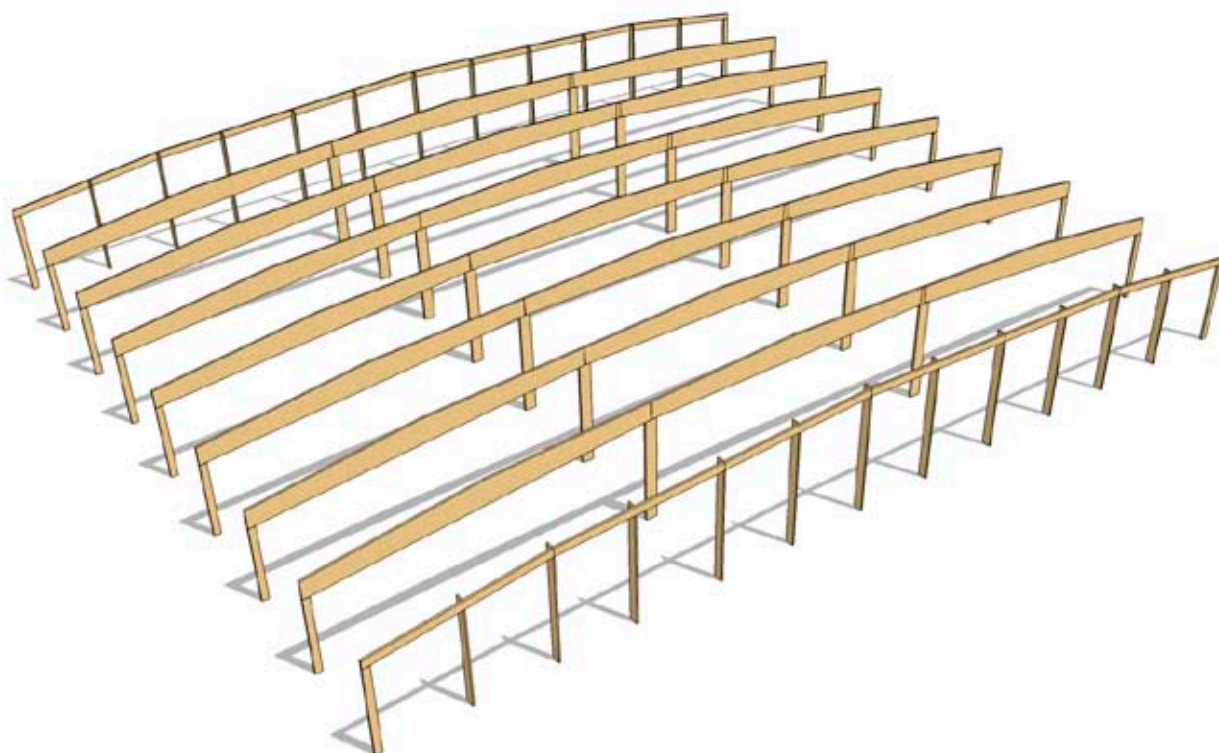
Hallityyppi 11



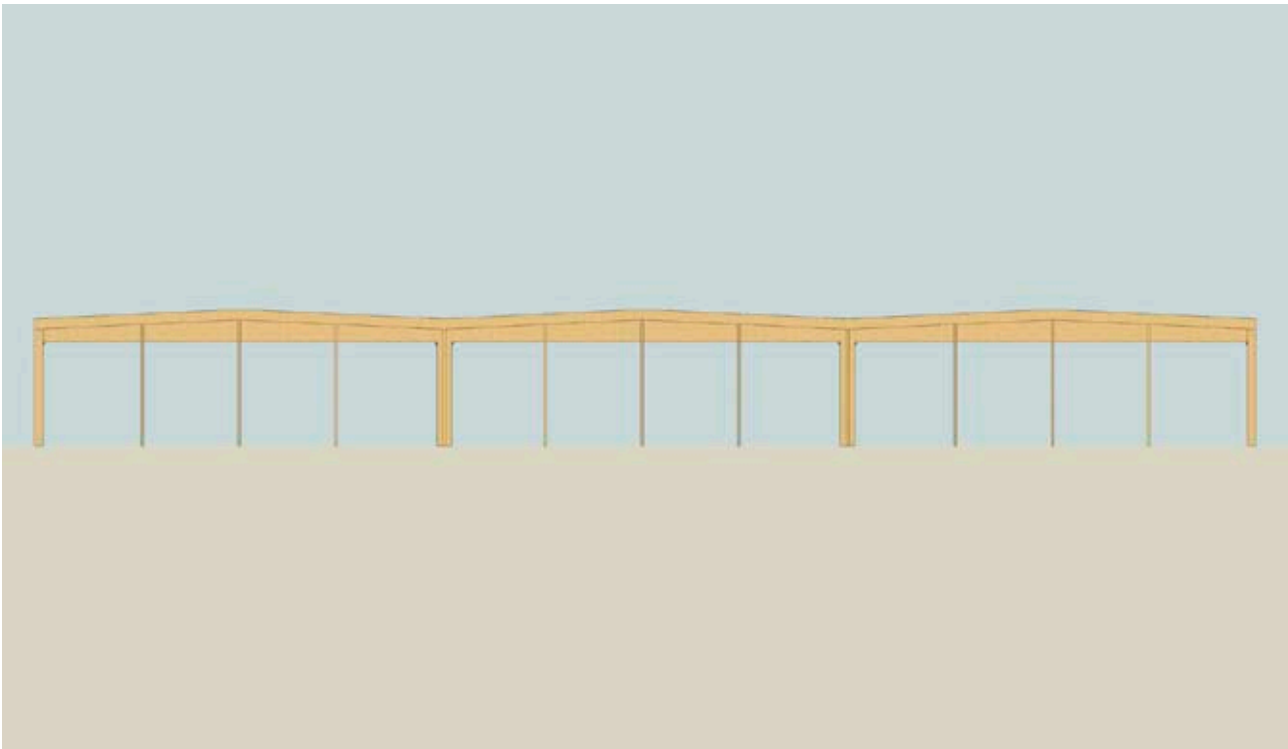
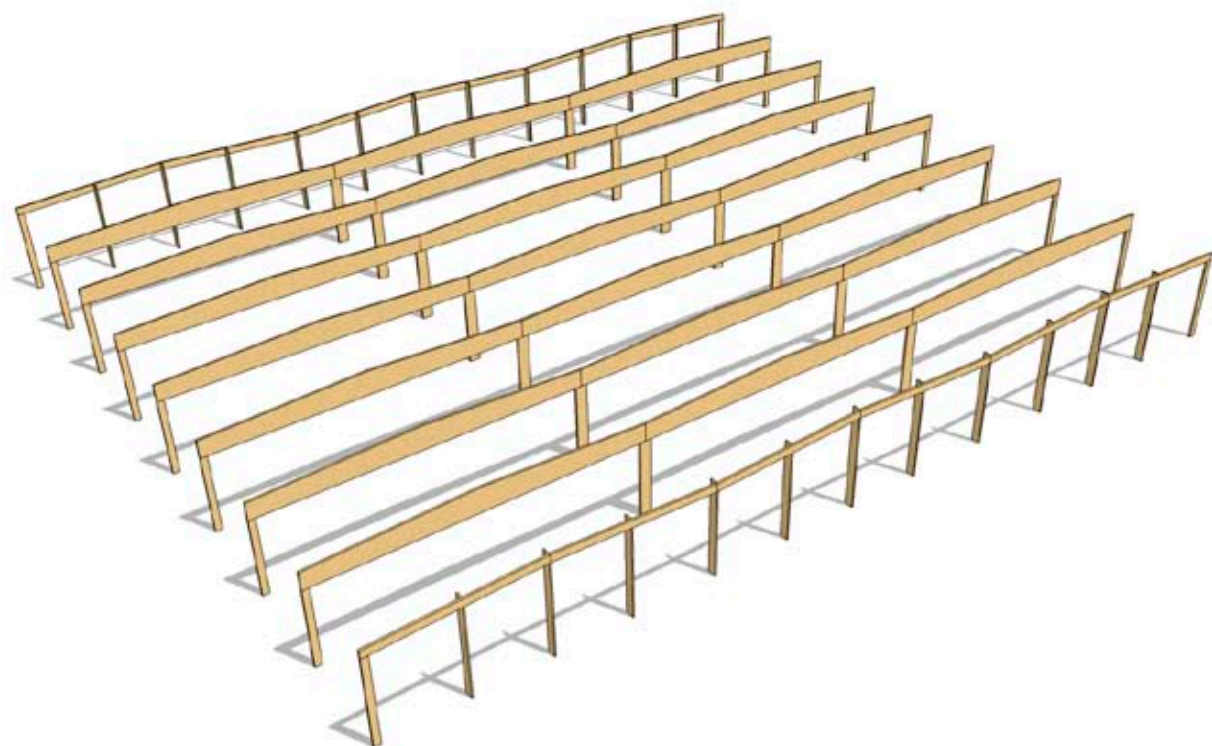
Hallityyppi 12



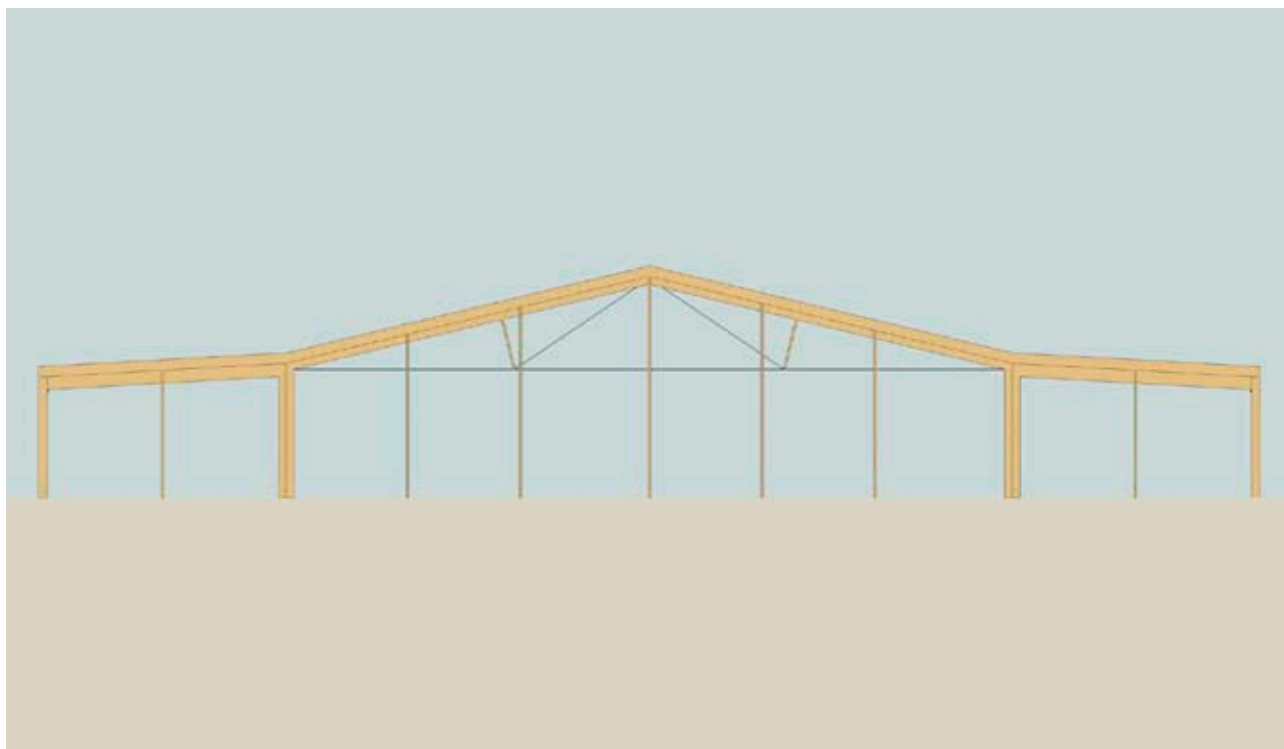
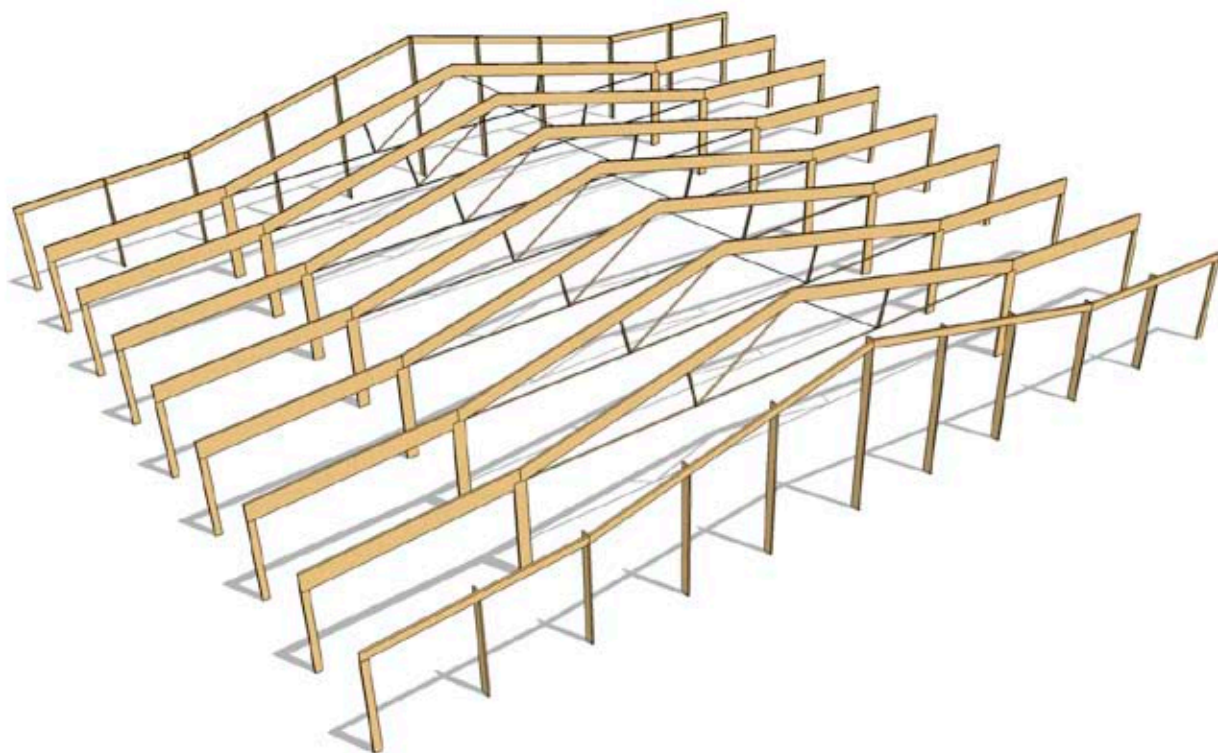
Hallityyppi 13



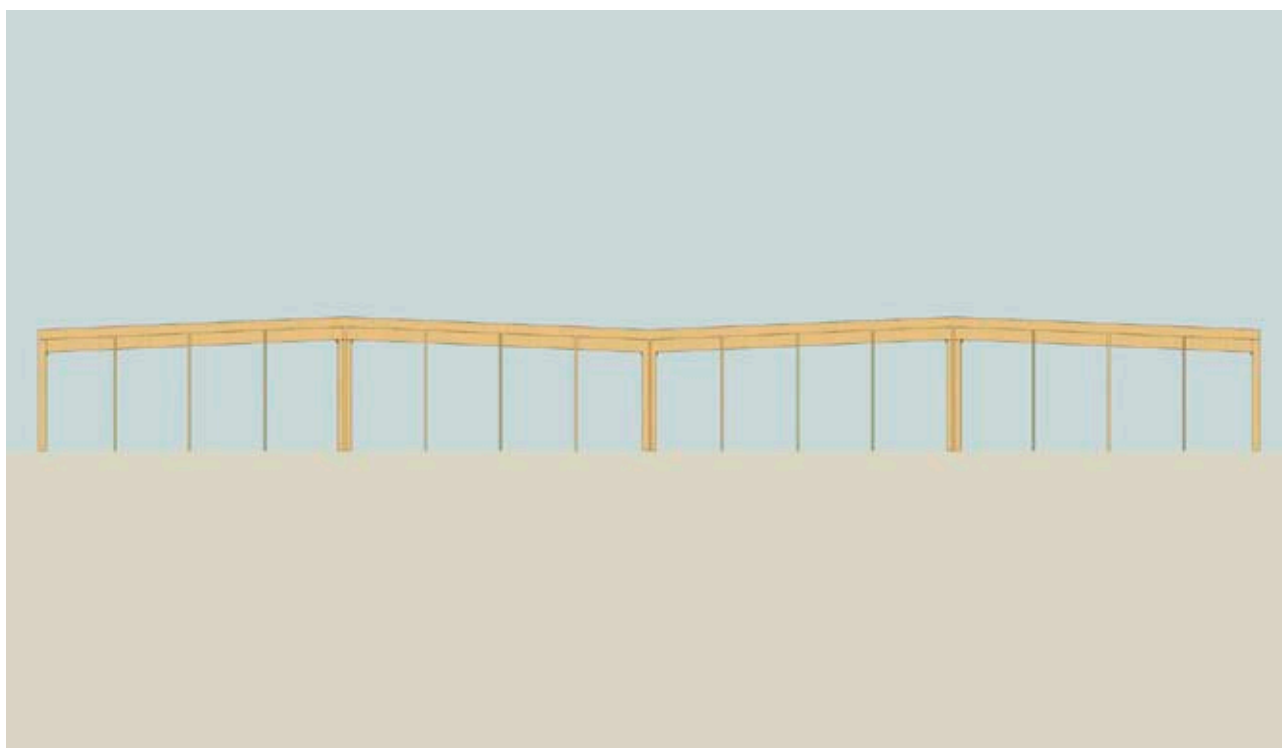
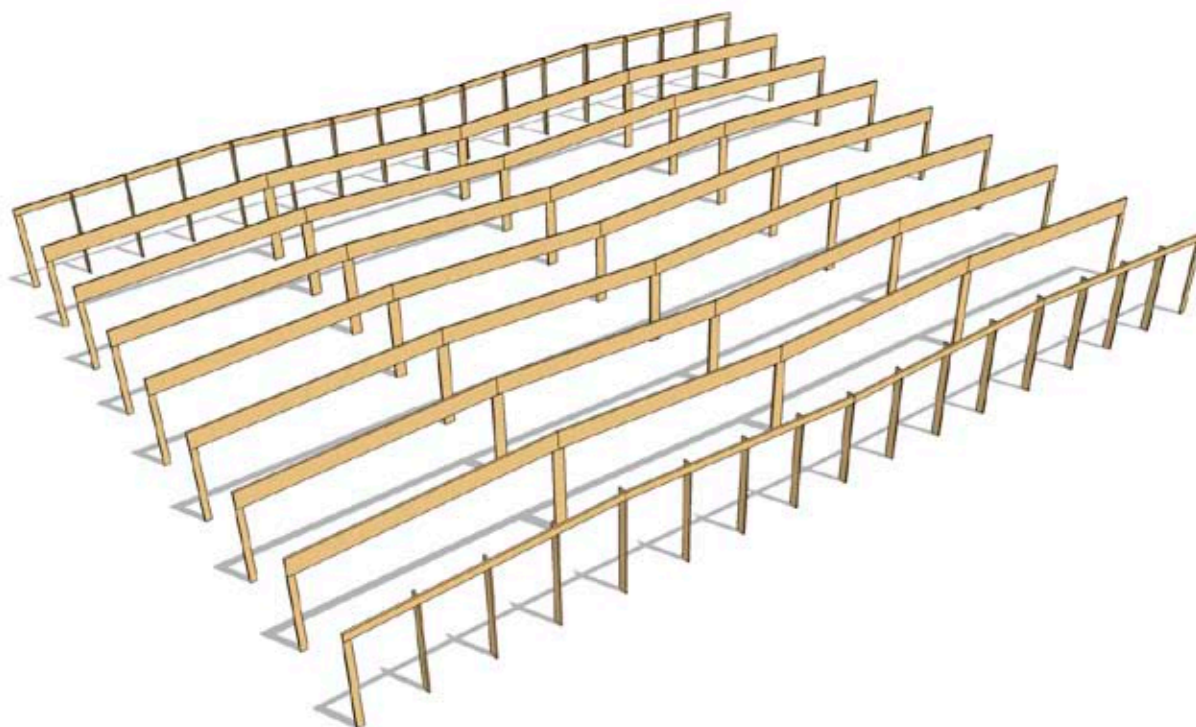
Hallityyppi 14



Hallityyppi 15



Hallityyppi 16



Hallityyppi 17

