

AVOIN PUURAKENNUSJÄRJESTELMÄ

E l e m e n t t i r a k e n t e e t

AVOIN PUURAKENNUSJÄRJESTELMÄ



AVOIN PUURAKENNUSJÄRJESTELMÄ

ELEMENTTIRAKENTEET

Avoin puurakennusjärjestelmä - elementtirakenteet

Teksti

Mikko Kilpeläinen
Antti Ukonmaanaho
Marko Kivimäki

Taitto

Mikko Lahikainen

Copyright:

Wood Focus Oy, tekijät

ISBN

952-15-0720-9

Kustantaja

Wood Focus Oy

Kirjapaino

Vammalan kirjapaino

ALKUSANAT

Kuluneen vuosikymmenen aikana suomalaista puurakentamista on kehitetty aktiivisesti. Sen tuloksena on puurakentamiseen syntynyt paljon uutta tietoa ja samalla puun käyttö on laaja-alaisesti laajentunut. Kehitystyön tulokset on koottu osaksi avointa puurakennusjärjestelmää. Järjestelmän tarkoituksena on mahdollistaa monipuolisten asiakastarpeiden toteuttaminen asiakaslähtöisesti, mutta myös tuotannollisesti mielekkäällä ja kilpailukykyisellä tavalla. Järjestelmää käyttämällä rakennukset voidaan suunnitella ja toteuttaa teollisesti tuotetuista valmisosista käyttämällä samassa hankkeessa yhdessä ja erikseen erivalmistajien komponentteja.

Kehitetty järjestelmä soveltuu sekä paikalla- että elementtirakentamiseen. Käsillä oleva ohje täydentää aikaisempaa ohjekokonaisuutta elementtirakenteiden osalta. Ohje sisältää elementtirakenteiden liitos- ja rakenneperiaatteet mittasuosituksineen, joiden mukaan eri valmistajien elementit ovat yhteensopivat järjestelmän mukaan rakennettaessa.

Ohje on laadittu Wood Focus Oy:n ja Tekesin rahoittaman Puutalon avoin elementtijärjestelmä –projektin perusteella. Ohjeen ovat käsikirjoittaneet professori Mikko Kilpeläinen ja diplomi-insinööri Antti Ukonmaanaho Oulun yliopistosta. Lisäksi ohjeen laatimiseen tutkimusvaiheessa osallistui diplomi-insinööri Marko Kivimäki Oulun yliopistosta. Ohjeen julkaisuasusta on huolehtinut arkkitehtiylöppilas Mikko Lahikainen Tampereen teknillisestä korkeakoulusta. Ohjeen ja koko projektin toteutusta on ohjannut hankkeen johtoryhmä, johon ovat kuuluneet Jouko Heiskanen, Finndomo Oy; Pertti Hämäläinen, Woodfocus Oy; Ari-Matti Jänkälä, Luja-Talo Oy; Reijo Kangas, Tekes; Ilkka Laine, RTK; Timo Niemelä, Koskisen Oy; Pekka Nurro, Wood Focus Oy; Raimo Poikela, Skanska Oy; Juha Taavila, Päijänteen Puuelementti Oy ja Olli Veikkola, Rakennusliike O&K Veikkola Oy sekä allekirjoittanut. Parhaat kiitokset kaikille työhön osallistuneille.

Marraskuussa 2001

Mikko Viljakainen

Johtaja, Rakentamisen järjestelmät

Wood Focus Oy

LUKIJALLE

Tässä oppaassa esitetään avoimen puurakennusjärjestelmän mukaisten elementtirakenteiden pääperiaatteet ja tärkeimmät rakenneyksityiskohdat. Järjestelmä on kehitetty pääasiassa palvelemaan ns. projektirakentamista.

Opas on jatkoa aikaisemmin julkaistuille avointa puurakennusjärjestelmää käsitteleville oppaille ja julkaisuille, joista tärkeimpiä ovat seuraavat:

- RT-kortti 82-10678 Avoin puurakennejärjestelmä. Rakennustietosäätiö, lokakuu 1998
- RT-kortti 82-10679 Puukerrostalon rakenteet 1. Avoin puurakennejärjestelmä. Rakennustietosäätiö, lokakuu 1998
- Avoin puurakennejärjestelmä. Arkkitehtisuunnittelu. Puuinfo Oy, 1999
- Avoin puurakennejärjestelmä. Rakennesuunnittelu. Puuinfo Oy, 1999
- PLATFORM-pientalo-opas. Suunnittelu ja rakentaminen. Puuinfo Oy, 1999

Lukijaa suositellaan perehtymään näihin julkaisuihin. Tiedot löytyvät myös internetosoitteesta www.woodfocus.fi.

Lukijan oletetaan olevan perehtynyt soveltuvin osin Suomen rakentamismääräyskokoelman määräyksiin ja ohjeisiin sekä tuntevan puurakentamisen yleiset suunnittelu- ja/tai rakentamisperiaatteet ja -käytännöt. Opas on siten tarkoitettu lähinnä rakennusalan ammattilaisille eli arkkitehti-, rakenne- ja elementtisuunnittelijoille, elementtien valmistajille sekä työmailla elementtien asennuksesta ja liitosten teosta vastaaville henkilöille. Opasta voidaan käyttää myös opetus- tarkoituksiin alan oppilaitoksissa.

Oppaan sisältö

Oppaan teksti on jaettu kuuteen lukuun. Ensimmäisessä ja toisessa luvussa esitetään elementtijärjestelmän yleiset periaatteet, tavoitteet, soveltamisala ja rajoitukset. Lisäksi annetaan ohjeita, joiden avulla järjestelmän edut voidaan parhaiten käyttää hyödyksi.

Kolmannessa ja neljännessä luvussa esitetään elementtijärjestelmän mukaiset tekniset ratkaisut. Ne kohdistuvat

pääasiassa elementtien reunoihin eli liitosalueille ja koskettelevat mittoja, toleransseja ja reunamuotoja. Elementtien rakenteellinen suunnittelu voidaan pääosin tehdä aikaisemmin julkaistujen ohjeiden mukaan.

Viides luku on oppaan tärkein. Siinä annetaan ohjeet rakennuksen runkoon kuuluvien ala- väli- ja yläpohja- sekä ulko- ja väliseinäelementtien välisistä liitoksista. Tekstiosassa annetaan ohjeet rakenne- ja elementtisuunnittelijoille, elementtien valmistajille sekä elementtien asentajille. Liitepiirustuksissa esitetään ohjeelliset ratkaisut tärkeimmistä liitoksista ja niihin kuuluvista liittimistä vaihtoehtoisine ratkaisuineen.

Kuudennessa luvussa annetaan ohjeet porras-, hissikuilu- ja parveke-elementtien liittymisestä runkoon. Tekstiosaa täydentävät liitteissä esitetyt ohjeelliset piirroksiset liitosratkaisut.

Suunnittelun ja rakentamisen sopimus- ja tarjouspyyntömalleja käsitellään tarkemmin muissa julkaisuissa, jotka ovat saatavissa esim. osoitteesta www.woodfocus.fi/.

Oppaan käyttö

Opas on vapaasti kaikkien käytettävissä. Oppaan liitteissä esitetty kuva- ja piirustusaineisto on saatavissa myös sähköisessä muodossa AutoCAD-kuvina osoitteesta [http://www.woodfocus.fi/](http://www.woodfocus.fi/puucad).

Opas antaa perusteet järjestelmän mukaisten elementtirakenteiden suunnitteluun. Esitetyt mallipiirustukset auttavat suunnittelijaa löytämään soveltuvimmat ratkaisut kuhunkin kohteeseen.

Oppaan myöhempää täydentämistä ja kehittämistä varten Wood Focus Oy toivoo saavansa palautetta oppaan käyttäjiltä.

SISÄLLYS

LUKIJALLE	6
1 JOHDANTO	12
1.1 Puuelementtirakentamisen yleiset edut	12
1.2 Avoimen elementtijärjestelmän edut	13
2 KÄYTETTÄVÄ JÄRJESTELMÄ	14
2.1 Yleisperiaatteet	14
2.2 Järjestelmän soveltamisala	15
2.3 Tuoteosajako	16
2.4 Mittajärjestelmä	18
2.4.1 Vaakamitoitus	18
2.4.2 Pystymitoitus	19
2.4.3 Moduuliverkot ja -viivat	19
2.4.4 Elementtien asennustarkkuudet	20
2.5 Järjestelmän hyödyntäminen	21
2.5.1 Arkkitehtisuunnittelu	21
2.5.2 Rakennesuunnittelu	23
2.5.3 LVIS - suunnittelu	24
2.5.4 Valmisosatoimitukset	25
3 RUNGON RAKENNUSOSAT	26
3.1 Ala- ja välipohjat	26
3.1.1 Mitat ja toleranssit	26
3.1.2 Reunamuodot	28
3.1.3 Rakennetyypit	28
3.1.4 Työnaikainen sääsuojaus	30
3.2. Ulkoseinät	31
3.2.1 Mitat ja toleranssit	31
3.2.2 Reunamuodot	32
3.2.3 Rakennetyypit	33
3.2.4 Työnaikainen sääsuojaus	34
3.3 Väliseinät	35
3.3.2 Reunamuodot	37
3.3.3 Rakennetyypit	38
3.3.4 Työnaikainen sääsuojaus	39

3.4	Palkkirakenteiset yläpohjat	40
3.4.1	Mitat ja toleranssit	40
3.4.2	Reunamuodot	41
3.4.3	Rakennetyypit	42
3.4.4	Työnaikainen sääsuojaus	43
3.5.	Ristikkorakenteiset yläpohjat	44
4	LIITTYVÄT RAKENNUSOSAT	46
4.1	Portaat	46
4.1.1	Suunnitteluperusteet	46
4.1.2	Mitat ja rakenne	46
4.2	Hissikuilut	48
4.2.1	Suunnitteluperusteet	48
4.2.2	Mitat ja rakenne	49
4.3.	Märkätilaelementit	51
4.3.1	Sijoitus rakennusrunkoon	51
4.3.2	Viemärien vaatima tila	51
5	RUNGON LIITOKSET	52
5.1	Yleistä	52
5.1.1	Liitoksille asetettavat vaatimukset	52
5.1.2	Liitosten käyttö	53
5.1.3	Liitoksiin kohdistuvat rasitukset rungon jäykistyksestä	56
5.1.4	Jäykistävän seinän ankkurointi	58
5.1.5	Liittimien lujuudet	62
5.1.6	Elementtien saumatiivisteet	64
5.2.	Seinien liitokset perustuksiin; maanvarainen betonialapohja	66
5.2.1	Perustukset - ulkoseinä P001a,	66
5.2.2	Perustukset - ulkoseinä P001b,	67
5.2.3	Perustukset - ulkoseinä P001d,	68
5.3.	Alapohjan liitokset; tuuletettu alapohja	69
5.3.1	Alapohja - kantava ja ei-kantava ulkoseinä A101a,	69
5.3.2	Alapohja - kantava ja ei-kantava ulkoseinä A101b,	70
5.3.3	Alapohja - kantava ja ei-kantava ulkoseinä A101c,	71
5.3.4	Alapohja - kantava ja ei-kantava ulkoseinä A101d,	72
5.3.5	Alapohjaelementti - alapohjaelementti A130a	73
5.3.6	Alapohjaelementti - alapohjaelementti A130b	74
5.3.7	Alapohjaelementti - alapohjaelementti A130c	75

5.4. Välipohjan liitokset	76
5.4.1 Välipohja - kantava ja ei-kantava ulkoseinä V201a,	76
5.4.2 Välipohja - kantava ja ei-kantava ulkoseinä V201b,	77
5.4.3 Välipohja - kantava ja ei-kantava ulkoseinä V201c,	78
5.4.4 Välipohja - kantava ja ei-kantava ulkoseinä V201d,	79
5.4.5 Välipohjaelementti - välipohjaelementti V230a	80
5.4.6 Välipohjaelementti - välipohjaelementti V230b	81
5.4.7 Välipohjaelementti - välipohjaelementti V230c	82
5.5. Seinien pystyliitokset	82
5.5.1 Ulkoseinäelementti - ulkoseinäelementti, suoraliitos S301a;	82
5.5.2 Ulkoseinäelementti - ulkoseinäelementti, suoraliitos S301b;	84
5.6. Yläpohjan liitokset; palkeista kootut elementit	85
5.6.1 Yläpohja - kantava ulkoseinä Y501a,	85
5.6.2 Yläpohja - kantava ulkoseinä Y501b,	86
5.6.3 Yläpohja - kantava ulkoseinä Y501d,	87
5.6.4 Yläpohjaelementti - yläpohjaelementti Y530a	88
5.6.5 Yläpohjaelementti - yläpohjaelementti Y530b	89
5.7. Yläpohjan liitokset; kattotuoleista kootut elementit	90
5.7.1 Kattotuoli - kantava ulkoseinä K601a	90
5.7.2 Kattotuoli - ei-kantava ulkoseinä K605a	91
5.7.3 Kattotuoli - huoneistojen välinen seinä K610a	92
6. LIITTYVIEN RAKENNUSOSIEN LIITOKSET	93
6.1. Portaat	93
6.1.1 Porrassyöksy - kerrostaso X001	93
6.1.2 Porrassyöksy - lepotaso X010, X011	94
6.2. Hissikuilut	95
6.2.1 Hissikuiluelementti - hissikuiluelementti X101	95
6.3. Parvekkeet	96
6.3.1 Erilliskannatettu parveke - ulkoseinä X201	96
6.3.2 Osittain erilliskannatettu parveke - ulkoseinä X210-X212	97
LIITTEET	99



1 JOHDANTO



Kuva 1.1 Siirtämällä tuotantoa teollisuushallien hallittuihin olosuhteisiin voidaan rakentamista nopeuttaa sekä parantaa rakentamisen laatua ja työolosuhteita.

1.1 Puuelementtirakentamisen yleiset edut

Esivalmistusasteen nostamisen tavoitteena on rakennustyön tuottavuuden ja laadun parantaminen. Rakentamisessa työ- kustannusten osuus on merkittävä ja kokonaistyöpanosta pienentämällä saavutetaan helposti säästöjä. Siirtämällä tuotantoa tehdashallien hallitumpiin olosuhteisiin voidaan rakentamisprosessin rationalisoimisen ja tehostamisen avulla saavuttaa muun muassa seuraavia etuja:

- lyhentää rakennusaikaa
 - Rakennusajan lyhentyessä saavutetaan säästöjä muun muassa pienentyneinä työmaan yleiskustannuksina ja rakennusajan pääomakustannuksina.
- helpottaa talvirakentamista ja pienentää kausivaihtelua
 - Suurin osa runkotöistä on siirretty säältä suojaan elementtitehtaisiin, jolloin haitallisten sääolosuhteiden vaikutus työmailla voidaan minimoida. Rakentamisen kausivaihtelua voidaan tällä tavoin lieventää.
 - Puutaloteollisuuden tuotannosta pääosa on keskittynyt kesäkauteen ja talvisin tehtaat toimivat vajaatehoisesti. Käytössä olevaa kapasiteettia voidaan käyttää tehokkaammin ajoittamalla valmisosatoimitukset talviaikaan.
- parantaa rakentamisen laatua
 - Elementtitehtaiden hallituissa olosuhteissa valmistetuilla rakennusosilla varmistetaan rakenteiden mittatarkkuus sekä tasainen ja korkea laatu.
- helpottaa työvoiman saatavuutta.
 - Siirtämällä työtä alueille, jossa on riittävästi työvoimaa ja raaka-aineita, helpotetaan suhdannehuippuina kasvukeskuksissa esiintyvää työvoimapulaa ja vähennetään muuttoliikettä.

1.2 Avoimen elementtijärjestelmän edut

Avoimessa järjestelmässä rakennus voidaan tehdä useampien eri valmistajien keskenään yhteensopivista valmisosista. Eri toimittajien elementtien yhteensopivuus varmistetaan yhteisesti sovittujen reunamuotojen sekä mitta- ja liittymäsääntöjen avulla. Avoimen elementtijärjestelmän tavoitteena on muun muassa:

- Helpottaa ja nopeuttaa rakenne- ja elementtisuunnittelua
 - Järjestelmän puitteissa on esitetty valmiit liitos- ja rakenneratkaisut, joita rakenne- ja elementtisuunnittelijat voivat vapaasti käyttää kussakin kohteessa. Tällöin suunnittelijoiden ei tarvitse miettiä ja laatia liitosdetaljeja jokaisessa kohteessa uudestaan, joten päällekkäisen työn määrä pienenee.
- Helpottaa elementtien valmistusta ja rakentamisprosessia
 - Vakioimalla valmisosien liitosdetaljit saavutetaan etuja toistojen ja harjaantumisen kautta sekä elementtitehtaalla että työmaalla.
- Helpottaa eri osapuolten välistä yhteistyötä
 - Yhteisesti hyväksytyyn avoimen järjestelmän avulla luodaan toiminnan reunaehdot ja siten parannetaan eri osapuolten välistä yhteistyötä. Vakioitujen rakenneratkaisujen käytöllä helpotetaan myös yhteistyötä viranomaisten kanssa.
- Antaa rakentajille ja rakennuttajille mahdollisuuksia erilaisiin runkotoimitusvaihtoehtoihin
 - Rakennuksen runko voidaan tehdä täyselementeistä, runkoelementeistä, paikalla rakentaen tai näitä tapoja jokseenkin vapaasti samassa kohteessakin yhdistelemällä.
- Edistää puutalojen vientiä
 - Avoimen järjestelmän puitteissa on paremmat mahdollisuudet yhdistää eri tahojen voimat puutalojen viennissä ja siihen tähtäävässä markkinoinnissa.

Järjestelmän avoimuudella tarkoitetaan, että:

- Järjestelmä on vapaasti eri osapuolten hyödynnettävissä. Perusratkaisuja ei voi patentoida eikä tuotesuojata.
- Osat ovat vaihtokelpoisia. Jokin osa voidaan tarvittaessa korvata toisen valmistajan osalla.

2 KÄYTETTÄVÄ JÄRJESTELMÄ

2.1 Yleisperiaatteet

Tässä oppaassa esitetty avoin elementtijärjestelmä perustuu avoimeen puurakennusjärjestelmään, jonka periaatteet ja rakenteet on esitetty RT-ohjekorteissa RT 82-10678 ja RT 82-10679. Järjestelmä on kerrokselliseen rakentamiseen perustuva kantavaseinäinen puurankarakenne, jossa jäykistys hoidetaan runkoon kiinnitetyillä rakennuslevyillä.

Järjestelmän perusteena ovat samat rakenteelliset valmisosat kuin paikallarakentamisessa. Tällöin toteutuksessa voidaan yhdistellä eri valmiusasteisia toimintatapoja.

Järjestelmässä käytetään seuraavia elementtejä:

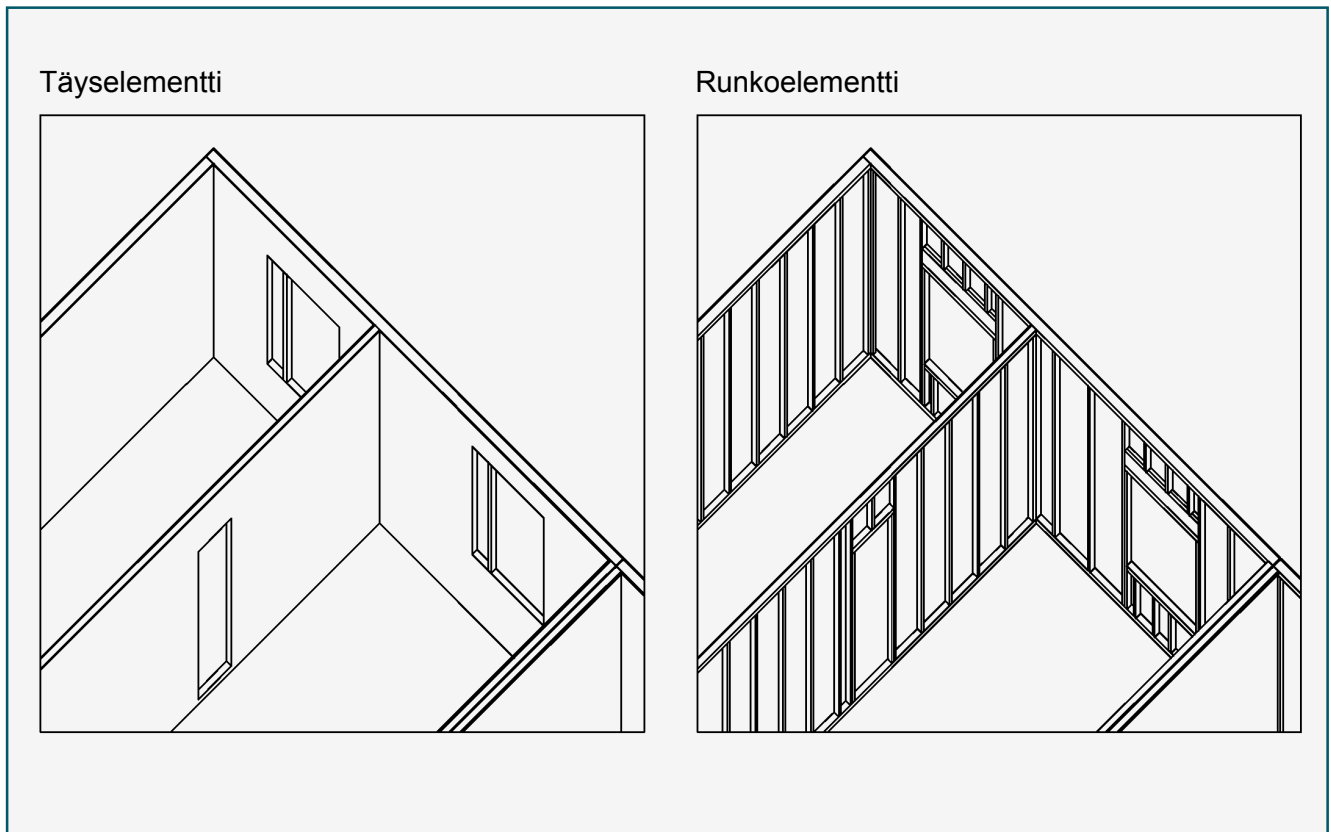
Runkoon kuuluvat elementit:

- alapohjaelementit
- välipohjaelementit
- yläpohjaelementit
- ulkoseinäelementit
- väliseinäelementit.

Runkoon liittyvät elementit:

- porraselementit
- parvekkeet ja luhtikäytäväelementit
- hissikuiluelementit
- märkätilaelementit.

Elementtien väliset liitokset ja liittymäsäännöt on muotoiltu siten, että eri elementtivalmistajien tuotteet voidaan liittää toisiinsa ongelmitta.



Kuva 2.1 Täyselementeissä (vas.) levytys on molemmilla puolilla runkoa ja runkoelementeissä (oik.) vain toisella puolella.

2.2 Järjestelmän soveltamisala

Puuta voidaan käyttää kantavana rakenteena kaikissa palo- luokissa korkeintaan 2-kerroksisissa rakennuksissa. Palo- luokassa P2 puuta voidaan käyttää myös 3-4-kerroksisissa asuin- ja työpaikkarakennuksissa.

Järjestelmän mukaisia ratkaisuja voidaan hyödyntää asuin- rakentamisessa pien-, rivi- ja kerrostaloissa sekä soveltuvin osin myös esimerkiksi hoitolaitoksissa ja majoitusrakennuk- sissa.

Järjestelmässä voidaan yhdistellä eri valmiusasteisia raken- tamistapoja:

- Täyselementtejä (elementeissä on eristeet ja mahdolli- nen levytys rungon molemmilla puolilla).
- Runkoelementtejä (elementeissä on ainoastaan puurunko ja levytys toisella puolella runkoa, eriste ja toisen puolen levytys asennetaan työmaalla).
- Paikallarakentamista (rakennus tehdään järjestelmän mukaisista vakio-osista työmaalla).

Yritys- ja hankekohtaisesti tulee ratkaista, kuinka pitkälle esivalmistettuja valmisosia käytetään. Esimerkiksi julkisivuverhous, ovet ja ikkunat sekä osa sähköasennuksista voivat tulla työmaalle elementteihin kiinnitettyinä.

Elementit voidaan koota järjestelmän mukaisista vakio-osista tai vaihtoehtoisesti liittymäsääntöjen mukaan valmistajakohteisella tavalla. Tapauskohtaisesti ratkaistavia asioita voivat olla esimerkiksi:

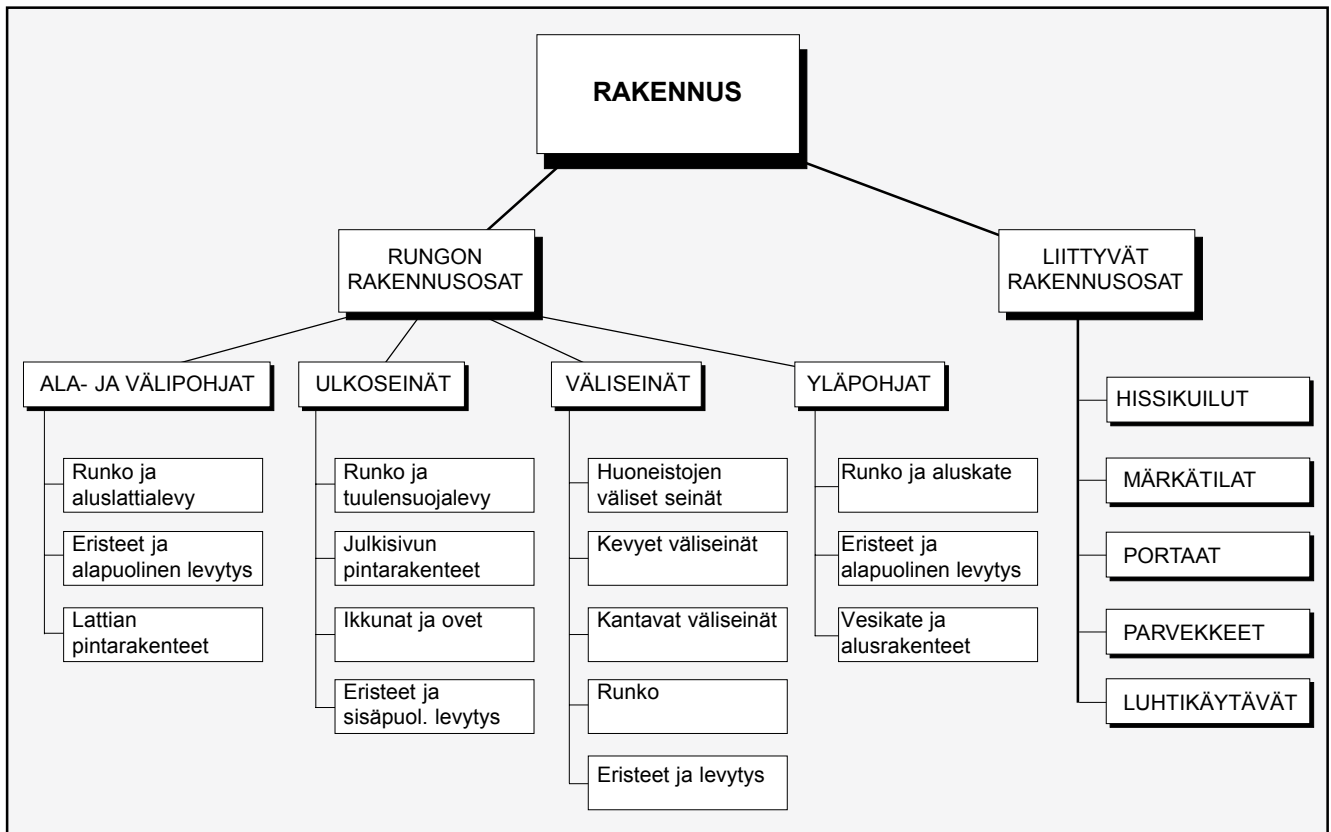
- Seinien runko- ja eristemateriaali
- Käytettävien verhoukset materiaalit ja paksuudet
- Ala-, väli- ja yläpohjien kantavat rakenteet (sahatavara-, liima- tai viilupuu, uumalevypalkit, ristikkopalkit tai puu-betoni-liittorakenne).

2.3 Tuoteosajako

Tuoteosa on rakennuksen tekninen ja toiminnallinen osakokonaisuus, jossa tuotteen toimittaja ottaa kokonaisvastuun tuotteen suunnittelusta, valmistuksesta ja asentamisesta toimitussopimuksen määrittelemässä laajuudessa.

Rakennus voidaan tehdä usean eri toimittajan yhteensopivista tuoteosista. Toimitukset on jaettavissa lukuisiin erilaisiin kokonaisuuksiin (kuva 2.2). Karkea tapa on käyttää yhtä valmistajaa koko rakennukselle. Yksilöidyssä ratkaisussa jokaisella tuoteosalla voi olla oma toimittaja.

Elementtirakentamisessa suurimmat edut saavutetaan esivalmistamalla kantavat rakenteet eli ulkoseinät, kantavat väliseinät ja välipohjat. Tällöin rakennuksen runko saadaan nopeasti valmiiksi. Muut tuoteosakokonaisuudet, kuten

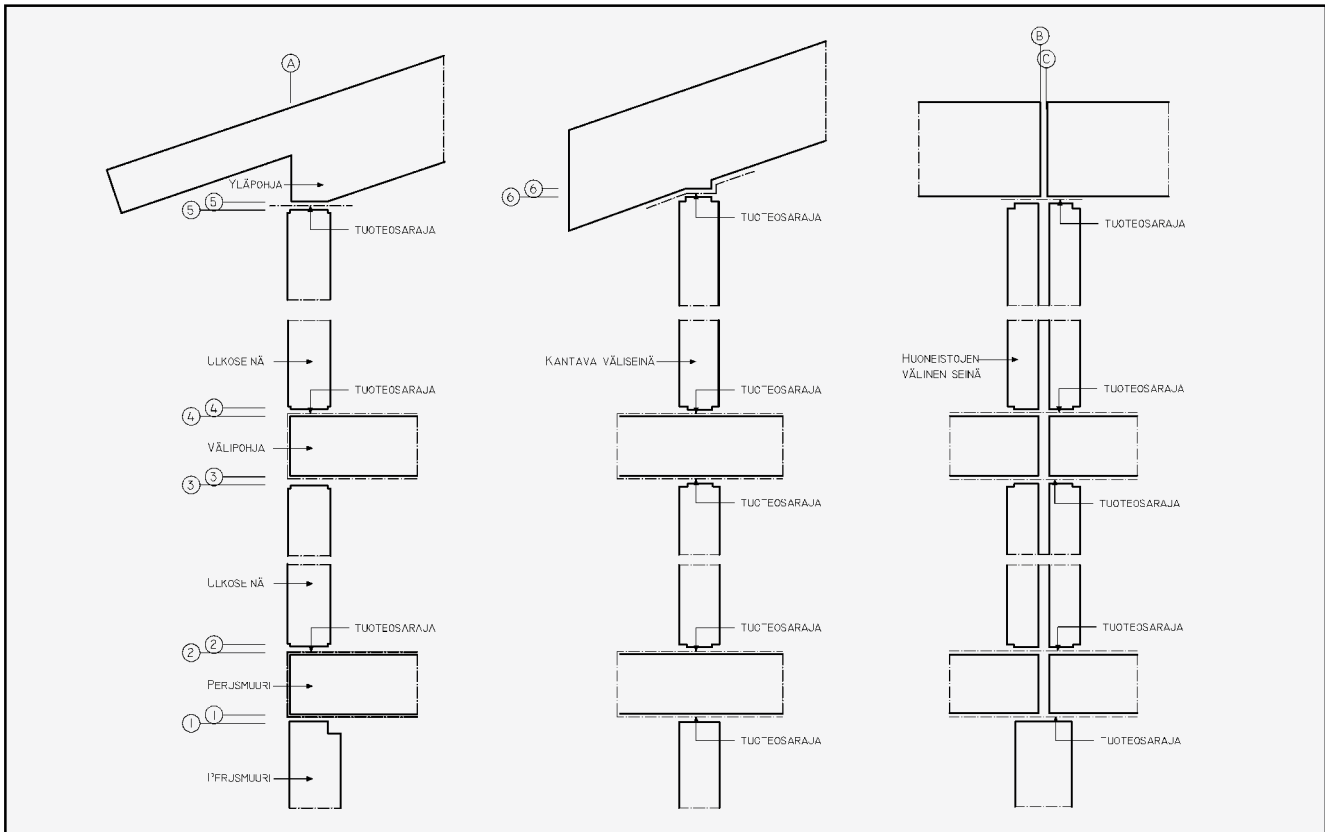


Kuva 2.2 Rakennus voidaan jakaa lukuisiin erilaisiin tuoteosiin.

esimerkiksi parvekkeet, luhtikäytävät ja julkisivut voidaan toteuttaa irrallaan runkovaiheen aikataulusta.

Toimituskokonaisuuksissa on otettava huomioon eri toimitusten välinen ajallinen riippuvuus. Toimitusaikataulua suunniteltaessa kannattaa pyrkiä minimoimaan haitallisen sään vaikutukset.

Avoimen järjestelmän puitteissa esitetään tuoteosien välisen liitospintojen muoto ja niissä käytettävät materiaalit sekä liittimet. Vakioimalla liitospintojen muoto ja materiaalit varmistetaan eri valmistajien tuotteiden yhteensopivuus. Tuoteosien sisäinen rakenne voidaan ratkaista valmistajakohtaisesti, kunhan elementtien asentaminen ja liitoksen teko voidaan suorittaa järjestelmän mukaisesti.



Kuva 2.3 Tuoteosien väliset rajapinnat sijaitsevat elementtien välisten liitosten kohdalla.

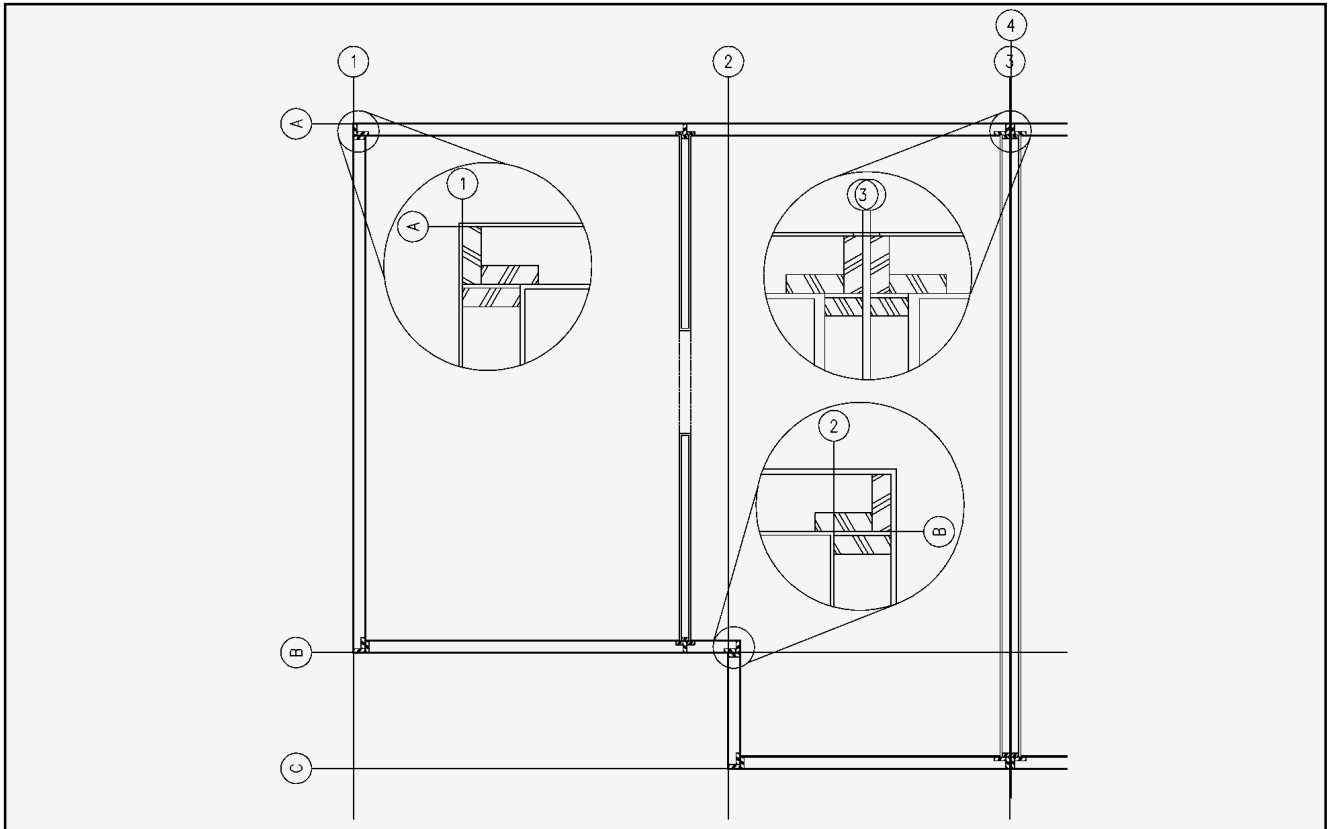
2.4 Mittajärjestelmä

2.4.1 Vaakamitoitus

Puurunkoisia elementtejä käytettäessä vaakamitoitus ei poikkea paikalla tapahtuvasta puurakentamisesta. Vaakamitoituksessa on tärkeää ottaa huomioon puurakenteilla saavutettavat jännemitat, joten kantavien linjojen sijainti on syytä selvittää jo suunnittelun alkuvaiheessa.

Arkkitehtisuunnittelu on vaakamitoituksen osalta vapaa. Rakenteiden vaakamitoitus perustuu 600 mm runkotolppajakoon ja siihen sopiviin levy- ja eristemittoihin.

Rakennuksen vaakasuoran runkomitoituksen lähtökohtana on ulkoseinärungon ulkopinta. Samassa linjassa sijaitsevat aluslattialevyn ulkopinta ja mahdollisesti myös kehäpalkin ulkoreuna, mikä on helppo lähtökohta varsinaisen mittaus-työn suorittamiseen.



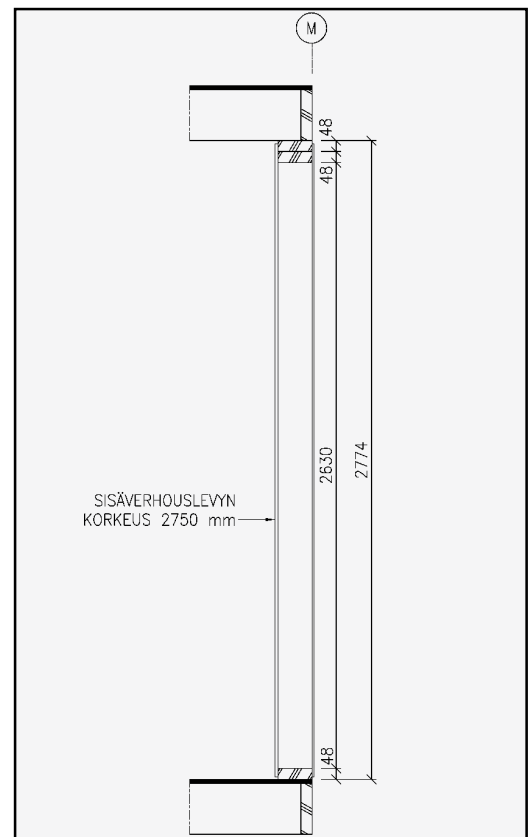
Kuva 2.4 Elementtirakentamisessa moduuliviivat sijaitsevat huoneiston tai muun osaston ympäryseinien rungon ulkopinnassa.

2.4.2 Pystymitoitus

Pystysuunnassa ainoa moduulimitta on seinärungon korkeus 2774 mm, joka perustuu rungon vakioitujen valmisosien mittoihin. Samaan mitoitukseen sopii myös 2750 mm korkea sisäverhouslevy. Välipohjan korkeus ja kerroskorkeus voivat vaihdella tapauskohtaisesti.

2.4.3 Moduuliverkot ja -viivat

Moduulimitoituksen tarkoituksena on helpottaa suunnittelua ja rakentamista sekä mahdollistaa moduulimittaisten komponenttien (levyt, eristeet) käyttö. Elementtirakentamisessa moduuliverkot ovat tarpeellisia, koska elementtien sijainti ja valmistusmitat sidotaan moduuliverkkoon kiinni. Tässä järjestelmässä moduuliverkon muodostavat moduuliviivat, jotka sijaitsevat huoneiston tms. osaston ympäryseinien rungon ulkopinnassa. Periaate käy ilmi kuvasta 2.4.



Kuva 2.5 Avoimessa puurakennusjärjestelmässä rungon pystymitoitus perustuu vakioituihin valmisosiin, jolloin seinän korkeus on vakio. Mitoituksella varmistetaan eri valmistajien elementtien yhteensopivuus. Välipohjan korkeus voi vaihdella.

Seinäelementtien asennustarkkuudet	
<i>Ulottuvuudet ja sijainti</i>	<i>Suurin sallittu poikkeama [mm]</i>
<i>Seinän sivusijainti perussuorasta</i>	+5 -5
<i>Vapaa väli (vastakkaiset seinät)</i>	+5 -5
<i>Seinän poikkeama pystysuorasta</i>	+3 -3
<i>Sauman leveys, poikkeama nimellismitasta</i>	+3 -3
<i>Ulkosauman hammastus, puuverhous</i>	3
<i>Elementtien yläreunan hammastus</i>	3
Ala-, väli-, ja yläpohjaelementtien asennustarkkuudet	
<i>Ulottuvuudet ja sijainti</i>	<i>Suurin sallittu poikkeama [mm]</i>
<i>Elementin sivusijainti perussuorasta</i>	+5 -5
<i>Sauman hammastus elementin yläpinnassa</i>	3

Taulukko 2.1 Seinäelementtien asennustarkkuudet ja ala-, väli- ja yläpohjaelementtien asennustarkkuudet.

2.4.4 Elementtien asennustarkkuudet

Elementtien asentamisessa noudatetaan RunkoRyl2000:ssa esitettyjä luokan 1 mukaisia vaatimuksia. Seinäelementtien sekä ala-, väli ja yläpohjaelementtien asennustarkkuudet on annettu taulukoissa 2.1 ja 2.2. On huomattava, että taulukoissa annetut vaatimukset koskevat eri tuoteosien välisten rajapintojen sijaintia. Tuoteosarajojen sisällä voidaan soveltaa valmistajakohtaisia asennus- ja valmistustarkkuuksia.

Elementtien valmistustarkkuudet on annettu rakennusosittain luvussa 3.

2.5 Järjestelmän hyödyntäminen

2.5.1 Arkkitehtisuunnittelu

Puutalon arkkitehtisuunnittelu on vapaata. Rakennusosien esivalmiusasteen vaikutus arkkitehtisuunnitteluun on vähäinen. Rakennuksen koko, muoto ja materiaalit yms. voidaan valita vapaasti. Keskeisin suunnittelun reunaehto puurakenteissa on saavutettavat jännemitat.

Arkkitehtisuunnitteluun vaikuttavat rakenteelliset ja kustannustekniset lainalaisuudet ovat samoja paikalla- ja elementtirakentamisessa. Jos rakentamisessa pyritään kustannustehokkaaseen lopputulokseen, tilankäytön ja liikenteellisten ratkaisujen tehokkuuden lisäksi on kiinnitettävä huomiota seuraaviin asioihin:

- Suositaan suoria ja selkeitä pohjaratkaisuja, koska tällöin elementtien ja liitosten määrä saadaan pieneksi ja elementtien koko optimaaliseksi.
- Tilamitoituksessa pyritään siihen, että elementit voidaan suunnitella moduulisiksi 600 mm:n jaolla.

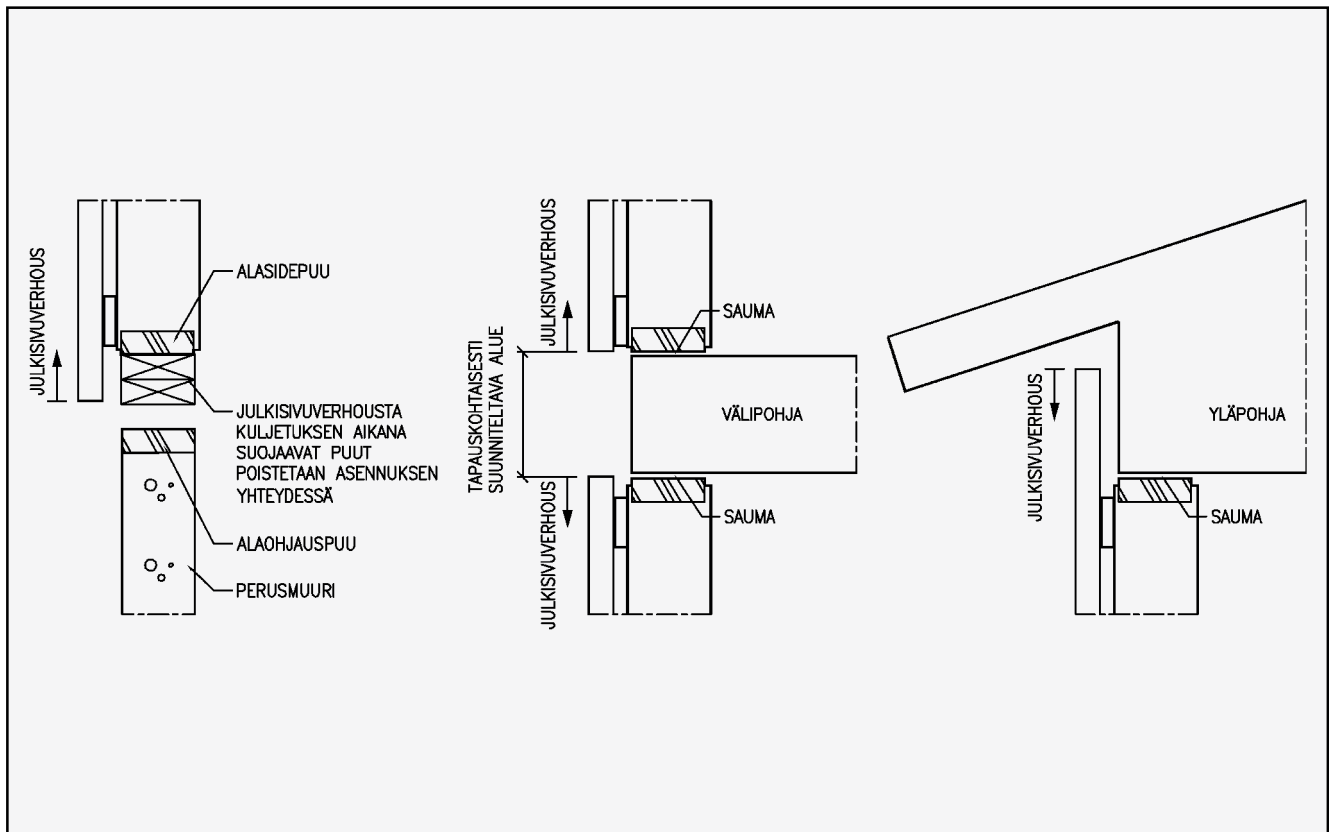
Lisäksi, jos julkisivuverhous kiinnitetään ulkoseinäelementteihin jo tehtaalla, arkkitehdin ja elementtisuunnittelijan yhteistyö on tärkeää.

Elementtisaumojen sijainti

Näkyvin arkkitehtisuunnitteluun vaikuttava seikka on elementtisaumojen sijainti, jos ulkoverhous kiinnitetään elementteihin jo tehtaalla. Kuljetus- ja asennusteknisistä syistä julkisivuverhous voi jatkua elementin rungon ohi eri suunnissa rajoitetusti, joten elementtien saumakohtat merkitsevät katkoksia myös julkisivuverhouksiin. Elementtien väliset saumat sijaitsevat:

- Välipohjien kohdalla (vaakasauma),
- Rakennuksen nurkissa (pystysauma),
- Huoneistojen välisten seinien kohdalla (pystysauma).

Elementtien alareunan liitoksissa julkisivuverhous voi ohittaa alasidepuun alareunan rajoitetusti. Verhouksen ehjänä pysyminen varmistetaan asentamalla alasidepuun alle



Kuva 2.6 Julkisivujen suunnittelussa on otettava huomioon elementtien liitosten kohdalle muodostuvat katkokset julkisivuverhouksessa.

kuljetuksen ajaksi ylimääräinen suojapuu (kuva 2.6). Väli-pohjien kohdalla oleva julkisivu vaatii kohdekohtaista suunnittelua, koska samassa paikassa sijaitsevat myös parvekeiden ja luhtikäytävien liitokset sekä mahdollinen palokatko. Julkisivuverhous voi kuitenkin ohittaa elementin ala- ja yläreunan samalla periaatteella kuin perustus- ja yläpohjaliitoksissa. Yläpohjan liittymien kohdalla julkisivurakenne voi ohittaa elementin yläreunan, jos julkisivu ei ole esteenä kattotuolien asentamiselle.

Normaalissa asuinrakentamisessa elementtien koko kasvaa harvoin niin suureksi, että syntyy tarve sijoittaa elementtisauma suoran ulkoseinän osalle. Mikäli näin täytyy menettellä, sauma kannattaa sijoittaa väliseinän kohdalle.

Sauman korostumiseen vaikuttaa ulkoverhouksen tyyppi, mahdolliset palokatkot ja miten sauma halutaan peittää. Jos elementtisaumat halutaan häivyttää julkisivusta, verhous on asennettava ainakin osittain rakennuspaikalla.

2.5.2 Rakennesuunnittelu

Elementtirakentamisessa rakennesuunnittelu voidaan jakaa useamman suunnittelijan kesken. Usein kohteessa on rakenteiden pääsuunnittelijan lisäksi erillinen elementtisuunnittelija (elementtien toimittaja), joka vastaa elementtien rakenteellisesta suunnittelusta.

Rakenteiden pääsuunnittelijan tehtävänä on:

- määrittää rungon päämitat ja elementtijako
- määrittää rakenteiden kuormitukset
- vastata rungon stabiiliteetista
- huolehtia rakenteiden ja liitosten riittävästä lujuudesta
- vastata suunnitelmien yhteensopivuudesta
- tarkastaa ja hyväksyä elementtisuunnitelmat
- huolehtia rakenne- ja elementtisuunnitelmien viranomais-tarkastuksesta.

Rakennesuunnittelija esittää suunnitelmissaan vain ne tiedot, jotka tarvitaan työmaalla elementtien asennuksessa ja liitosten teossa. Kunkin kerroksen tasopiirustuksessa esitetään:

- rakenteisiin kohdistuvat kuormat
- pystyelementtien tunnus ja sijainti
- vaakaelementtien tunnus ja sijainti
- tarvittaessa asennusjärjestys
- viittaukset liitosdetaljeihin.

Detaljipiirustuksissa esitetään elementtien kiinnitykset (liitokset) toisiinsa ja muihin rakenteisiin. Avoin järjestelmä tarjoaa valmiin mallin elementtien liitosratkaisuille. Rakennesuunnittelijan tehtävä on lähinnä valita sopiva liitos ja tarkastaa sen kestävyys.

Elementtisuunnittelijan tehtävänä on elementtien valmistuksessa tarvittavien piirustusten tuottaminen. Elementtisuunnittelija esittää suunnitelmissaan vain ne tiedot, jotka tarvitaan tehtaalla elementtien tuotannossa. Jokaisesta erilaisesta elementistä laaditaan oma piirustus. Joissakin tapauksissa, kuten naulalevyrakenteissa, elementtien valmistaja hoitaa myös rakenteen mitoituksen.



Kuva 2.7 Elementit on suojattava huolellisesti kuljetuksen ja varastoinnin aikana.

Jos kohteessa on erillinen elementtisuunnittelija, siitä muodostuu seuraavanlaisia etuja:

- Elementtisuunnittelun yhteys elementtivalmistajaan ja hänen tuote- ja tuotantokehitykseen on hyvä. Yhteistyö rakennesuunnittelijan kanssa on kuitenkin tärkeää.
- Elementtien valmistajilla on elementtisuunnitelmien laatimiseen tarkoitettuja ATK-apuvälineitä, joiden avulla elementtisuunnittelu on nopeaa. Suunnitelmien valmiusaste on korkea.

Seuraavia etuja saavutetaan, kun kohteen rakennesuunnittelija hoitaa myös elementtisuunnittelun:

- Suunnittelu nopeutuu, kun tietojen vaihtaminen ja kanssakäyminen jää pois eikä tarvitse odottaa elementtitoimittajien valintaa.
- Rakenne- ja elementtisuunnittelun yhteensopivuus ja ristiriidattomuus on hyvä.
- Tiedonvälityksen puutteista mahdollisesti aiheutuvien suunnitteluvirheiden riski on pieni.
- Suunnittelijan vastuu suunnitelmista on selkeä.

2.5.3 LVIS - suunnittelu

Elementtirakentamisessa LVIS - suunnittelu voidaan hoitaa pääosin samalla tavalla kuin paikallarakentamisessa, koska talotekniikan vaatimat asennukset suoritetaan pääasiassa työmaalla. Täyselementteihin tulevat upotetut sähköasennukset on tehtävä tehtaalla. Lämpö-, vesi ja sähköputket voidaan sijoittaa aluslattialevyn päälle työmaalla tehtävään uivaan kerrokseen tai pintavaluun.

Pystyhormien sijainti ja koko on selvitettävä yhdessä arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan kanssa jo suunnittelun alkuvaiheessa, jotta välipohjaan tulevat aukot voidaan ottaa huomioon rakenteiden suunnittelussa. Putkien tarvitsemat lävistykset aluslattialevyyn porataan työmaalla.

Kantavien palkkien lävistykset ja loveukset on suunniteltava yhdessä rakennesuunnittelijan kanssa, jotta vältetään kestävyyttä heikentäviä ratkaisuita. Suuriläpimittaiset putket on sijoitettava ensisijaisesti palkkiväleihin palkkien suuntaisesti.

2.5.4 Valmisosatoimitukset

Elementtitoimituksia koskevat tarjouspyynnöt voidaan lähettää pelkästään arkkitehdin laatimien pääpiirustusten perusteella. Tarjouspyyntöasiakirjoissa voidaan viitata järjestelmän mukaisiin vakioratkaisuihin, eikä valmisosa- ja liitosuunnitelmia tarvita tarjouspyyntöjen mukana. Tarjouspyyntöjä voidaan näin aikaistaa, mikä nopeuttaa rakentamisen kokonaisaikataulua.

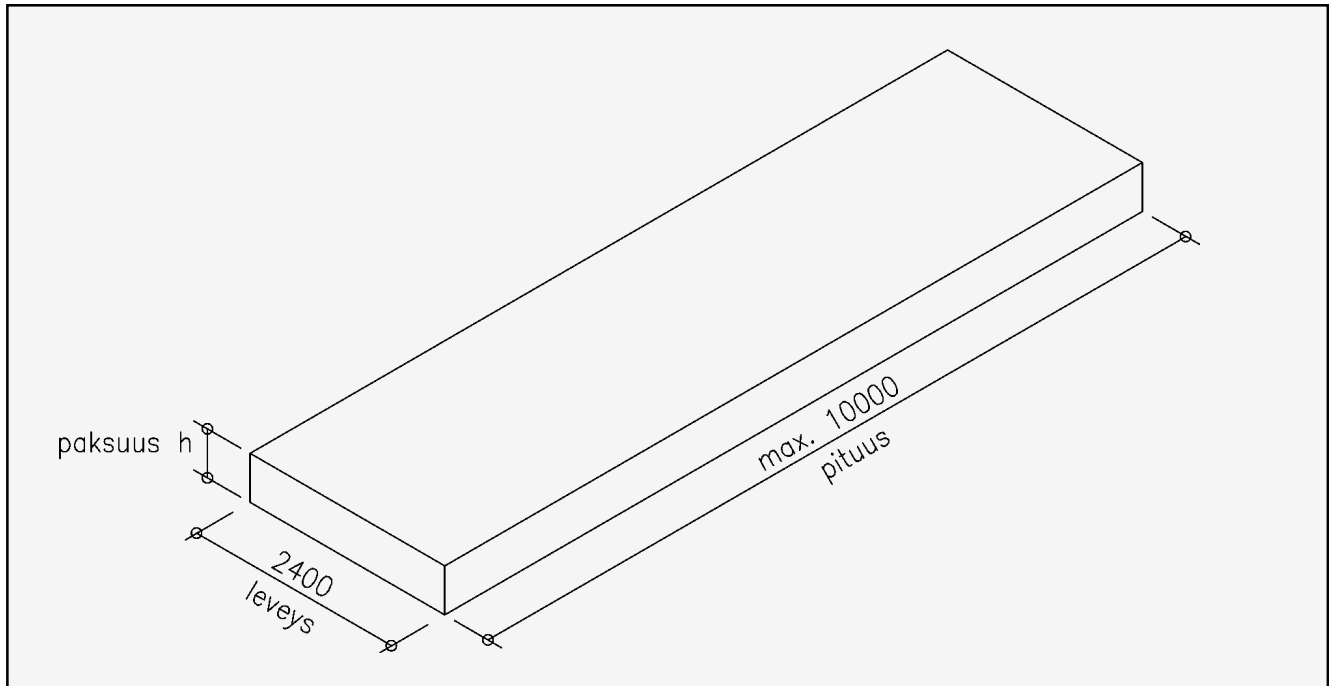
Elementtitarjoukset voidaan hinnoitella nopeasti ja luotettavasti järjestelmän mukaisten vakioratkaisujen ja vakiintuneiden toimintatapojen perusteella. Järjestelmän puitteissa elementtitoimittajilla on mahdollista tarjota myös omia teknisiä ratkaisuja.

Tarjousten vertailtavuus paranee, koska ne perustuvat järjestelmän mukaisiin ratkaisuihin.

Toimitussopimuksissa ei tarvita elementtisuunnitelmia eli toimitukset helpottuvat.

Työmaalla tapahtuva elementtien asennustyö yksinkertaistuu, koska asentamisessa ja liitosten teossa käytettävät menetelmät ja välineet on vakioitu. Toistojen ja harjaantumisen kautta asennustyö voidaan virittää mahdollisimman tehokkaaksi.

3 RUNGON RAKENNUSOSAT



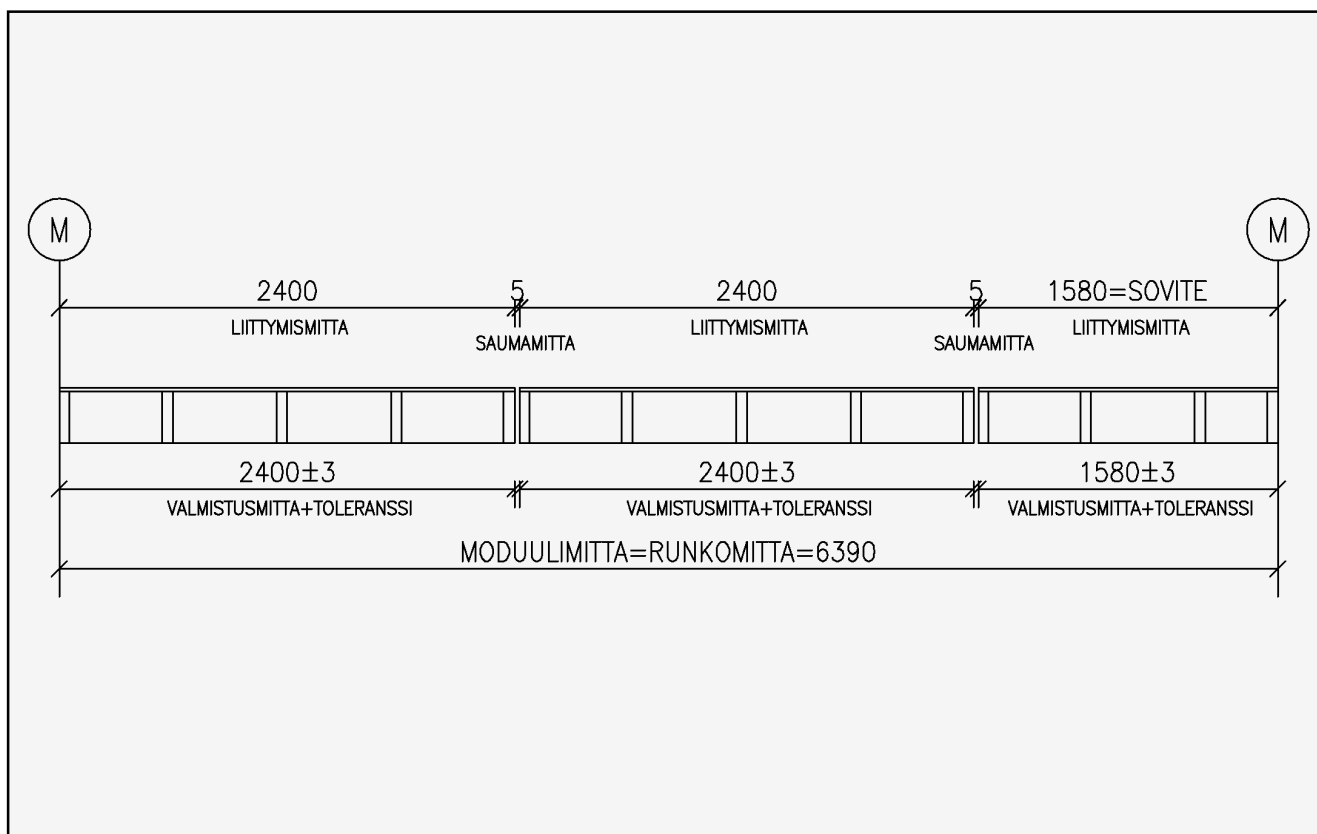
Kuva 3.1 Ala ja välipohjaelementtien liittymismitat havainnollistettuna.

3.1 Ala- ja välipohjat

3.1.1 Mitat ja toleranssit

Liittymismitat

Elementtien leveyden liittymismittasuositus on 2400 mm. Koska rungon mitoitus elementin leveyssuunnassa ei aina ole modulaarinen ($n \times 2400$), tarvitaan kussakin huoneistossa myös ns. sovite-elementti, jonka leveyden liittymismitta määräytyy rungon mitoituksen perusteella. Elementtijakoa määritettäessä jokaiseen elementtien väliseen saumaan varataan 5 mm saumamitta, joka otetaan huomioon sovite-elementin liittymismitassa (kuva 3.2). Kuljetusteknisistä syistä elementtien maksimipituus on noin 10 m. Elementtien paksuus h voi vaihdella elementissä käytettävän kantavan rakenteen mukaan.



Kuva 3.2 Ala- ja välipohjaelementtien leveyden liittymismitta, valmistusmitta ja toleranssi.

Valmistusmitat

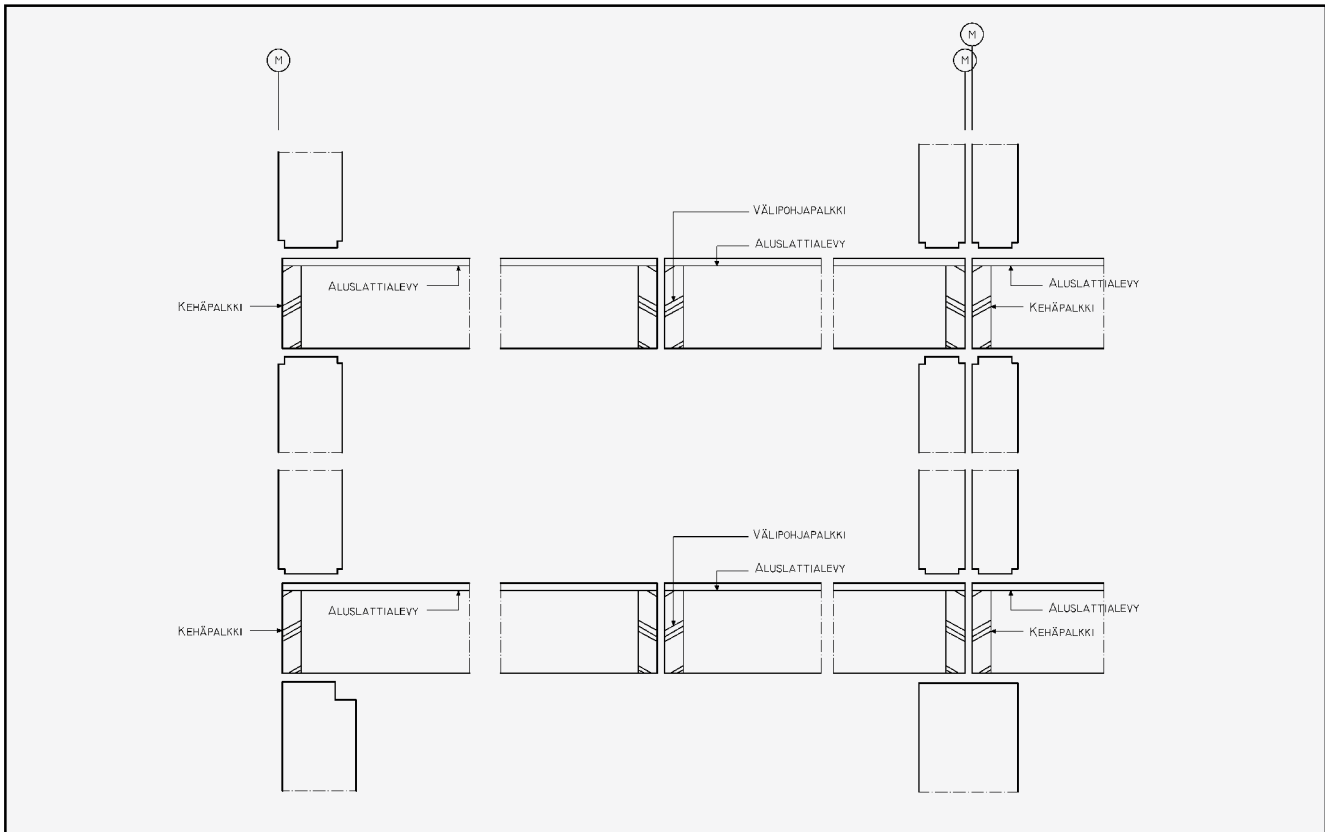
Elementtien valmistusmitat määräytyvät käytetyn aluslattialevyn leveyden mukaan (normaalisti 2400 mm). Asentamisen ja sauman vaatima tila otetaan huomioon varaamalla liittymismitoituksessa elementtien välisiin saumoihin 5 mm. Elementtien välisissä saumoissa käytetään mineraalivillakaistaa, jonka paksuus puristamattomana on noin 20 mm. Elementtien väliin asennettuna se puristetaan kokoon niin, että sen ja sauman leveys on 5 mm. Sauman leveys ei saa kasvaa liian suureksi, jotta liittimien lujuus ei heikkenisi liikaa.

Toleranssit

Ala- ja välipohjaelementtien valmistustarkkuudet on esitetty taulukossa 3.1. Taulukossa on annettu vaatimukset elementtien leveydelle, pituudelle ja paksuudelle. Muilta osin noudatetaan RunkoRYL 2000:n vaatimuksia.

Ulottuvuus	Suurin sallittu poikkeama [mm]
leveys (=2,4 m)	+3
	-3
pituus (=10 m)	+0
	-10
paksuus	+4
	-4

Taulukko 3.1 Ala- ja välipohjaelementtien valmistustarkkuudet.



Kuva 3.3 Ala- ja välipohjaelementtien sivujen reunamuodot sekä liittyminen ympäröiviin rakenteisiin. Elementtien päätyjen reunamuodot ovat samanlaisia.

3.1.2 Reunamuodot

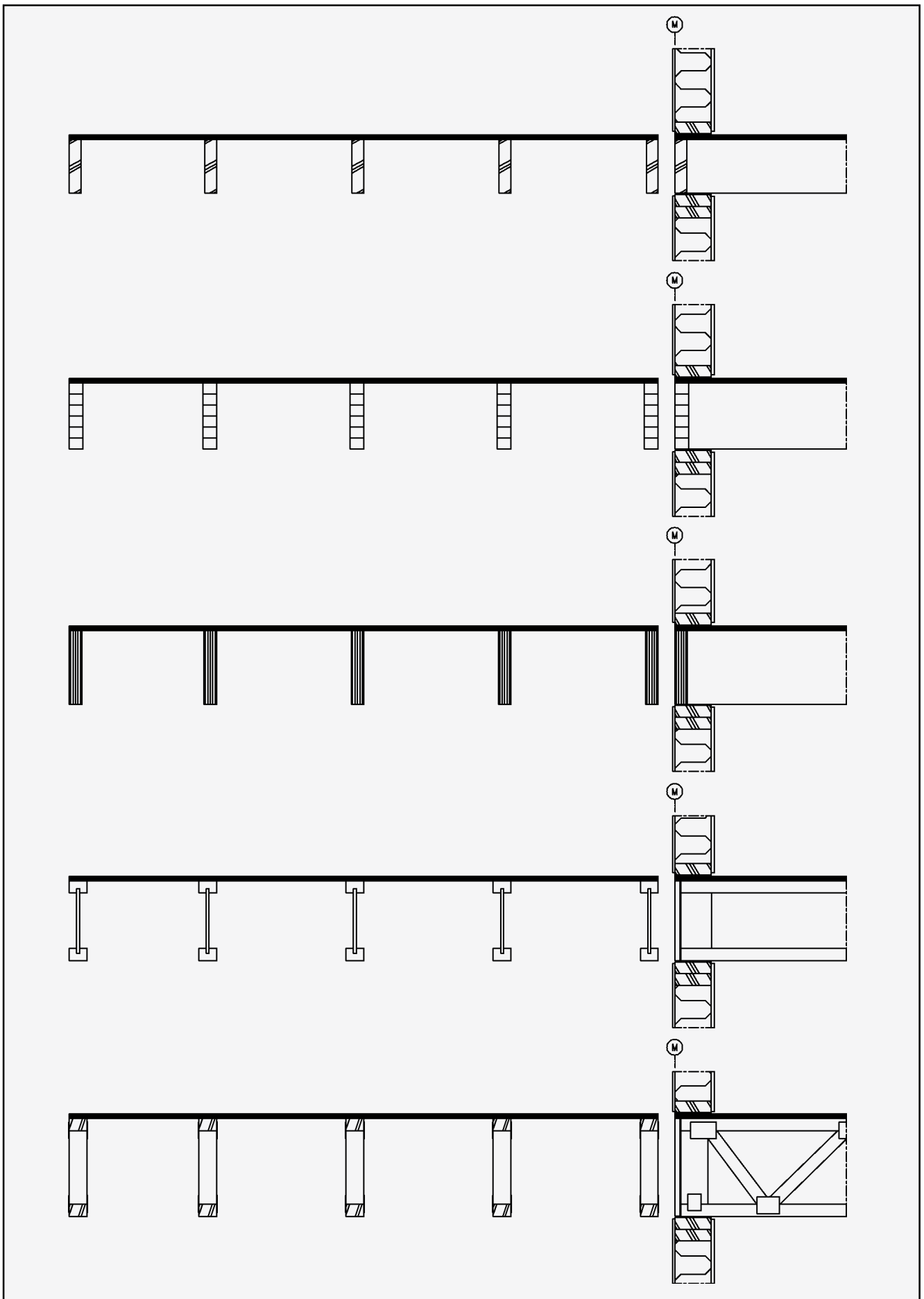
Ala- ja välipohjaelementtien reunamuodot sahatavarapalkkeja käytettäessä on esitetty kuvassa 3.3. Reunamuoto on vakioitu samanlaiseksi riippumatta reunan sijainnista ja liitoksesta. Uumalevy- ja ristikkopalkkeja käytettäessä reunamuodot ratkaistaan tapauskohtaisesti ottaen huomioon liitoksen teon asettamat vaatimukset.

Reunojen rakenteelliset seikat elementtien rakennesuunnittelua varten on esitetty sahatavararakenteisille ala- ja välipohjille liitteessä 2.

3.1.3 Rakennetyypit

Ala- ja välipohjien rakennetyypit valitaan jännemittojen sekä palo- ja ääneneristysvaatimusten mukaan. Elementtirakentamisessa lähinnä ala- ja välipohjien palkkirakenne voi vaihdella, koska palkkirungon ala- ja yläpuoliset rakenteet tehdään tavallisesti työmaalla.

Kuvassa 3.4 on esitetty vaihtoehtoisia kantavia palkkirakenteita. Näistä sahatavara-, liimapuu- ja viilupuupalkeilla rakenneratkaisut ovat identtisiä. Uumalevy- ja ristikkopalkkeilla on muun muassa pystykuormien siirtoon kantavien ulko- ja väliseinien kohdalla kiinnitettävä erityistä huomiota.



Kuva 3.4 Ala- ja välipohjien kantavana rakenteena voidaan käyttää sahatavara-, liimapuu-, viilupuuta-, uumalevy- tai ristikkopalkkeja. Kantavan rakenteen ala- ja yläpuoliset rakenteet voivat vaihdella (ei esitetty kuvassa).

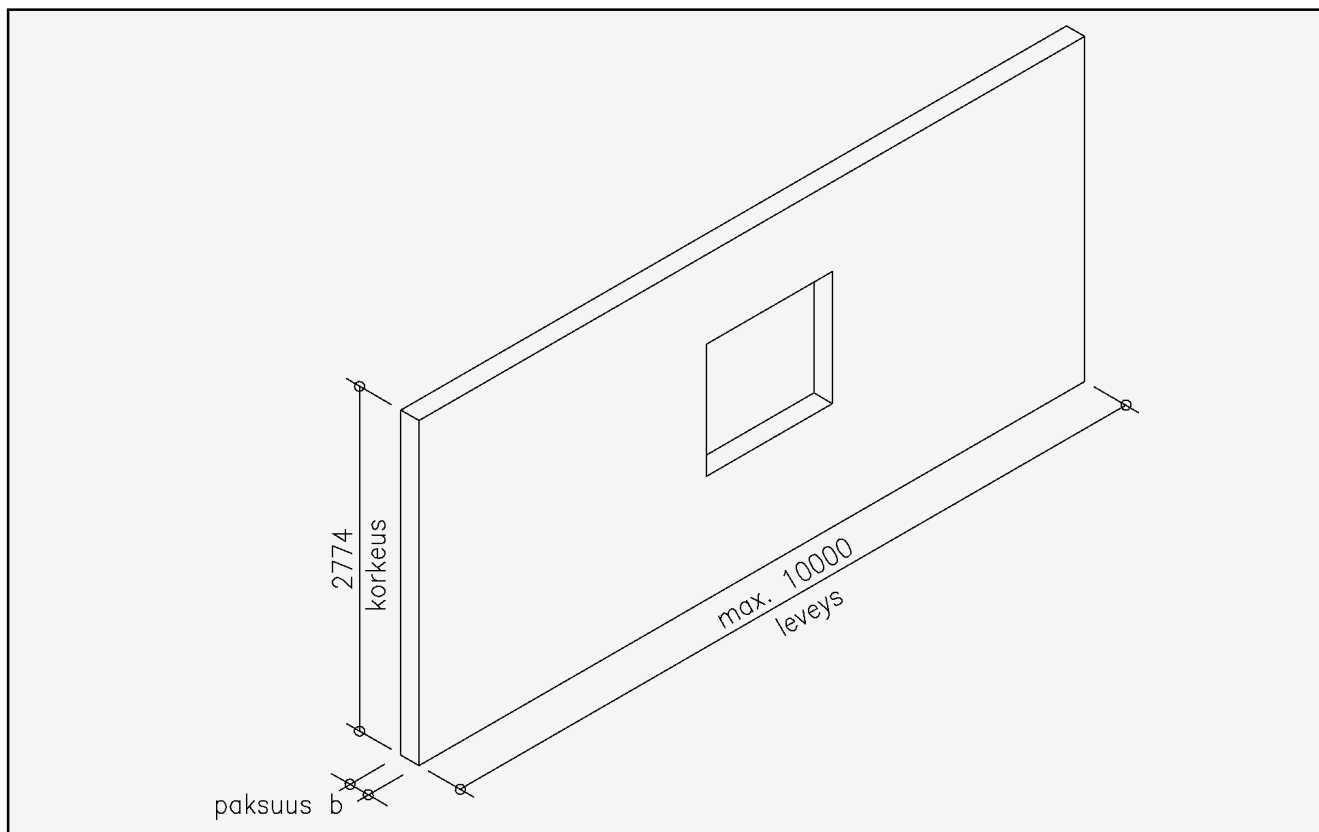


Kuva 3.5 Kattoelementtien asennus käynnissä.

3.1.4 Työnaikainen sääsuojaus

Laatat suojataan kuljetuksen ja mahdollisen työmaalla tapahtuvan varastoinnin ajaksi. Asennuksen jälkeinen sääsuojaustarve ratkaistaan tapauskohtaisesti ottaen huomioon elementtien esivalmiusaste, vuodenaika ja asennusaikataulu.

Ala- ja välipohjien luotettavaan sääsuojaukseen on kiinnitettävä erityistä huomiota, jos lämmöneristeet on asennettu elementteihin jo tehtaalla. Laattojen sääsuojaus asennetaan työmaalla siten, että vesi ei pääse vaurioittamaan kosteudelle alttiita rakenteita. Rakenteen päälle jäävä ja sisään mahdollisesti päässyt vesi tulee johtaa hallitusti maahan. Erytystä huomiota on kiinnitettävä laatan ja seinien väliseen liitokseen, jotta tasolta valuva vesi ei kastele seiniä. Aluslattialevynä käytettävän materiaalin on oltava säänkestävää.



Kuva 3.6 Ulkoseinäelementtien liittymismitat.

3.2. Ulkoseinät

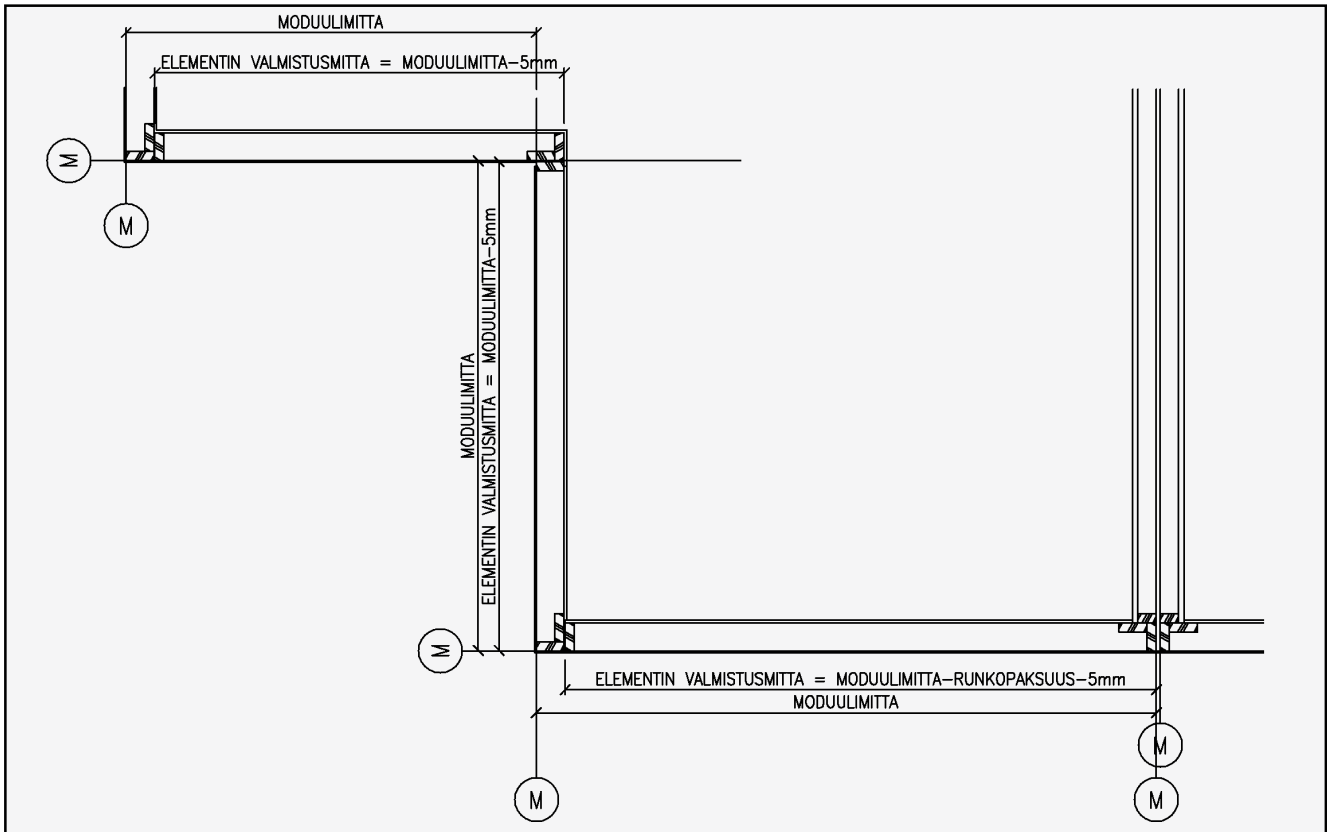
3.2.1 Mitat ja toleranssit

Liittymismitat

Ulkoseinäelementtien korkeus on vakio (2774 mm). Elementtien leveys voi vaihdella tapauskohtaisesti. Kuljetuksen ja käsiteltävyyden kannalta elementtien maksimileveys on kuitenkin noin 10 m. Elementtien paksuuteen b vaikuttavat käytetyt levytykset ja julkisivuverhous.

Valmistusmitat

Ulkoseinäelementtien leveyden valmistusmitassa otetaan huomioon elementtien välisen sauman leveys 5 mm. Liitoskohdassa olevaan saumaan sijoitetaan tiivistenauha, jonka paksuus puristamattomana on noin 20 mm. Elementit asennetaan tiiviisti toisiaan vasten siten, että saumassa oleva tiivistenauha puristuu kasaan ja sauman leveydeksi tulee 5 mm. Elementtien valmistusmittojen muodostumisperiaate on esitetty kuvassa 3.6.



Kuva 3.7 Ulkoseinäelementtien leveyden valmistusmittojen muodostumisperiaate.

Ulottuvuus ja sijainti	Suurin sallittu poikkeama [mm]
leveys (=10 m)	+5
	-5
korkeus	+3
	-3
paksuus	+4
	-4

Taulukko 3.2 Ulkoseinäelementtien valmistustarkkuudet.

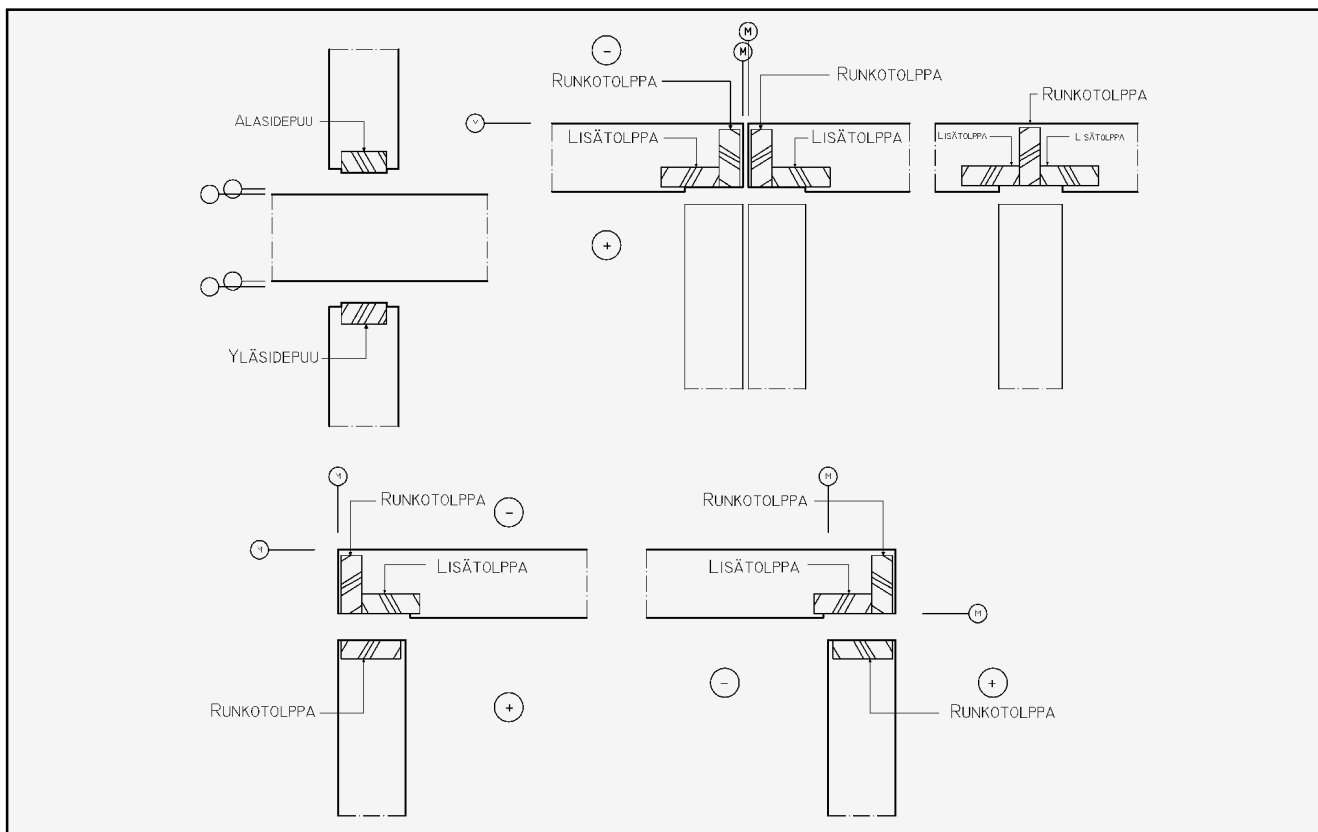
Toleranssit

Ulkoseinäelementtien valmistustarkkuudet on esitetty taulukossa 3.2. Taulukossa on annettu vaatimukset elementtien leveydelle, korkeudelle ja paksuudelle. Muilta osin noudatetaan RunkoRYL 2000:n vaatimuksia.

3.2.2 Reunamuodot

Ulkoseinäelementtien reunamuodot on esitetty kuvassa 3.7. Elementtien ala- ja yläreunoissa käytetään rungon levyisiä ala- ja yläsidepuita. Sivureunoissa reunamuotoja voi olla kahdenlaisia: pelkkä reunimmainen runkotolppa tai runko- ja lisätolppa. Reunamuoto valitaan liitoksen sijainnin mukaan. Levytysten tarkat katkaisukohtat ja lisätolppien koko ratkaistaan valittujen rakennetyyppien perusteella.

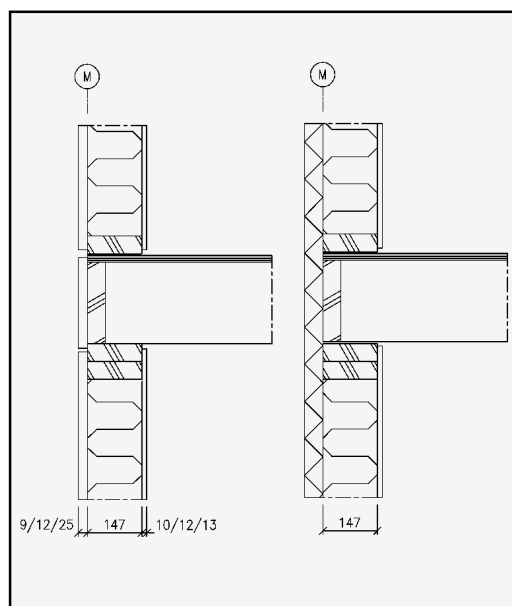
Reunojen rakenteelliset seikat elementtien rakennesuunnittelua varten on esitetty esimerkin avulla liitteessä 2.



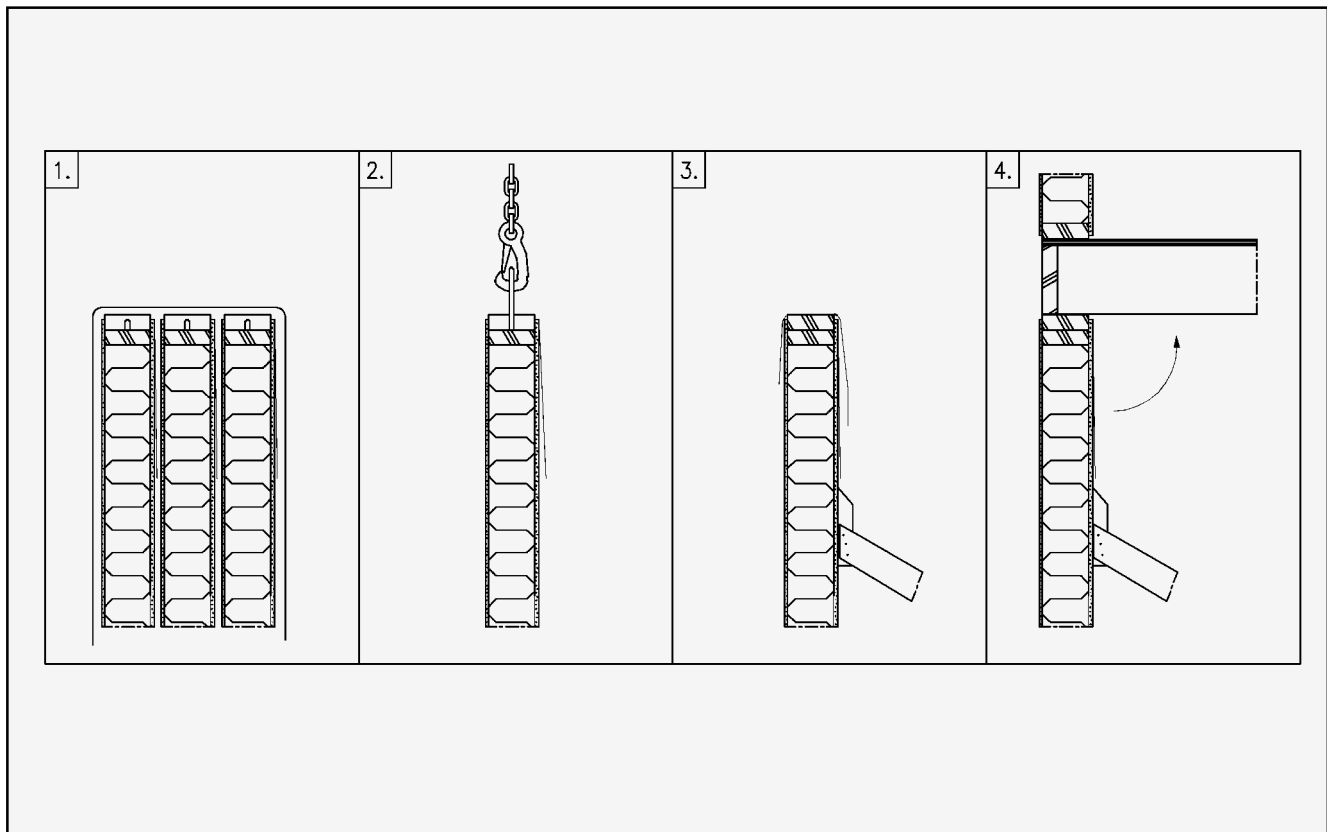
Kuva 3.8 Ulkoseinäelementtien ala- ja yläpään reunamuodot välipohjan liittymässä sekä huoneistojen välisen seinän ja kantavan seinän liittymässä (yllä). Seinän päätyjen reunamuodot ulko- ja sisänurkkien liitoksissa (alla). Höyrynsulun ulosvetoja reunoista sekä niiden limitystä ei ole esitetty kuvissa.

3.2.3 Rakennetyypit

Ulkoseinien rakenteet suunnitellaan kantavuuden, jäykistävyyden, palonkestävyyden ja lämmöneristävyyden mukaan. Käytettävien verhoukslevyjen paksuus ja materiaali voidaan valita vapaasti. Lisäksi ns. ristirunkoisen rakenteen tai tuulensuojaeristeiden käyttö on mahdollista (kuva 3.8).



Kuva 3.9 Ulkoseinäelementtien levypaksuudet voivat vaihdella (vas.). Tuulensuojaeriste sijoitetaan kokonaisuudessaan kantavan rungon ulkopuolelle (oik.).

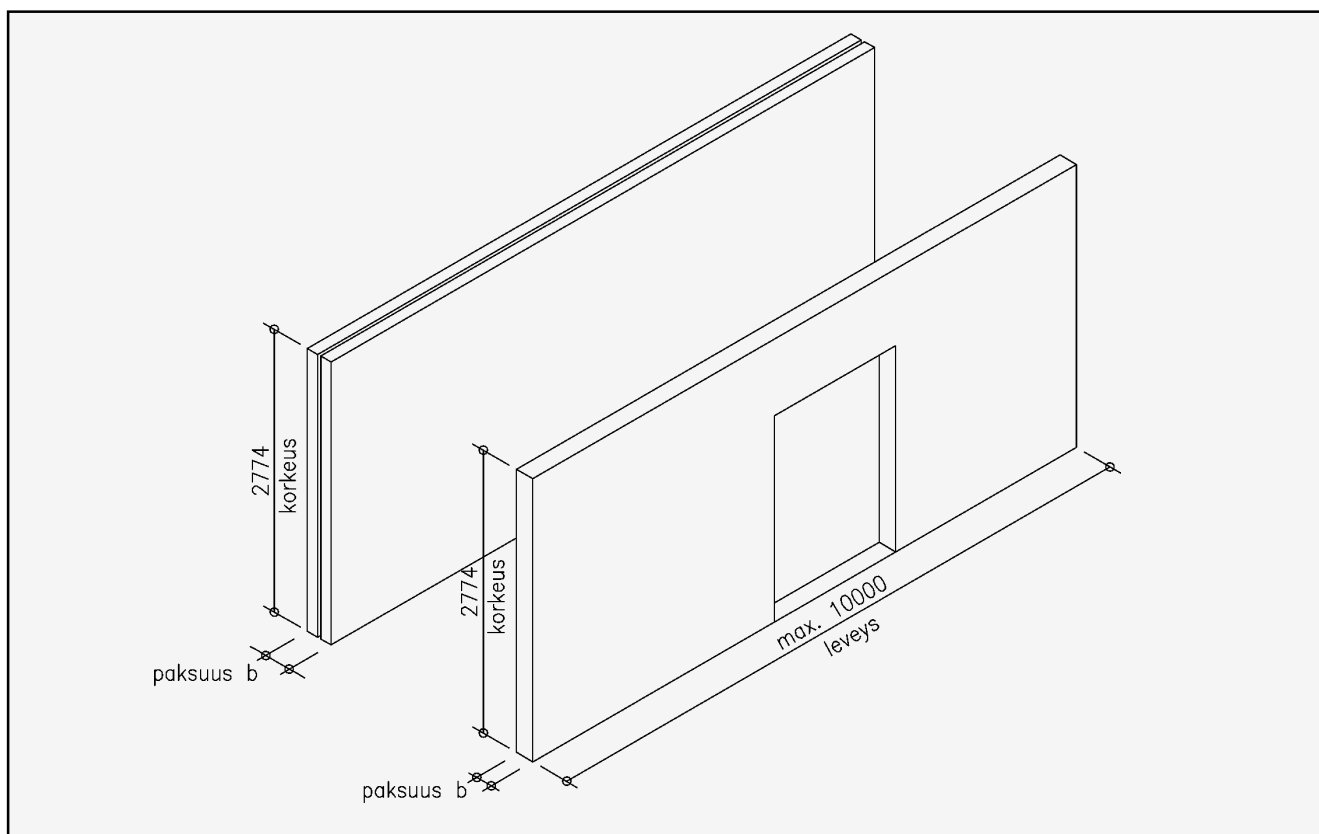


Kuva 3.10 Ulkoseinäelementtien sääsuojausvaiheet 1,2,3 ja 4.

3.2.4 Työnaikainen sääsuojaus

Elementit suojataan huolellisesti kuljetuksen ja työmaalla mahdollisesti tapahtuvan varastoinnin ajaksi. Asennuksen jälkeinen sääsuojaustarve ratkaistaan ottaen huomioon esivalmiusaste, vaurioitumisalttius, vuodenaika ja asennusajankohta. Sääsuojaus voidaan tehdä esimerkiksi kuvassa 3.9 esitetyllä tavalla.

1. Elementit pakataan tehtaalla kuljetusta varten sääkestävästi. Mikäli elementtejä ei voida asentaa suoraan ajoneuvosta, on työmaalla huolehdittava riittävästä suojauksesta siten, että elementit eivät pääse vaurioitumaan varastoinnin aikana.
2. Elementit puretaan kuljetuksen aikaisista suojauksista ja nostetaan nosturilla paikoilleen.
3. Elementit vinotuetaan suoraan ja liitetään toisiinsa, minkä jälkeen nosturi voidaan irrottaa. Nostolenkit poistetaan ja asennetaan elementit yhteen sitova yläsidepuu. Suojamuovi kiinnitetään elementin päälle.
4. Suojamuovi poistetaan välipohjan asennuksen yhteydessä.



Kuva 3.11 Huoneistojen välisten seinien ja kantavien väliseinien liittymismitat.

3.3 Väliseinät

3.3.1 Mitat ja toleranssit

Liittymismitat

Väliseinäelementtien korkeus on vakio (2774 mm). Elementtien leveys voi vaihdella tapauskohtaisesti. Kuljetuksen ja käsiteltävyyden kannalta elementtien maksimileveys on kuitenkin 10 m. Seinän paksuus b muodostuu käytettävän levytyksen mukaisesti.

Valmistusmitat

Kantavien ja huoneistojen välisten seinien valmistusmittojen suunnittelussa on otettava huomioon asennusjärjestys, jotta välttyttäisiin ns. väliasennukselta (asennus kahden elementin väliin). Leveyden valmistusmittaa määritettäessä tulee ottaa huomioon seinäelementtien välisen sauman paksuus 5 mm.

Väliseinien asennettavuuden mukaan valmistusmittojen määräytyminen voidaan jakaa kahteen eri malliin:

1. Seinä voidaan asentaa ilman väliasennusta ns. jonoasennuksena. Tällöin jokaiseen liitoskohtaan varataan 5 mm:ä saumaan asennettavalle tiivistenauhalle. Valmistusmitta on siten 5 tai 10 mm todellista runkomittaa lyhyempi (kuva 3.11).

2. Seinä joudutaan asentamaan kahden ulkoseinäelementin väliin. Tällöin seinä suositellaan tehtäväksi vajaanmittaisena, jolloin seinään jätetään työmaalla tehtävä osa (kuva 3.11).

Kantavien väliseinien työmaalla tehtävä osa kannattaa rajata seinässä olevan oven tai aukon kohdalle. Tällöin kahden elementin väliin jäävä osa tehdään työmaalla.

Huoneistojen välisen seinän työmaalla tehtävä osa voidaan sijoittaa ulkoseinän liitokseen tai mahdolliseen eri huoneistojen välisten seinien risteykseen. Jättämällä seinään aukko mahdollistetaan myös työnaikainen liikkuminen eri huoneistojen välillä.

Toleranssit

Väliseinäelementtien valmistustarkkuudet on esitetty taulukossa 3.3. Taulukossa on annettu vaatimukset elementtien leveydelle, pituudelle ja paksuudelle. Muilta osin noudatetaan RunkoRYL 2000:n vaatimuksia.

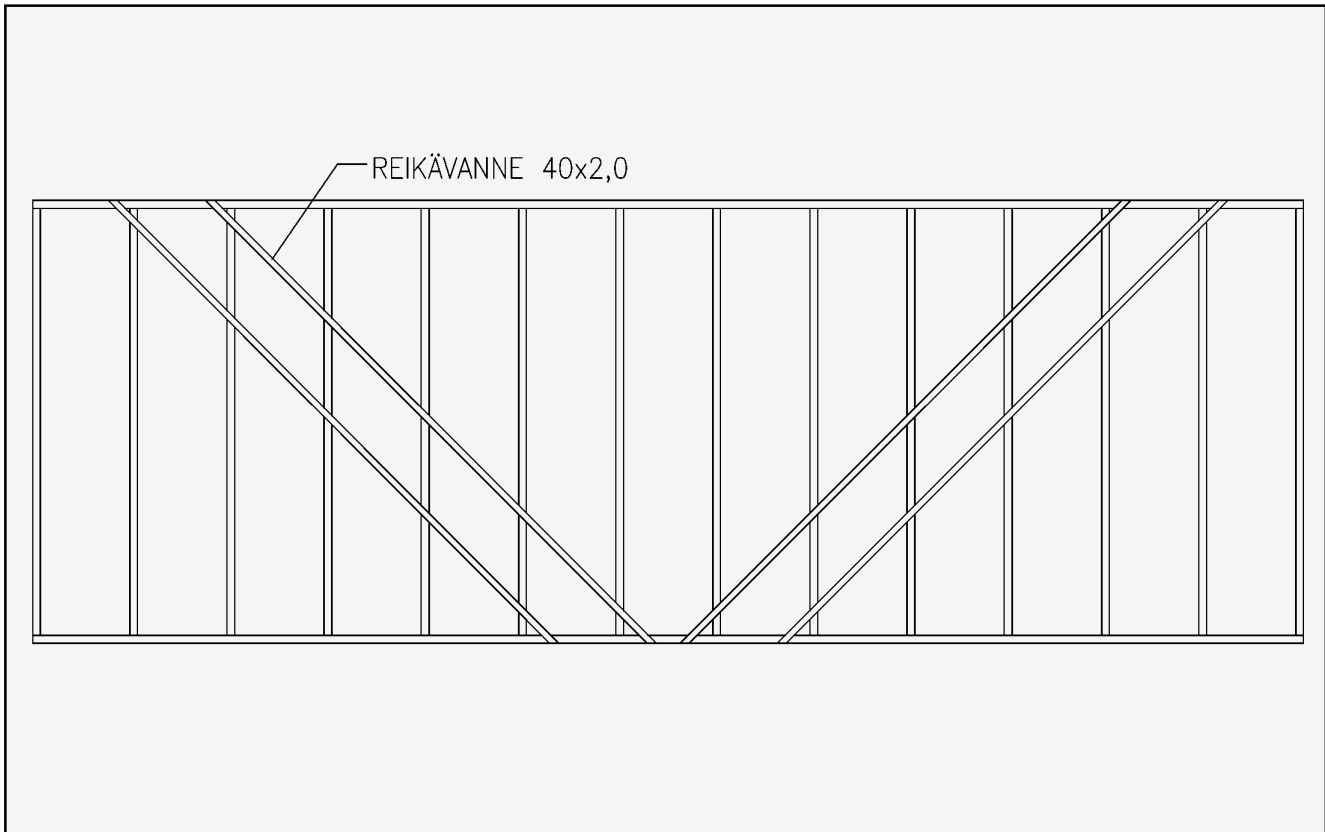
3.3.2 Reunamuodot

Väliseinien reunamuodot on esitetty kuvissa 3.12 ja 3.13. Seinän ala- ja yläreunoissa käytetään rungon levyisiä ala- ja yläsidepuita. Sivureunoissa reunimmainen runkotolppa ja nurkkaliitoksissa myös lisätolppa muodostavat elementin sivujen reunamuodot. Levytyksen tarkat katkaisukohtat ja lisätolppien koko ratkaistaan valittujen rakennetyyppien perusteella.

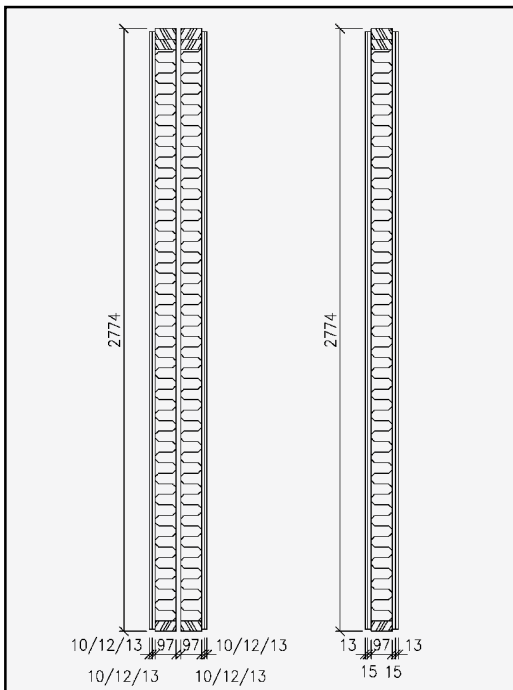
Reunojen rakenteelliset seikat elementtien rakennesuunnittelua varten on esitetty esimerkin tapaisesti liitteessä 2.

Ulottuvuus	Suurin sallittu poikkeama [mm]
leveys (=10 m)	+5
	-5
korkeus	+3
	-3
paksuus	+4
	-4

Taulukko 3.3 Väliseinien valmistustarkkuudet.



Kuva 3.14 Huoneistojen väliset seinät voidaan tehdä runkoelementteinä. Kuljetuksen-, nostojen- ja työnaikaisina jäykisteinä käytetään teräksisiä reikävanteita.

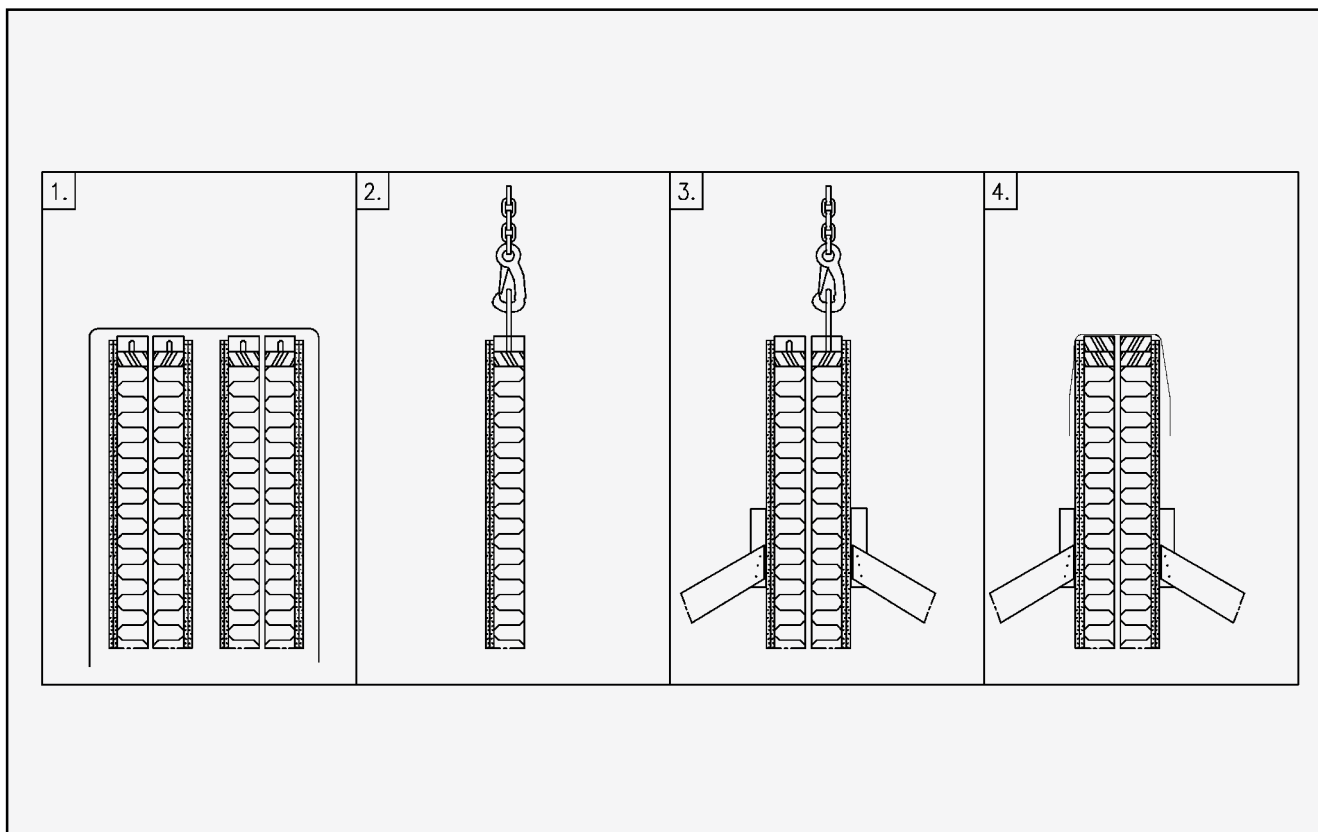


Kuva 3.15 Huoneistojen välisen seinän (vas.) kokonaispaksuus määräytyy käytettävien verhouslevyjen perusteella. Kantavan väliseinän (oik.) levytys valitaan vaaditun palonkestävyyden mukaan.

3.3.3 Rakennetyypit

Huoneistojen välisen seinien suunnittelussa on otettava huomioon jäykistävyys sekä äänen- ja paloneristävyys. Huoneistojen väliset seinät voidaan tehdä myös avonaisina runkoelementteinä ilman levytystä. Tällöin rungon kuljetuksen ja nostojen aikainen jäykistys hoidetaan teräksillä reikävanteilla, joita voidaan käyttää hyväksi myös työnaikaisina ja tarvittaessa palonaikaisina jäykisteinä. Reikävanteet asennetaan ilmaraon puolelle runkoa (kuva 3.13).

Kantavien väliseinien rakenteet suunnitellaan P2-luokan rakennuksissa palomääräysten asettamien vaatimusten mukaan. Kantavilta rakenteilta vaaditaan 60 minuutin palonkestävyyttä. Väliseinien palonkestävyyttä voidaan parantaa tihentämällä tolppajakoa tai käyttämällä pitemmän suojaajan antavia palolevyjä.



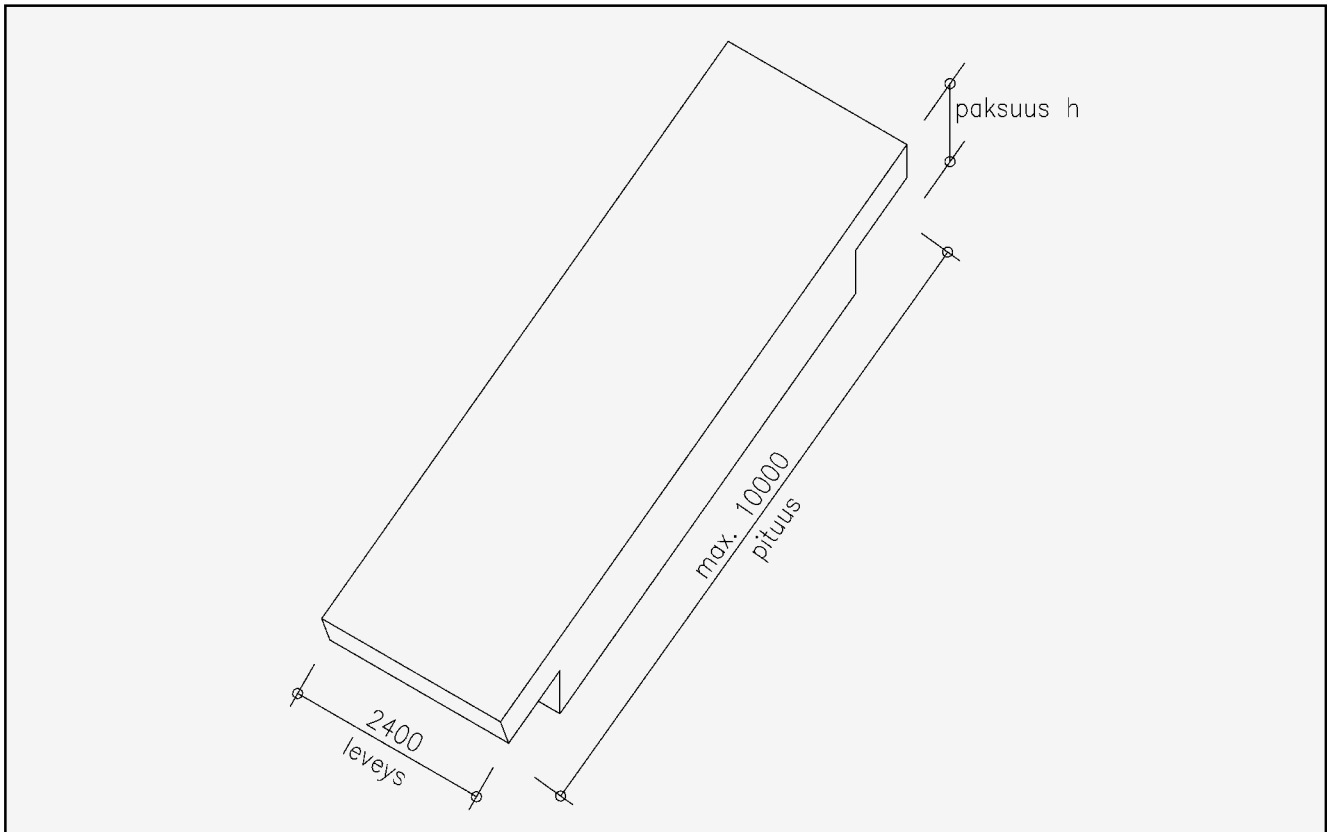
Kuva 3.16 Väliseinien sääsuojausperiaate

3.3.4 Työnaikainen sääsuojaus

Huoneistojen väliset väliseinät sääsuojataan kuvassa 3.15 esitetyllä tavalla seuraavasti:

1. Elementit pakataan tehtaalla kuljetusta varten säänkestävästi. Mikäli elementtejä ei voida asentaa suoraan ajoneuvosta, on työmaalla huolehdittava riittävästä suojauksesta siten, että elementit eivät pääse vaurioitumaan varastoinnin aikana.
2. Elementit puretaan kuljetuksen aikaisista suojauksista ja nostetaan nosturilla paikoilleen.
3. Elementit vinotuetaan suoraan ja liitetään toisiinsa, minkä jälkeen nosturi voidaan irrottaa. Nostolenkit poistetaan ja asennetaan elementit yhteen sitova yläsidepuu.
4. Suojausmuovi kiinnitetään elementin päälle. Suojausmuovi poistetaan välipohjan asennuksen yhteydessä.

Huoneistojen sisäisten väliseinien sääsuojaus tehdään samalla periaatteella.



Kuva 3.17 Palkkirakenteisten yläpohjaelementtien liittymismitat.

Ulottuvuus	Suurin sallittu poikkeama [mm]
leveys (=2,4 m)	+3 -3
pituus (=10 m)	+0 -10
paksuus	+4 -4

Taulukko 3.4 Palkeista koottujen yläpohjaelementtien valmistustarkkuudet.

3.4 Palkkirakenteiset yläpohjat

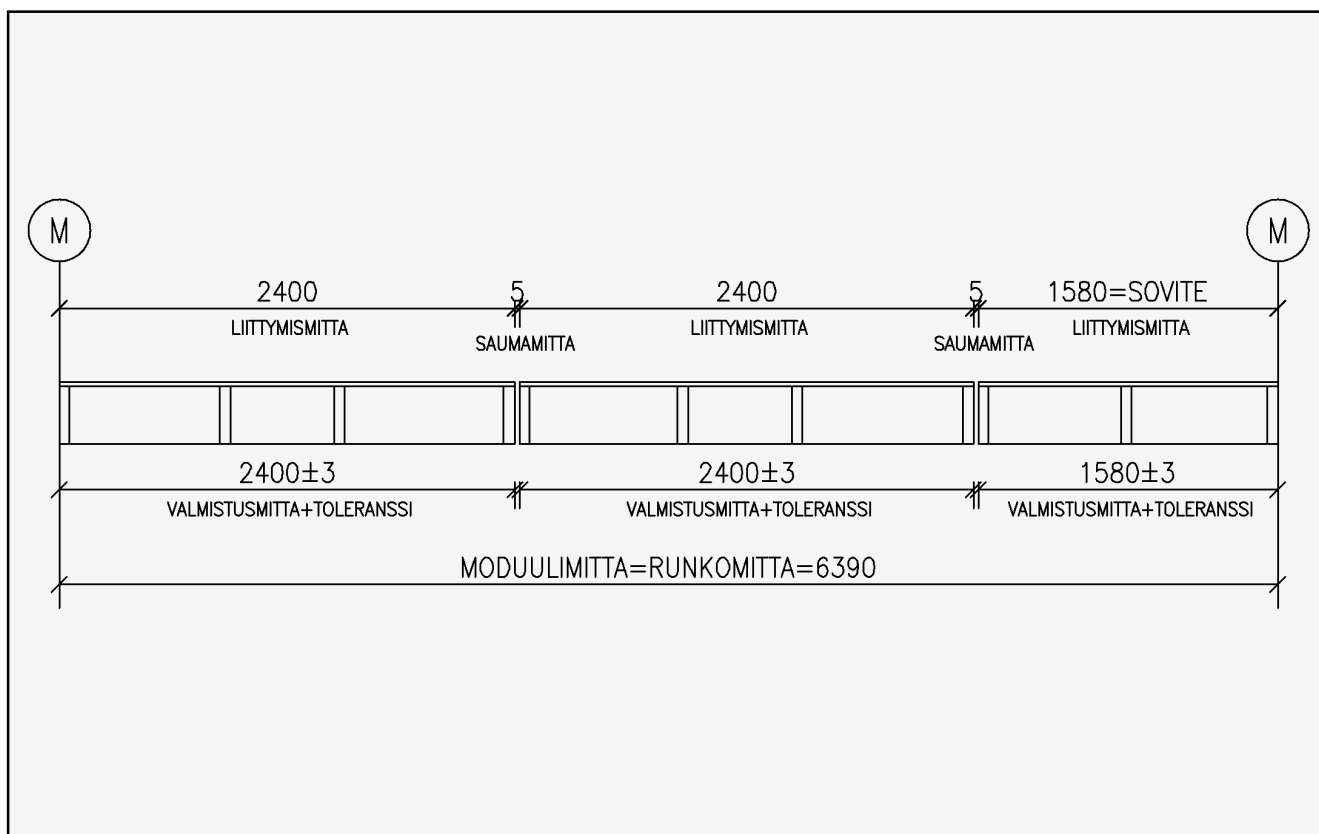
3.4.1 Mitat ja toleranssit

Liittymismitat

Palkkirakenteisten yläpohjaelementtien leveyden liittymismittasuositus on ala- ja välipohjien tavoin 2400 mm. Elementtien maksimi pituus on asennus- ja kuljetusteknisistä syistä noin 10 m. Yläpohjaelementtien korkeus h voi vaihdella tapauskohtaisesti.

Valmistusmitat

Elementtien valmistusmittasuositus on 2400 mm. Yläpohjaelementtien valmistusmitoissa on otettava huomioon asennuksen ja sauman vaatima tila. Jokaiseen yläpohjaelementtien väliseen saumaan varataan saumamitta 5 mm. Saumoista kertyvät mitat otetaan huomioon sovite-elementin leveydessä (kuva 3.17). Elementtien välisissä saumoissa käytetään mineraalivillakaistaa, jonka paksuus puristamattomana on 20 mm. Asennuksen yhteydessä elementit painetaan yhteen siten, että sauman leveydeksi tulee 5 mm.



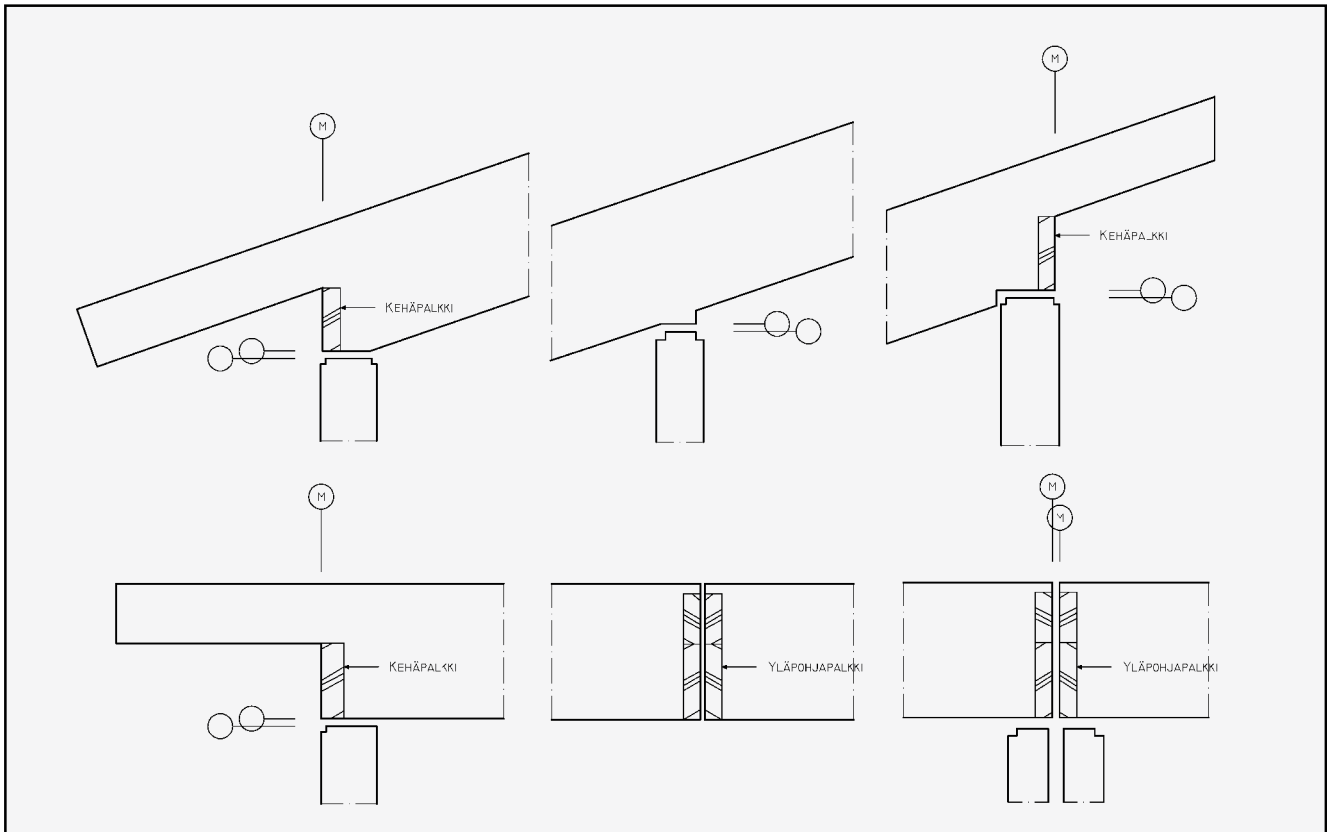
Kuva 3.18 Palkeista koottujen yläpohjaelementtien leveyden liittymismittat, valmistusmitat ja toleranssit.

Toleranssit

Palkkirakenteisten yläpohjaelementtien valmistustarkkuudet on esitetty taulukossa 3.4. Taulukossa on annettu vaatimukset elementtien leveydelle, pituudelle ja paksuudelle. Muilta osin noudatetaan RunkoRYL 2000:n vaatimuksia.

3.4.2 Reunamuodot

Palkkirakenteisten yläpohjaelementtien reunamuodot on esitetty kuvassa 3.17. Elementtien päätyreunoissa käytetään kehäpalkkia liitoksen teon ja elementin koossa pysymisen varmistamiseksi. Kattokaltevuus ja räystäsrakenne voivat vaihdella tapauskohtaisesti.



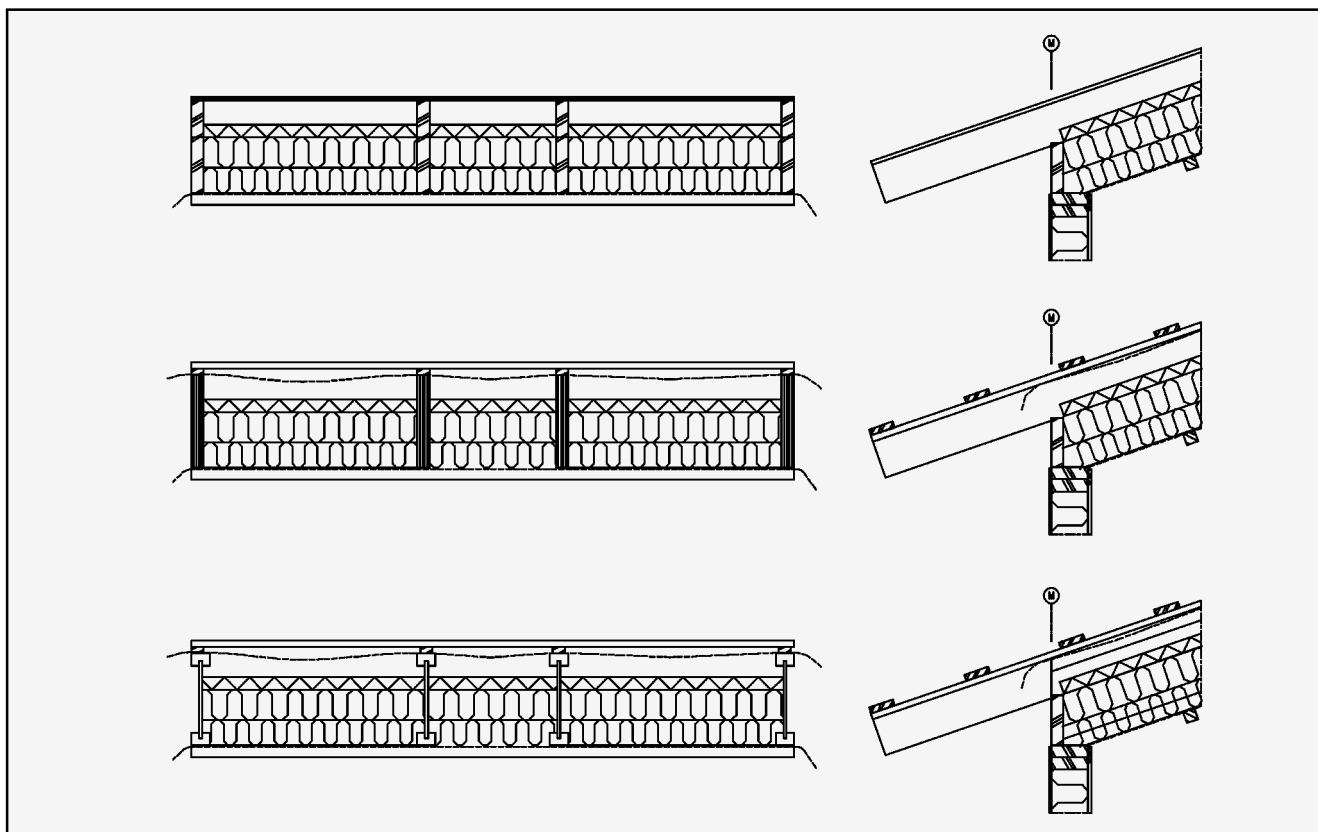
Kuva 3.19 Palkkirakenteisten yläpohjaelementtien reunamuodot. Höyrynsulun ulosvetoja reunoista sekä niiden limitystä ei ole esitetty kuvissa.

3.4.3 Rakennetyypit

Palkkirakenteisten yläpohjien kantava rakenne on vapaasti valittavissa. Kantavana rakenteena voidaan käyttää sahatavara-, viilupuu-, liimapuu- tai uumalevypalkkeja. Palkkikoko ja -jako suunnitellaan kuormitusten asettamien vaatimusten mukaan. Elementtien liitoksen kohdalle tuleva tuplapalkki kannattaa ottaa huomioon jakovälin suunnittelussa (kuvat 3.17 ja 3.19).

Vinujen yläpohjien suunnittelussa on tärkeää huolehtia rakenteen riittävästä tuuletuksesta. Tuulensuojan ja aluskatteen väliin varataan vähintään 100 mm tuuletusväli, joka on varustettu harjalla ja räystäällä olevilla tuuletusraoilla. Tuuletusvälin rakenne suunnitellaan tapauskohtaisesti.

Vesikaton alusrakenteena käytetään vanerilevytystä, harva- tai umpilaudoitusta valitun katemateriaalin mukaan. Umpinaisen alusrakenteen yhteydessä ei välttämättä tarvita erillistä aluskatetta. Elementtien koossa pysyminen nostojen ja kuljetusten aikana varmistetaan riittäväillä väliaikaisilla tuennoilla.



Kuva 3.20 Paikkirakenteisten yläpohjaelementtien kantava rakenne voi vaihdella. Vesikaton alusrakenne valitaan katemateriaalin mukaan.

3.4.4 Työnaikainen sääsuojaus

Yläpohjaelementtien sääsuojana toimii rakenteessa oleva aluskate. Elementtien saumojen kohdalla aluskate limitetään viereisen elementin aluskatteen kanssa. Mikäli katossa ei käytetä erillistä aluskatetta on materiaalien oltava säänkestäviä tai rakenne on suojattava erillisillä pressuilla. Lisäksi on huolehdittava, että saumoista mahdollisesti läpi pääsevä vesi ei vahingoita alapuolisia rakenteita.



Kuva 3.21 Naulalevyristikoista voidaan työmaalla koota esivalmisteisia kattolohkoja, jotka nostetaan katolle.

3.5. Ristikkorakenteiset yläpohjat

Naulalevyristikoista koottuja yläpohjaelementtejä ei voida kuljetuksellisista syistä valmistaa elementtitehtäissa. Sen sijaan ristikot voidaan toimittaa työmaalle, jossa niistä voidaan koota esivalmisteisia kattolohkoja.

Maassa tapahtuvassa kattolohkojen valmistuksessa saavutetaan muun muassa seuraavia etuja:

- Nostokaluston tarve pienenee. Nostokalustoa tarvitaan ainoastaan lohkojen nostamisessa. Puutavaraa ja ristikoita voidaan käsitellä maassa kevyemmällä kalustolla ja käsin, ilman nosturia.
- Työturvallisuus paranee. Työskenneltäessä maassa suojaamistarve ja työtaturmien riski pienenee.
- Rakentamisaika ja rakenteiden suojaamistarve lyhenee. Esivalmistetut kattolohkot voidaan nostaa rungon päälle heti runkotöiden jälkeen, jolloin runko on alttiina säärasituksille lyhyemmän aikaa.
- Työmaan resursseja voidaan käyttää tehokkaammin. Kattolohkoja voidaan valmistaa maassa irrallaan rakennuksen muusta aikataulusta, joten työvoimakapasiteettia voidaan hyödyntää tehokkaammin.



Kuva 3.22 Ristikkorakenteiset yläpohjat sopivat myös jänneväleiltään suurempiin kohteisiin. Kuvassa on Mikkelin paloasema.

Kattolohkojen rakenne ei poikkea normaalisti toteutettavasta yläpohjarakenteesta. Nostovaiheen aiheuttamat ylimääräiset rasitukset on selvitettävä yhdessä rakennesuunnittelijan kanssa ja otettava huomioon kattolohkojen kokoamisessa.

Kattolohkot kannattaa suunnitella huoneiston levyisinä kappaleina. Palomääräysten vuoksi yläpohjaontelot osastoidaan huoneistoittain vesikattoon asti, mikä tarjoaa luonnollisen paikan kattolohkojen väliseksi liitoskohdaksi.

4 LIITTYVÄT RAKENNUSOSAT

4.1 Portaat

4.1.1 Suunnitteluperusteet

Portaat voidaan toimittaa esivalmisteisina runkoelementteinä tai lähes täysin valmiina rakenteina. Runkoelementtitoimitukseen sisältyvät ainoastaan kantavat palkit ja aluslattialevy. Täyselementtivaihtoehdossa myös portaiden pintamateriaalit on asennettu jo tehtaalla. Tällöin porrasaskelmat on suojattava työmaan aikaisia kolhuja vastaan.

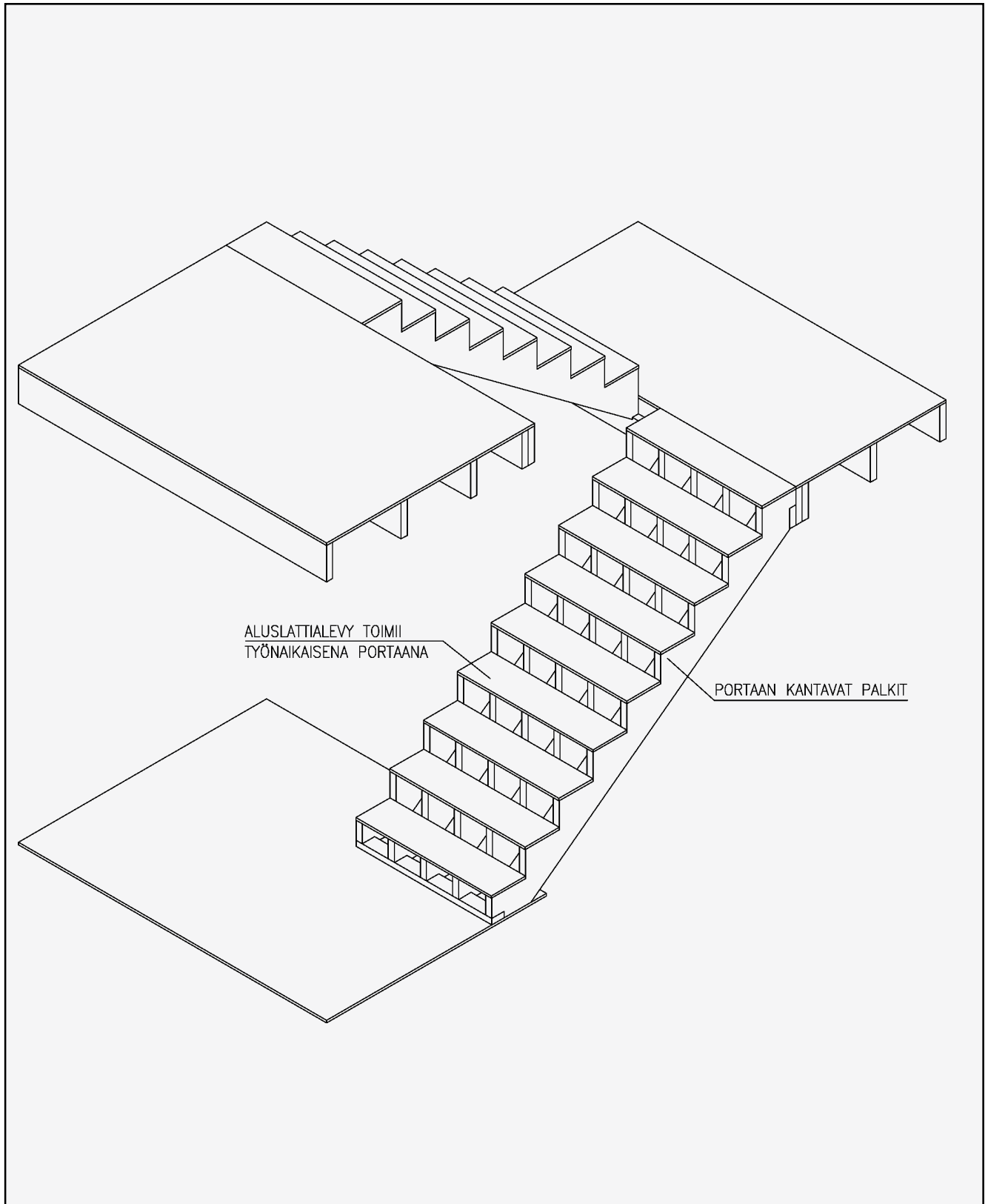
4.1.2 Mitat ja rakenne

Mitat

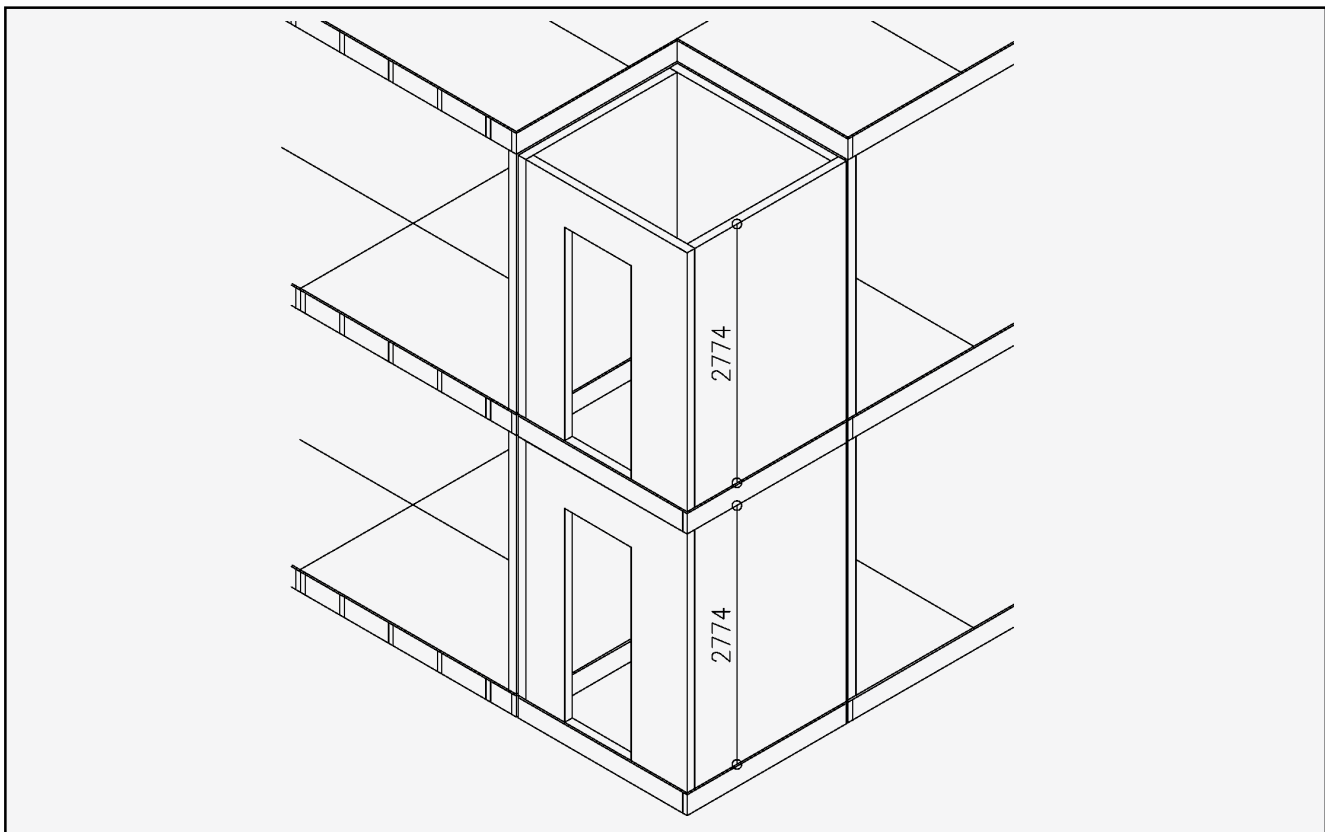
Portaiden askelmien nousu ja etenemä ratkaistaan valitun kerroskorkeuden mukaan. Mittojen valinnassa on otettava huomioon RakMk:n osan F2 asettamat vaatimukset paloteknisten uloskäytävien nousun maksimille (180 mm) ja etenemän minimille (270 mm).

Rakenne

Portaiden kantavana rakenteena toimii tapauskohtaisesti mitoitettava palkkirakenne. Palkit voivat olla sahatavaraa, liima- tai viilupuuta. Askelmien päällä käytetään aluslattialevyä, joka toimii työnaikaisena porrasaskelmana.



Kuva 4.1. Porrassyöksyjen liittyminen kerros- ja lepotasoihin.



Kuva 4.2 Hissikuiluelementtien korkeus on vakio. Leveysmitat voivat vaihdella vaihtun hissityypin mukaan.

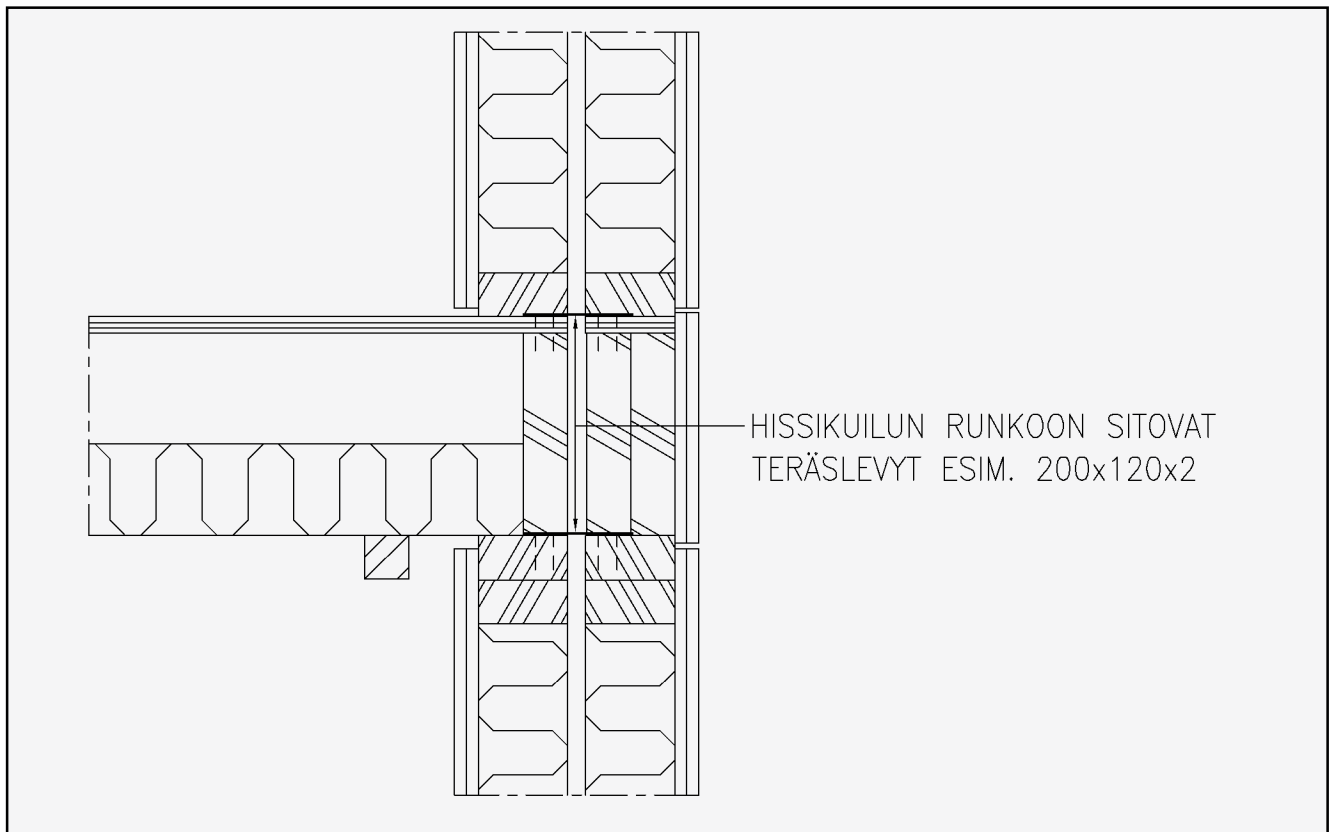
4.2 Hissikuilut

4.2.1 Suunnitteluperusteet

Hissikuilut voidaan tehdä myös puurakenteisina. Puukerrostaloissa betoninen hissikuilu ei painu samalla tavalla kuin muu puurunko. Ylemmissä kerroksissa saattaa syntyä suuriakin korkeuseroja porrastason ja hissien oviaukon välille. Puuta käyttämällä vältetään hissikuilun ja rungon välisiltä painumaeroilta.

Hissikuilun kuormitukset ratkaistaan tapauskohtaisesti käytettävän hissityypin mukaan. Hissit aiheuttavat kuormituksia pääasiassa kuilun pohjalle ja kattoon. Kuilun pohja on tavallisesti maanpinnan alapuolella ja se on syytä tehdä betonirakenteisena.

Kuilun kattoon kohdistuvat kuormat johdetaan perustuksille seinien kautta. Tämä edellyttää, että kuilun seinät on sidottu vaakasuunnassa rakennuksen runkoon kerroksittain sivusiirtymättömäksi rakenteeksi. Puurungon riittävä normaalivoimakestävyys saavutetaan yleensä tolppakoolla 97x48 ja tihentämällä runkotolppajakoa tarpeen mukaan.



Kuva 4.3 Hissikuilut tehdään samalla rakenneperiaatteella kuin varsinainen runko. Välipohjan kohdalla kuilut sidotaan rakennuksen runkoon.

Hissikuilulle ei aseteta erityisiä palonaikaisia kantavuusvaatimuksia, koska se ei toimi palonaikaisena poistumistienä, eikä kantavana tai jäykistävänä rakenteena. Seinien ja katon pintakerrokset valitaan luokan 1/I edellyttämällä tavalla.

4.2.2 Mitat ja rakenne

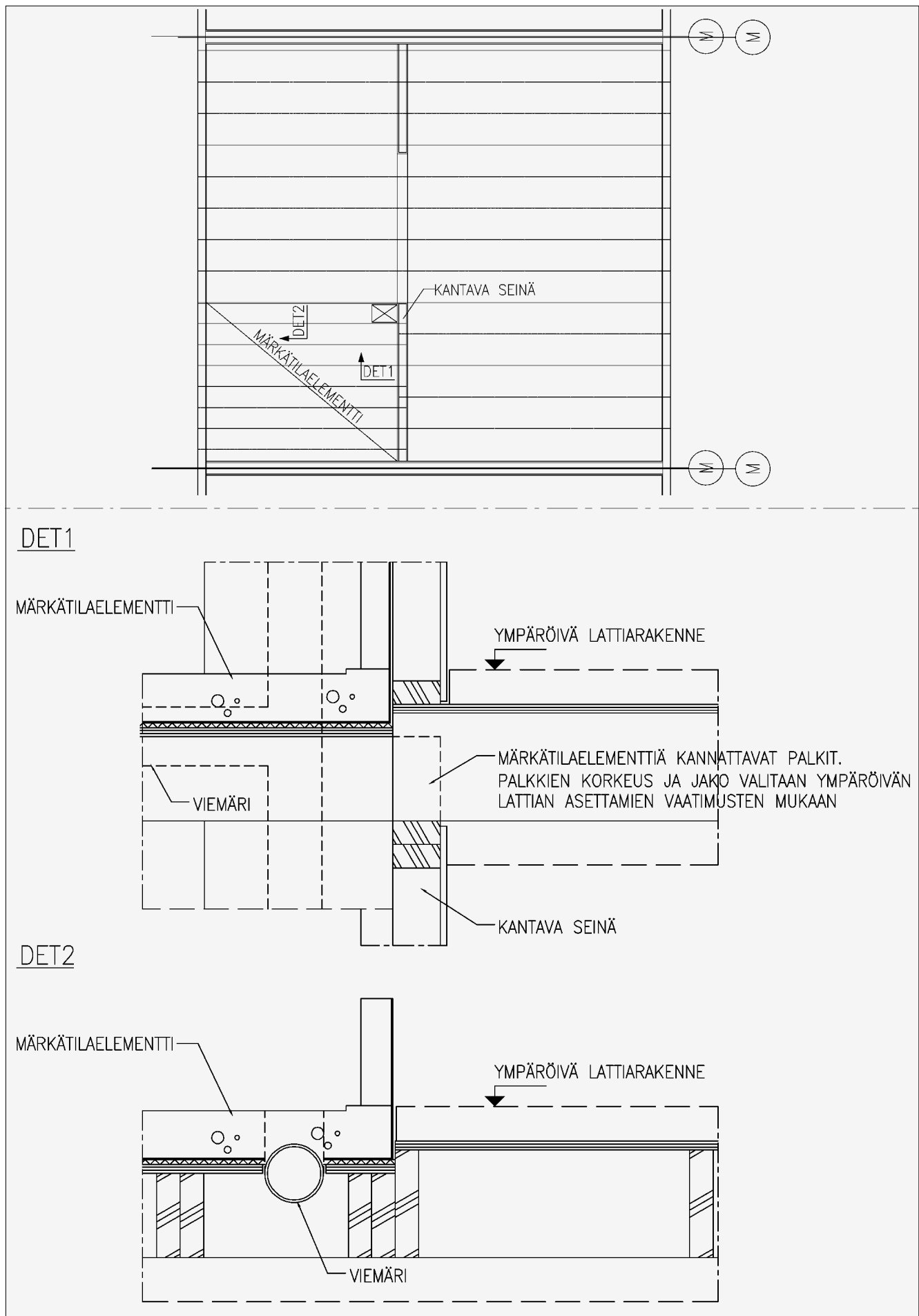
Mitat

Kuiluelementtien korkeus on sama, kuin muilla seinäelementeillä (2774 mm). Hissikuilun leveysmitat muodostuvat valitun hissityypin mukaan.

Rakenne

Painumaerojen välttämiseksi kuilun rakenteet on syytä tehdä samalla rakenneperiaatteella kuin rakennuksen seinärakenteet ja välipohjat.

Seinissä käytetään vakiomittaista (2630 mm) runkotolppaa, joiden koko ja jako ratkaistaan tapauskohtaisesti. Ala- ja yläsidepuina käytetään rungon levyisiä soiroja. Yläsidepuiden päälle asennetaan työmaalla kaksi vierekkäistä kehäpalkkia ja niiden päälle aluslattialevyn paksuinen vaneri (kuva 4.3). Seinien levytys valitaan ääniteknisten ja paloteknisten vaatimusten mukaan.



Kuva 4.4. Märkätilaelementit sijoitetaan välittömästi kantavien seinärakenteiden viereen. DET1 on märkätilaelementin ja kantavan seinän periaatteellinen liitos. DET2 on märkätilaelementin liittyminen alapuoliseen välipohjaan. Pohjalaatan alapuolisten viemäreiden on oltava kantavien palkkien suuntaisesti.

4.3. Märkätilaelementit

Märkätilat voidaan rakentaa omana erillisenä tuoteosakokonaisuutena eli ns. tilaelementteinä. Märkätilaelementit ovat täysin käyttövalmiita kokonaisuuksia sisältäen kalusteet ja sisustuksen.

4.3.1 Sijoitus rakennusrunkoon

Märkätilaelementtien seinät eivät ole kantavia, joten kuormien siirtämiseksi tarvitaan elementin ulkopuolella kantavia rakenteita. Värähtelyjen estämiseksi sekä suuremman kuormasta ja matalammasta palkkikorkeudesta johtuen kantavien seinärakenteiden tulee olla välittömästi elementin vieressä.

Asuintilojen ja märkätilan lattian välinen korkeusero tulee olla alle 25 mm (RakMk:n osa G2). Märkätilojen kohdalla käytetään normaalia välipohjaa matalampaa palkkia, jonka korkeus ja jako valitaan ympäröivän lattiarakenteen ja tilaelementin pohjalaatan asettamien vaatimusten mukaan (kuva 4.5).

4.3.2 Viemärien vaatima tila

Ohuet viemäriputket Ø 32 mm voidaan normaalisti asentaa betonisen pohjalaatan sisään. Suuremmat viemärit ja vesilukolliset kaivot vaativat tilaa pohjalaatan alapuolelta.

Kaivojen ja WC-istuimen sijainti on otettava huomioon suunnittelun alkuvaiheessa, jotta viemärit voidaan johtaa kantavien palkkien suuntaisesti pystyhormiin. Vaihtoehtoisesti WC-istuin voidaan sijoittaa pystyhormin viereen, jolloin viemäri on mahdollista vetää suoraan pystyhormiin pohjalaatan päällä.

5 RUNGON LIITOKSET

5.1 Yleistä

5.1.1 Liitoksille asetettavat vaatimukset

Toiminnalliset vaatimukset määräytyvät pääasiassa liitosten kestävyuden ja rakentamismääräysten asettamien vaatimusten mukaan. Asennusteknisissä vaatimuksissa on otettava huomioon työmaalla tehtävän asennustyön sujuvuus. Taloudelliset vaatimukset koskevat lähinnä liitoksen teon aiheuttamia kustannuksia ja kaupankäynnin mahdollistumisesta aiheutuvia vaatimuksia.

Toiminnalliset vaatimukset:

- Liitosten tulee olla riittävän lujia ja jäykkiä, tarvittaessa myös palotilanteessa.
- Liitoksilla tulee olla hyvät lämpö-, ääni- ja kosteustekniset ominaisuudet.
- Liitosten tulee mahdollistaa elementtien välinen yhteistoiminta rungon jäykistyksen turvaamiseksi.
- Liitosten tulee olla esteettisiä, pitkäikäisiä, huollettavia ja tarkastettavissa olevia.

Asennustekniset vaatimukset:

- Liitosten ja liitospintojen tulee olla yksinkertaisia.
- Elementtien asennus ja liitoksen teko tulee olla helppoa ja turvallista.
- Liitostekniikoiden on mahdollistettava järjestelmän mukaisten vakio-osien käyttö.
- Rakenteiden mitta- ja muotopoikkeavuudet on oltava hallittavissa.

Taloudelliset vaatimukset:

- Liitosten on mahdollistettava eri valmistajien tuotteiden yhteensopivuus ja erilaisten tuotantotapojen yhdisteleminen.
- Liitosten materiaalikustannukset koostuvat pääasiassa vakioiduista liittimistä ja tiivisteistä.
- Työkustannuksiin vaikuttavat elementtien valmistamisen ja asentamisen sekä liitosten tekemisen nopeus ja helppous.

- Liitosten yleiskustannuksia ovat muun muassa nosto- ja siirtokalustosta, valvonnasta, väliaikaisesta tuennasta ja sääsuojauksesta aiheutuvat kustannukset sekä asennus- ja liitostyön nopeudesta riippuvat työmaan yleiskustannukset.

5.1.2 Liitosten käyttö

Tässä oppaassa esitetään vaihtoehtoisia ratkaisuja elementtien välisten liitosten tekemiseksi. Rungon rakennusosien liitosvaihtoehdot on jaoteltu tyypeittäin ryhmiin a, b, c, ja d. Kullekin ryhmälle on ominaista tietty liitostekniikka.

Vaihtoehto a

Elementit ovat rungon toiselta puolelta kokonaan avonaisia tai vähintään asennusaukolla varustettuja. Elementit liitetään toisiinsa naulaamalla. Liitostekniikka on lähes sama kuin paikalla tapahtuvassa rakentamisessa.

Vaihtoehto b

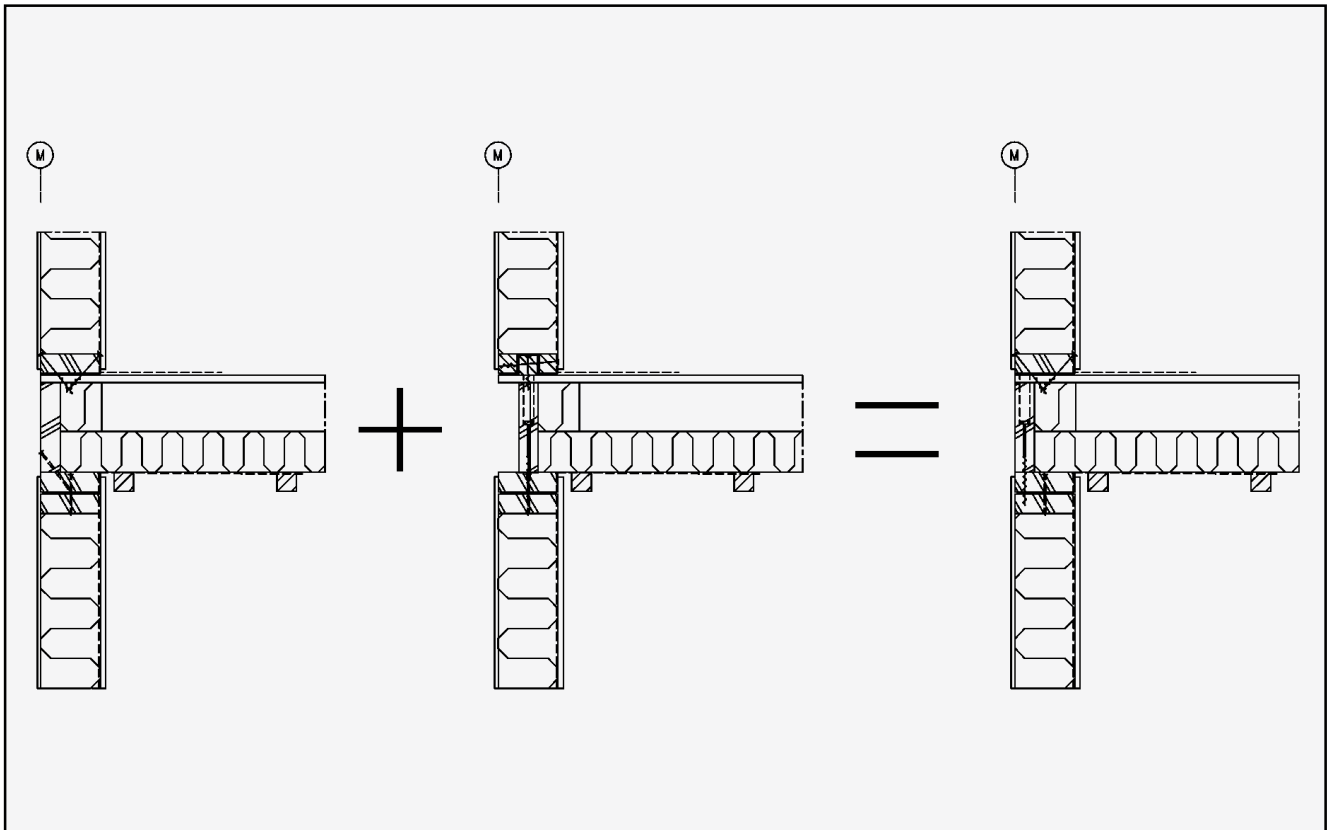
Elementit on levytetty rungon molemmilta puolilta. Elementit liitetään toisiinsa esiporattujen vinoruuvien avulla tai poraruuvien avulla.

Vaihtoehto c

Rakenteeltaan elementit ovat samanlaisia kuin vaihtoehdossa b. Elementtien liittämiseksi käytetään näkyviin jääviä naulauslevyjä ja kulmateräksiä, joten liitostekniikka vaatii uivien lattiarakenteiden käyttöä.

LIITOS	a	b	c	d
<i>Seinien liitokset perustuksiin; maanvarainen betonialapohja</i>				
perustukset - ulkoseinä	P001a	P001b		P001d
perustukset - kantava huoneiston sisäinen väliseinä	P010a	P010b		P010d
perustukset - huoneistojen välinen seinä	P020a	P020b		P020d
<i>Alapohjan liitokset; tuuletettu puualapohja</i>				
alapohja - kantava ja ei-kantava ulkoseinä	A101a	A101b	A101c	A101d
alapohja - kantava huoneiston sisäinen väliseinä	A110a	A110b	A110c	A110d
<i>alapohja - kantava ja ei-kantava</i>				
huoneistojen välinen seinä	A120a	A120b	A120c	A120d
alapohjaelementti - alapohjaelementti	A130a	A130b	A130c	
<i>Välipohjan liitokset</i>				
välipohja - kantava ja ei-kantava ulkoseinä	V201a	V201b	V201c	V201d
välipohja - kantava huoneiston sisäinen väliseinä	V210a	V210b	V210c	V210d
välipohja - kantava ja ei-kantava huoneistojen välinen seinä	V220a	V220b	V220c	V220d
välipohjaelementti - välipohjaelementti	V230a	V230b	V230c	
<i>Seinien pystyliitokset</i>				
ulkoseinäelementti - ulkoseinäelementti; suora liitos	S301a	S301b		
ulkoseinäelementti - ulkoseinäelementti; ulkonurkka	S310a	S310b		
ulkoseinäelementti - ulkoseinäelementti; sisänurkka	S320a	S320b		
ulkoseinä - kantava huoneiston sisäinen väliseinä	S330a	S330b		
ulkoseinä - huoneistojen välinen seinä	S340a	S340b		
huoneistojen välinen seinä - huoneistojen välinen seinä	S350a	S350b		
<i>Yläpohjan liitokset; palkeista kootut elementit</i>				
yläpohja - kantava ulkoseinä	Y501a	Y501b		Y501d
yläpohja - ei-kantava ulkoseinä	Y505a	Y505b		Y505d
yläpohja - kantava huoneiston sisäinen väliseinä	Y510a			Y510d
yläpohja - ei-kantava huoneistojen välinen seinä	Y520a			Y520d
yläpohjaelementti - yläpohjaelementti	Y530a	Y530b		
<i>Yläpohjan liitokset; kattotuoleista kootut elementit</i>				
kattotuoli - kantava ulkoseinä	K601a			
kattotuoli - ei-kantava ulkoseinä	K605a			
kattotuoli - huoneistojen välinen seinä	K610a			
<i>Portaat</i>				
porrassyöksy - kerrostaso	X001			
porrassyöksy - lepotaso	X010	X011		
<i>Hissikuilut</i>				
hissikuiluelementti - hissikuiluelementti	X101			
<i>Parvekkeet</i>				
erilliskannatettu parveke - ulkoseinä	X201			
osittain erilliskannatettu parveke - ulkoseinä	X210	X211	X212	

Taulukko 5.1 Rungon rakennusosien liitosdetaljit ja niiden vaihtoehdot sekä liittyvien rakennusosien liitosdetaljit.



Kuva 5.1 Esimerkki liitosdetaljienv201b ja v201d yhdistelystä.

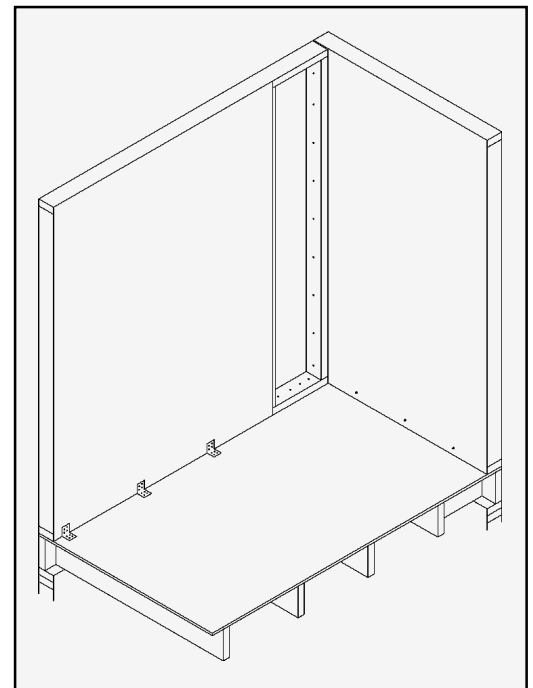
Vaihtoehto d

Seinäelementtien alasidepuu on jaettu kahteen tai kolmeen osaan. Elementtien liittämiseen käytetään erillisiä liitossarjoja, joiden avulla seinäelementit liitetään ala- ja välipohjiin.

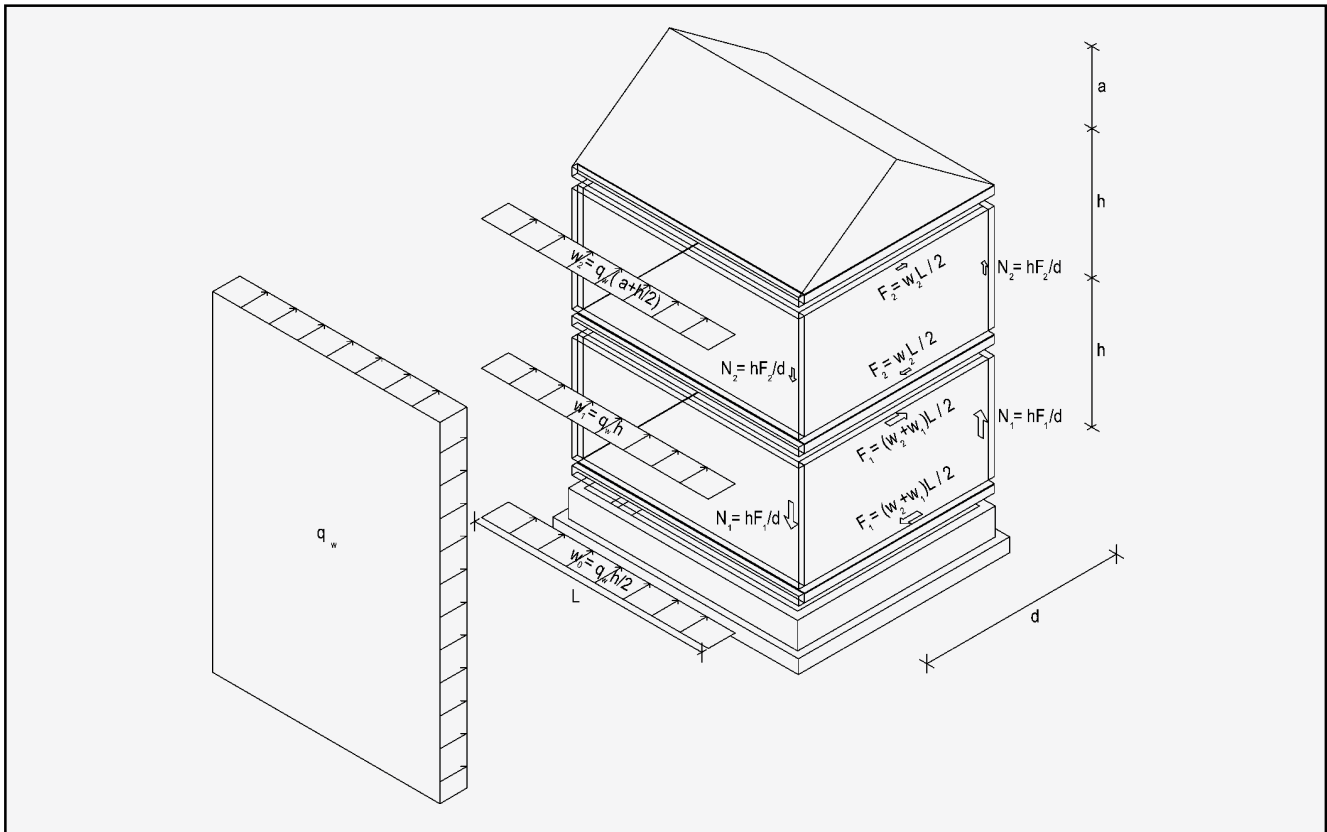
Suunnittelija voi vapaasti valita liitosratkaisut haluamistaan liitosryhmistä. Eräitä liitoksia voidaan käyttää myös keskenään ristiin, eli poimitaan valitusta detaljista tarvittava osa ja toisesta loput. Esimerkki kahden välipohjaliitoksen yhdistelystä on esitetty kuvassa 5.1.

Seinäelementtien pystyliitokset on helppo ja nopea tehdä avonaisen asennusaukon kautta. Samasta asennusaukosta elementin alasidepuu voidaan kiinnittää välipohjaan. Tällöin elementti pysyy paikallaan ja asennustyö voi edetä. Elementin alareunan lopullinen kiinnittäminen voidaan suorittaa myöhempänä ajankohtana (kuva 5.2).

Ylänurkka sidotaan normaaliin tapaan ristiin menevillä yläsidepuilla.



Kuva 5.2 Seinäelementin kiinnitys asennusaukon kautta viereiseen seinäelementtiin ja alapuoliseen välipohjaan.



Kuva 5.3 Tuulikuorman q_w jakautuminen rakennuksen runkoon ja jäykistäville seinille.

5.1.3 Liitoksiin kohdistuvat rasitukset rungon jäykistyksestä

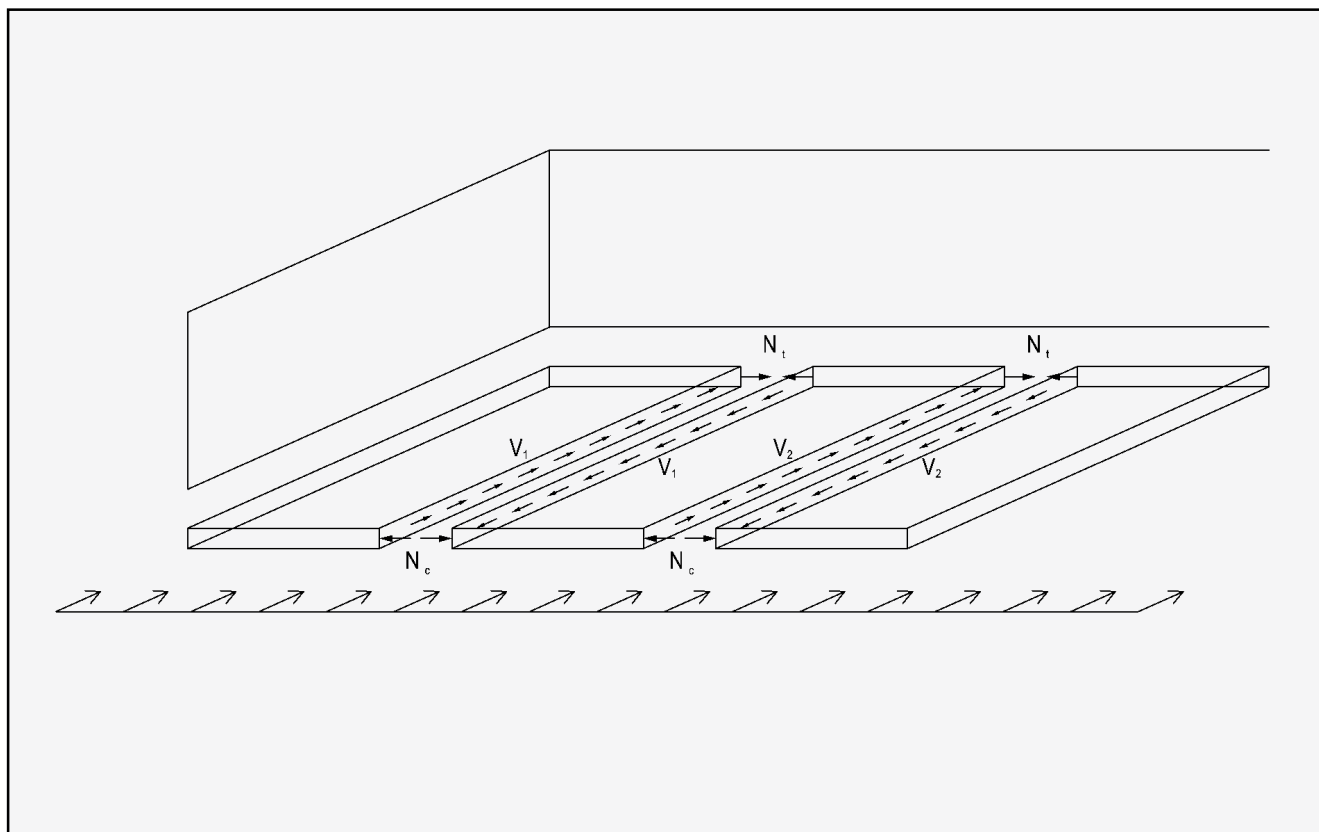
Rakennukseen vaikuttava tuulikuorma jakaantuu ala-, väli- ja yläpohjille. Seinään kohdistuvan tuulikuorman oletetaan vaikuttavan viivakuormana väli- ja yläpohjien kohdalla. Alapohjan kohdalla tuulikuorma siirtyy suoraan perustuksille (kuva 5.3).

Vaakarakenteet

Ala-, väli- ja yläpohjatasojen tehtävänä on siirtää vaakakuormat jäykistäville seinille. Tasojen oletetaan toimivan korkean palkin tavoin, jotka on tuettu jäykistäviin seiniin.

Vaakakuormien vaikutuksesta ala- ja välipohjaelementtien välisiin liitoksiin syntyy leikkausvoimia V (kuva 5.4). Tason ja jäykistävän seinän välinen liitos siirtää vaakakuormat jäykistäville seinille. Liitoksissa käytettävät liittimet mitoitetaan kestämään ko. rasitukset.

Laataston paarteisiin syntyvät veto- ja puristusvoimat N_c ja N_t (kuva 5.4) otetaan jatkuvan veto- tai puristuspaarten avulla. Paarteena voi toimia joko jatkuvaksi suunniteltu kehäpalkki tai kehäpalkki yhdessä ylä- ja alasidepuiden kanssa. Paarteiden jatkokset mitoitetaan kestämään vähintään 15 kN:n laskentavetovoima N_{td} aikaluokassa C.

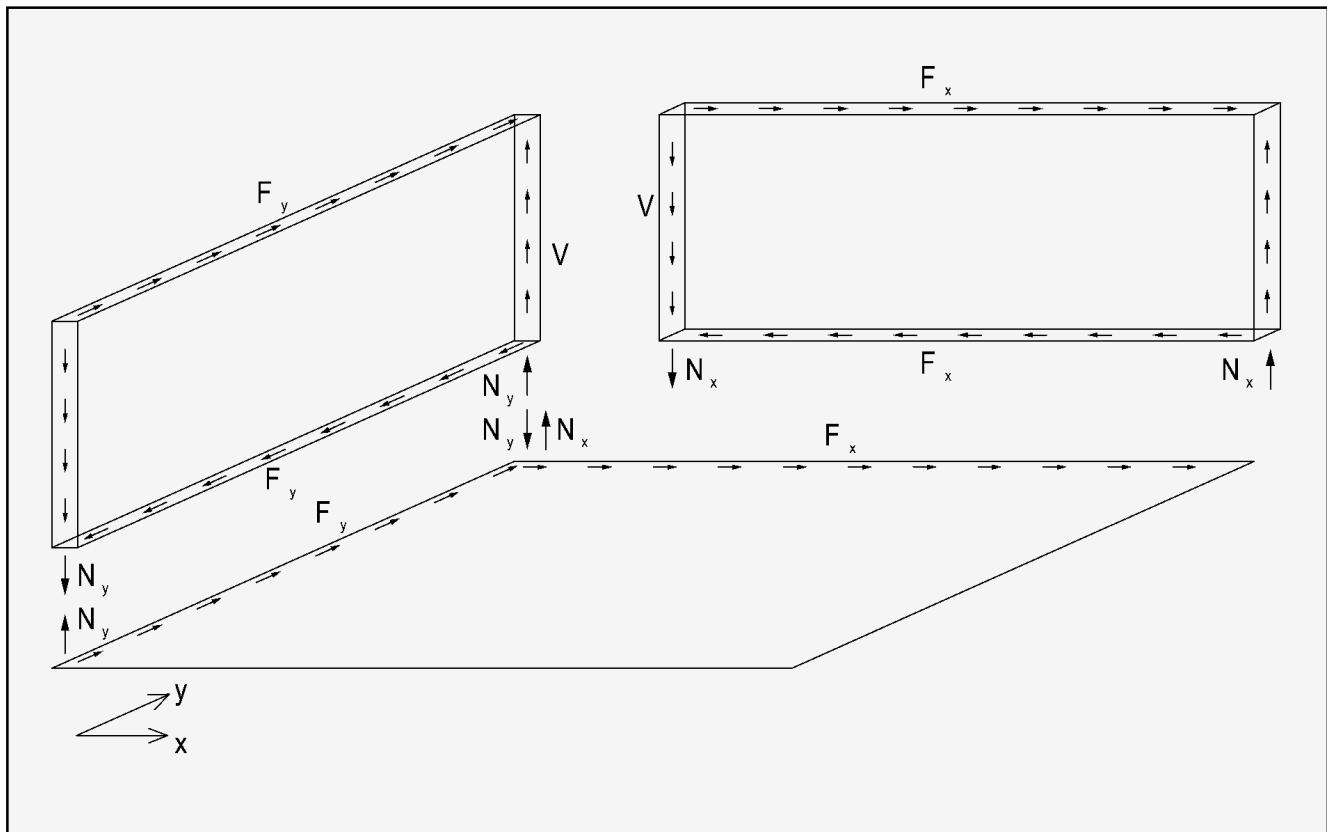


Kuva 5.4 Laattaelementtien liitoksissa vaikuttavat jäykistysvoimat: $V_1, 2, \dots$ tasan jakautunut leikkausvoima laattaelementtien välissä, N_t kehäpalkissa vaikuttava vetovoima, N_c kehäpalkissa vaikuttava puristusvoima, $N_c = N_t$.

Pystyrakenteet

Tuulikuorma siirtyy vaakatasojen välityksellä pystyrakenteille. Jäykistävien seinien ylä- ja alareunoihin syntyy vaakasuuntaisia leikkausvoimia. Siirtymien estämiseksi pystyrakenteiden reunat kiinnitetään ala- ja välipohjaan tai perustuksiin.

Seinän yläosassa vaikuttava vaakakuorma aiheuttaa rakenteen päätyihin nostavan tai puristavan voiman. Lisäksi levyjäykistetyn seinän levysaumoissa esiintyy leikkausvoimia, jotka syntyvät levyjen pyrkiessä siirtymään toistensa suhteen.



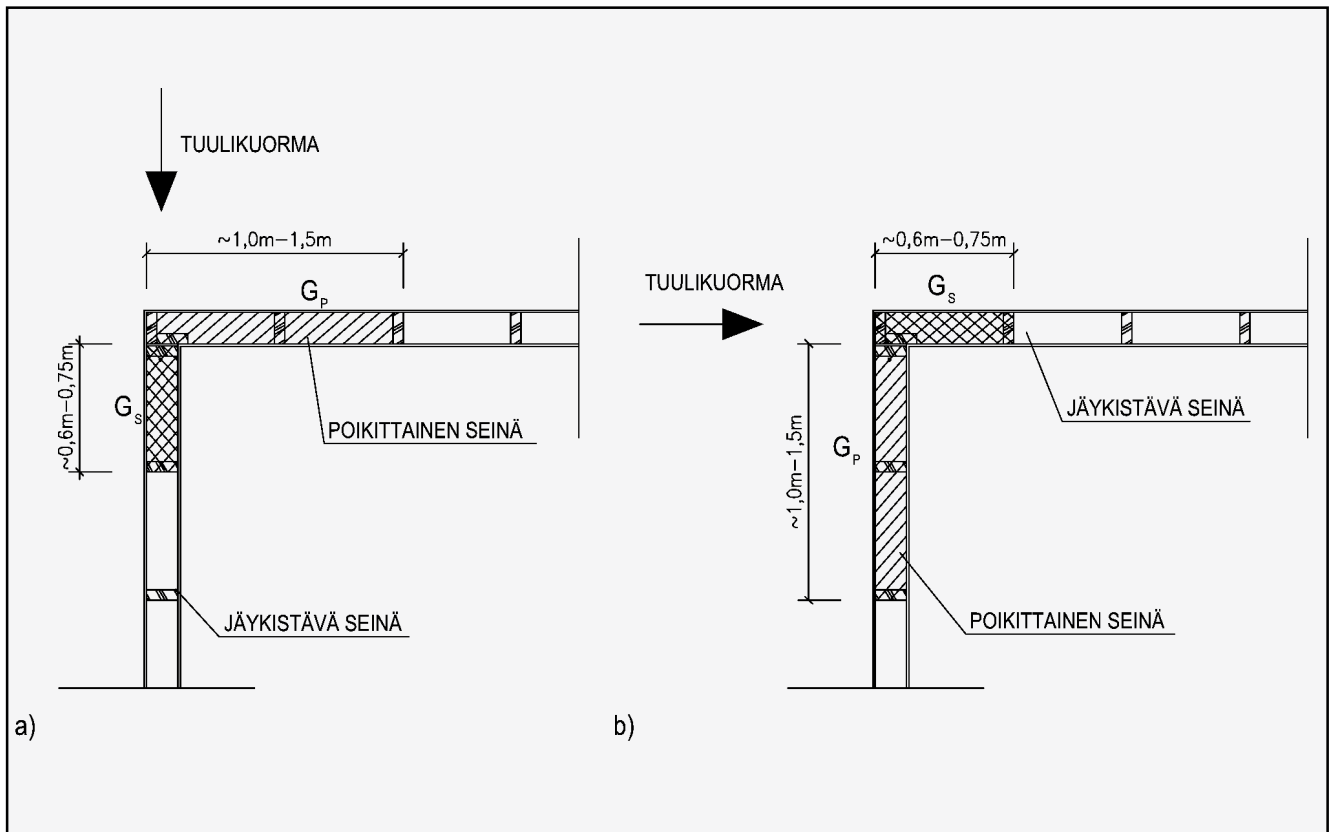
Kuva 5.5 Seinäelementtien liitoksissa vaikuttavat jäykistysvoimat: $F_{x,y}$ seinän ja ala-/väli-/yläpohjan välissä vaikuttava leikkausvoima. Tuulen vaikutus x - tai y -akselin suunnassa, $N_{x,y}$ seinän päässä vaikuttava vetävä tai puristava pystysuora voima, kun tuulen vaikutus on x - tai y -akselin suunnassa, V seinäelementtien välisessä saumassa vaikuttava pystysuora leikkausvoima.

5.1.4 Jäykistävän seinän ankkurointi

Jäykistävän seinän pääty pyrkii nousemaan, jos seinää ei ole ankkuroitu (vetävät ankkurointivoimat N_x ja N_y , kuva 5.5). Seinän pääty voidaan ankkuroida kahdella periaatteella:

1. Jäykistävän seinän ja sen varassa olevien välipohjien ja yläpohjan omaa painoa G_s (kuva 5.6) sekä jäykistävään seinään kiinnitetyn poikittaisen seinän ja sen varassa olevien välipohjien ja yläpohjan omaa painoa G_p (kuva 5.6) hyödyntämällä.
2. Erillisillä ankkurointiteräksillä jäykistävän seinän päissä.

Edellisessä tapauksessa jäykistävän seinän pääty liitetään poikittaiseen seinään pystyliitoksella siten, että kummankin seinän ja väli-/yläpohjan omaa painoa voidaan hyödyntää. Ohjeellisena mallina voidaan pitää kuvassa 5.6 esitettyä ratkaisua, jossa seinien ja tasojen omaa painoa voidaan hyödyntää viivoitetulta alueelta. Tehokkaaseen alueeseen vaikuttaa suuresti muun muassa poikittaisen seinän rakenne, ankkurointi, liitoksen jäykkyys sekä ovi- ja ikkuna-aukkojen sijainti. Kuvassa 5.6 on annettu suuntaa antavia mittoja oman painon arvioimiseksi.



Kuva 5.6 Viivoitetulle alueelle kohdistuvaa seinien ja väli-/yläpohjien omaa painoa voidaan käyttää hyväksi ankkuroinnissa.

Jos jäykistävä seinä koostuu n kappaleesta identtisiä jäykistyslevyjä, joiden leveys on b ja korkeus h (kuva 5.7), saadaan seinän päihin vaakasuorasta voimasta F syntyvät pystysuorat voimat N kaavasta

$$N = \frac{F \times h}{n \times b} \quad (1)$$

Toinen voima on vetävä ja toinen puristava.

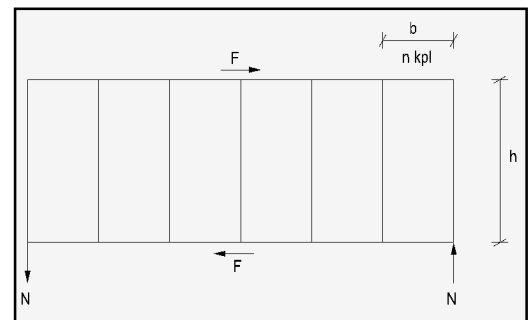
Jos on voimassa ehto

$$\sum_{i=1}^m N_i \leq \sum_{i=1}^m (G_{pi} + G_{si}), \quad (2)$$

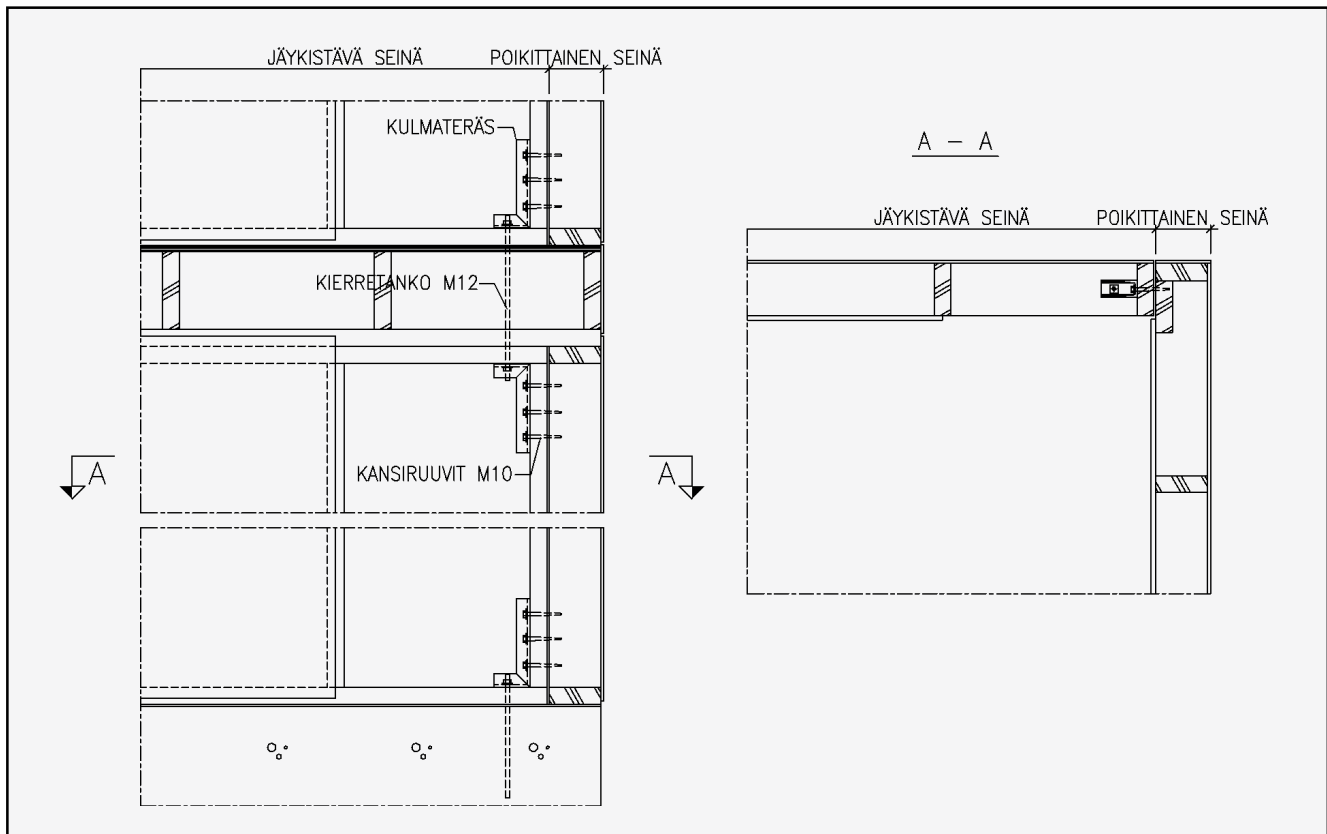
riittää edellä kuvattu rakenteiden oma paino kumoamaan vetävän normaalivoiman N ja erillistä ankkurointia ei tarvita. Termi m on tarkasteltavan välipohjan tai alapohjan yläpuolella olevien kerrosten lukumäärä.

Jos ehto (2) ei ole voimassa, tarvitaan jäykistävän seinän päissä perustuksiin saakka ulottuva ankkurointi, joka mitoitetaan kunkin välipohjan (tai alapohjan) kohdalla voimalle N_t , joka saadaan kaavasta

$$N_t = \sum_{i=1}^m N_i - \sum_{i=1}^m (G_{pi} + G_{si}). \quad (3)$$



Kuva 5.7 Jäykistävään seinään vaikuttava vaakasuora voima F ja sen aiheuttamat pystysuorat voimat N seinien päissä.



Kuva 5.8 Jäykistävän seinän ankkurointi välipohjan läpi erillisillä ankkurointiteräksillä, kun ankkurointi sijoitetaan jäykistävän seinän reunimmaiseen tolppaväliin.

Jäykistävän seinän ja poikittaisen seinän välisessä liitoksessa vaikuttava pystysuora leikkausvoima V (kuva 5.5) saadaan kummassakin tapauksessa kaavoista

$$V = G_p \quad (\text{tapaus a, kuva 5.6}) \quad (4a)$$

$$V = N - G_s \quad (\text{tapaus b, kuva 5.6}) \quad (4b)$$

Seiniltä tuleva rakenteiden omapaino on usein riittävä ankkurointitapa pientaloissa ja korkeintaan kaksikerroksisissa taloissa. Kapearunkoisissa 3-4 kerroksissa taloissa voidaan joutua käyttämään erillisiä ankkurointiteräksiä.

Liitin	Puun tai vanerin liitos puun kanssa	Ominaisleikkauslujuus F_k [kN/leike] ja eri välein olevilla liittimillä [kN/m] kosteusluokissa 1 ja 2 ja aikaluokassa C			
		F_k [kN/leike]	k100 [kN/m]	k150 [kN/m]	k200 [kN/m]
N 90x31	Profiloimaton pyöreä konenaula	1,163	11,63	7,75	5,81
N 100x34	Nelikulmainen lankanaula	1,700	17,00	11,33	8,50
N 125x42	Nelikulmainen lankanaula	2,437	24,37	16,25	12,18
N 130x38	Profiloimaton pyöreä konenaula	1,645	16,45	10,97	8,22
N 150x40	Nelikulmainen konenaula	2,243	22,43	14,95	11,21

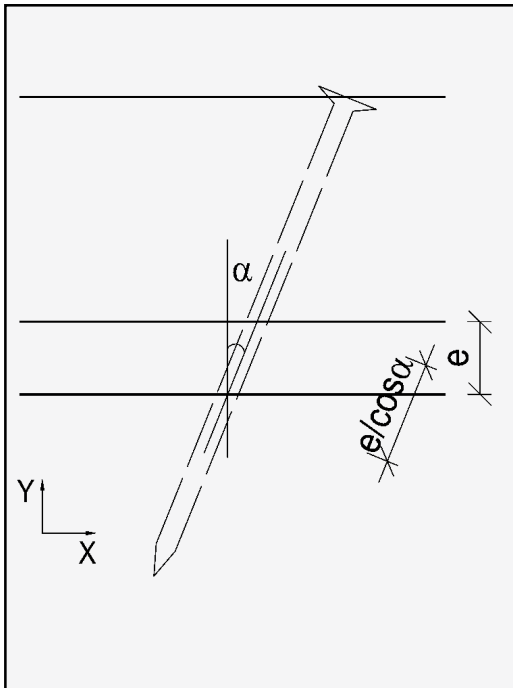
Taulukko 5.3 Puurakenteiden suunnitteluohjeiden (RIL 120) mukaiset naulojen ominaisleikkauslujuudet.

Liitin	Puun tai vanerin liitos puun kanssa, ankkurointipituus kärjen puoleisessa puussa =8d	Ominaisleikkauslujuus F_k [kN/leike] ja eri välein olevilla liittimillä [kN/m] kosteusluokissa 1 ja 2 ja aikaluokassa C			
		F_k [kN/leike]	k100 [kN/m]	k200 [kN/m]	k300 [kN/m]
R 120x5	Itseporautuva yleisruuvi	1,073	10,73	5,36	3,57
R 140x6	Itseporautuva yleisruuvi	1,544	15,44	7,72	5,14

Taulukko 5.4 Puurakenteiden suunnitteluohjeiden (RIL 120) mukaiset yleisruuvien ominaisleikkauslujuudet eri liitinväleillä.

Liitin	Puun tai vanerin liitos puun kanssa, ankkurointipituus kärjen puoleisessa puussa =8d	Ominaisleikkauslujuus F_k [kN/leike] ja eri välein olevilla liittimillä [kN/m] kosteusluokissa 1 ja 2 ja aikaluokassa C			
		F_k [kN/leike]	k400 [kN/m]	k500 [kN/m]	k600 [kN/m]
WT-T 6,5-130	Itseporautuva poraruuvi	1,812	4,53	3,62	3,02
WT-T 8,2-160	Itseporautuva poraruuvi	2,884	7,21	3,38	4,80
R 150x8	Kansiruuvi	2,745	6,86	5,49	4,57
R 200x10	Kansiruuvi	4,290	10,7	8,58	7,15

Taulukko 5.5 Puurakenteiden suunnitteluohjeiden (RIL 120) mukaiset poraruuvien ja kansiruuvien ominaisleikkauslujuudet eri liitinväleillä.



Kuva 5.9 Liitoksessa olevan raon leveys e on sama kuin mitta $e/\cos\alpha$, jos liitin on kulmassa α ja voima vaikuttaa z-akselin suunnassa.

5.1.5 Liittimien lujuudet

Elementtien liitoksissa käytettävät liittimet mitoitetaan rakentamismääräyskokoelman osan B10 edellyttämällä tavalla. Liitosten on täytettävä rakenteelliset ohjeet reunaetäisyyksien, liitinvälien, puutavaran paksuuden ja liittinten ankkurointipituuden suhteen.

Liitosdetaljeissa esitetyt liitinmäärät ja -jaot ovat minimimääriä, jotka liitoksiin tulee sijoittaa kaikissa tapauksissa. Rakennesuunnittelijan on tarkistettava liitoksen kestävyys ja lisättävä liittimiä tarvittaessa. Liitinmäärä on riittävä useimpiin korkeintaan kaksikerroksisiin taloihin. Taulukoissa 5.3-5.5 on annettu tässä oppaassa käytettyjen liittimien ominaisleikkauslujuusarvoja eri liitinjaoilla, kun liitettävät osat ovat tiiviissä kontaktissa keskenään.

Suunnitteluohjeet edellyttävät liitettävien osien välillä tiivistä kontaktia, jotta liitos toimisi oletetulla tavalla. Asennus- ja valmistustarkkuuksien sekä tiiveysvaatimusten takia elementtirakentamisessa on liitettävien osien välillä aina liitoksen lujuutta ja jäykkyyttä heikentävä rako. Raon vaikutusta suorakulmaisen lankanaulan ominaisleikkauslujuuteen ja siirtymäkertoimeen on esitetty taulukoissa 5.6 ja 5.7. Taulukon arvot on laskettu liitettäviä osia vastaan kohtisuorassa oleville nauloille. Jos naulan suunta poikkeaa kohtisuorasta normaalista kulman α verran ja voima on z-akselin suuntainen (kuva 5.9), on liitoksen lujuus ja siirtymäkerroin sama kuin liitoksessa, jossa raon leveys on $e/\cos\alpha$.

Liittimen paksuus d [mm]	Raon leveys e [mm]				
	0	2,5	5,0	7,5	10
Aikaluokka B					
2,8	0,72	0,64	0,57	0,51	0,46
3,4	1,00	0,91	0,83	0,76	0,70
4,2	1,43	1,33	1,24	1,15	1,07
5,1	1,99	1,87	1,77	1,66	1,57
Aikaluokka C					
2,8	1,22	1,01	0,84	0,70	0,60
3,4	1,70	1,46	1,25	1,09	0,95
4,2	2,43	2,15	1,91	1,70	1,51
5,1	3,38	3,06	2,77	2,51	2,28

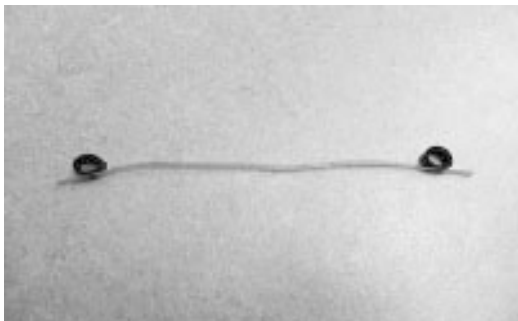
Taulukko 5.6 Suorakulmaisen lankanaulan ominaisleikkauslujuus F_k [kN/leike] paksuuden d ja liitokseen jäävän raon leveyden e funktiona kosteusluokissa 1 ja 2 sekä aikaluokissa B (yllä) ja C (alla).

Liittimen paksuus d [mm]	Raon leveys e [mm]				
	0	2,5	5,0	7,5	10
Aikaluokka B					
2,8	0,84	0,66	0,52	0,42	0,34
3,4	1,02	0,74	0,69	0,57	0,48
4,2	1,26	1,07	0,92	0,79	0,68
5,1	1,53	1,34	1,18	1,04	0,92
Aikaluokka C					
2,8	1,23	0,94	0,73	0,57	0,45
3,4	1,50	1,20	0,97	0,78	0,64
4,2	1,85	1,54	1,30	1,09	0,92
5,1	2,24	1,94	1,68	1,45	1,26

Taulukko 5.7 Suorakulmaisen lankanaulan siirtymäkerroin k [kN/mm] liittimen paksuuden d ja liitokseen jäävän raon leveyden e funktiona kosteusluokissa 1 ja 2 sekä aikaluokissa B (yllä) ja C (alla).



Kuva 5.11



Kuva 5.12



Kuva 5.13



Kuva 5.14

5.1.6 Elementtien saumatiivisteet

Elementtien saumoissa voidaan käyttää esimerkiksi seuraavissa kuvissa olevia tiivisteitä. Tiivisteitä asennettaessa täytyy erityisesti kiinnittää huomiota tiivisteiden jatkokseen sekä kohtaan, jossa tiivisteet liittyvät toisiaan vastaa kohtisuorasti. Tällaisesta kohdasta on esimerkkinä seinän saumatiivisteiden pään liitos ylä- ja alaohjauspuun tiivisteeseen.

Kuva 5.11:

Materiaali: EPDM-solukumi
Leveys: 35-120 mm
Korkeus: 10 mm

Käyttökohteet: Ala- ja yläohjauspuiden välissä, elementtien pysty- ja vaakasaumoissa.

Kuva 5.12:

Materiaali: EPDM-solukumi muovikalvossa
Leveys: 60-500 mm
Korkeus: 10 mm

Käyttökohteet: Ala- ja yläohjauspuiden välissä, elementtien pysty- ja vaakasaumoissa

Kuva 5.13:

Materiaali: EPDM-solukumi
Leveys: 35-165 mm
Korkeus: 10 mm

Käyttökohteet: Ala- ja yläohjauspuiden välissä, elementtien pysty- ja vaakasaumoissa

Kuva 5.14:

Materiaali: EPDM-solukumi
Leveys: 20-70 mm
Korkeus: 12-50 mm

Käyttökohteet: elementtien pysty- ja vaakasaumoissa kuvan 3 ja 4 mukaan.

Kuva 5.15:

Materiaali: umpisoluinen polyeteeni
Leveys: vakio leveys 100 ja 150 mm
Korkeus: 3-15 mm

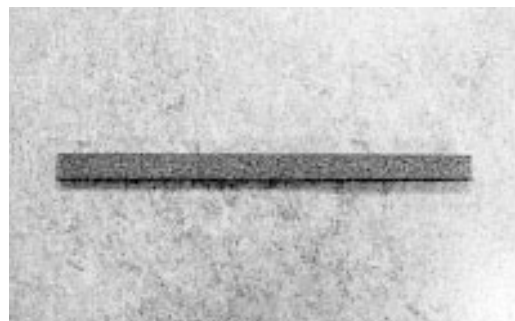
Käyttökohteet: ylä- ja alaohjauspuiden välissä. Polyteeninauhaa ei voida käyttää saumoissa, joissa ei ole luontaista kuormitusta. Polyteeninauha on niin jäykkä materiaali, että naulat ja ruuvit eivät jaksaa puristaa sitä esimerkiksi seinäelementin pystysaumassa. Näin ollen sen käyttökohde on ylä- ja alaohjauspuiden välissä, jossa luontainen kuorma hoitaa puristuksen ks kuva 3.

Esimerkkejä saumoista:

Kuva 5.16 EPDM-solukumi + mineraalivilla pystyrakenteen saumassa.

Kuva 5.17 EPDM-solukumi + mineraalivilla vaakarakenteen saumassa.

Kuva 5.18 Polyeteeninauha yläohjauspuiden välissä (paksuus 3 mm).



Kuva 5.15



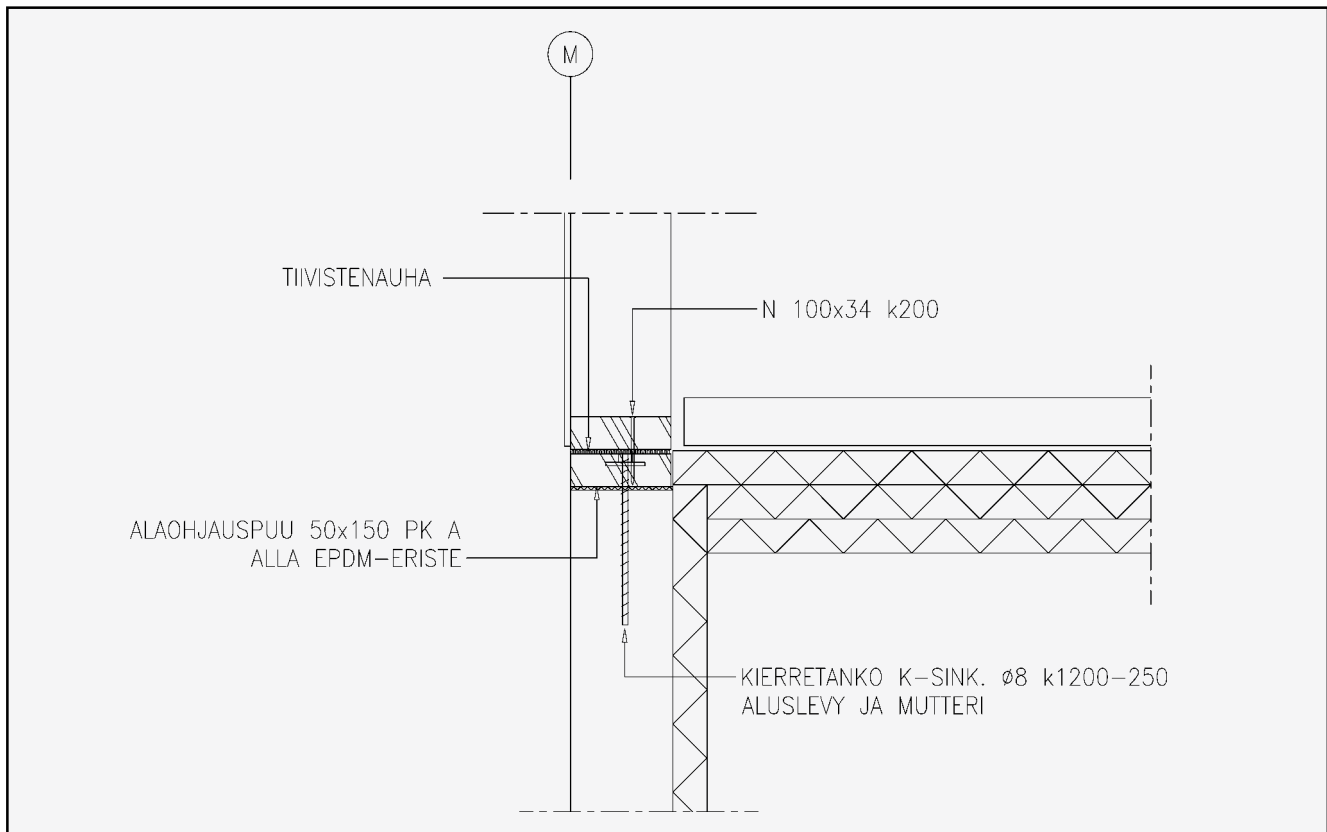
Kuva 5.16



Kuva 5.17



Kuva 5.18



Kuva 5.19 Ulkoseinäelementti P001a

5.2. Seinien liitokset perustuksiin; maanvarainen betonialapohja

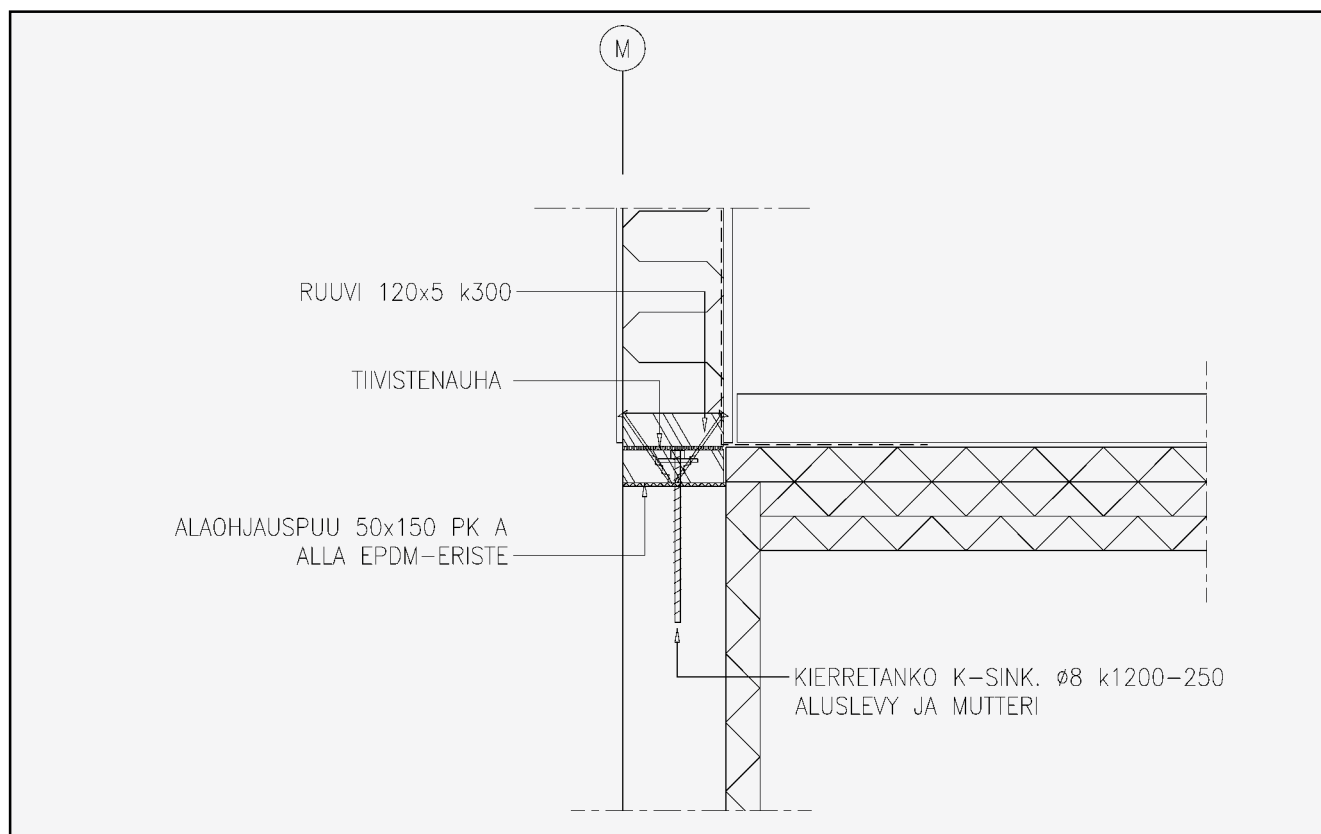
5.2.1 Perustukset - ulkoseinä P001a,

Liitteenä olevat muut vaihtoehdot:

Perustukset - kantava huoneiston sisäinen väliseinä P010a,
perustukset - huoneistojen välinen seinä P020a

Kuvassa oleva vaihtoehto a

- Liitoksen käyttö edellyttää, että seinäelementit ovat avonaisiksi runkoelementtejä.
- Alaohjauspuun ja perustuksen välissä käytetään kapillaarisen kosteuden nousun estävää eristettä.
- Alaohjauspuuhun tehdään aluslevylle ja mutterille varaus siten, että liittymäpinta on tasainen.
- Alaohjauspuun ja elementin välissä käytetään tiivistenauhaa, jonka kiinnitys kuuluu asennustoimitukseen.
- Runkoelementti naulataan perustuksissa olevaan alaohjauspuuhun.
- Lattiarakenne voi vaihdella.



Kuva 5.20 Ulkoseinäelementti P001b

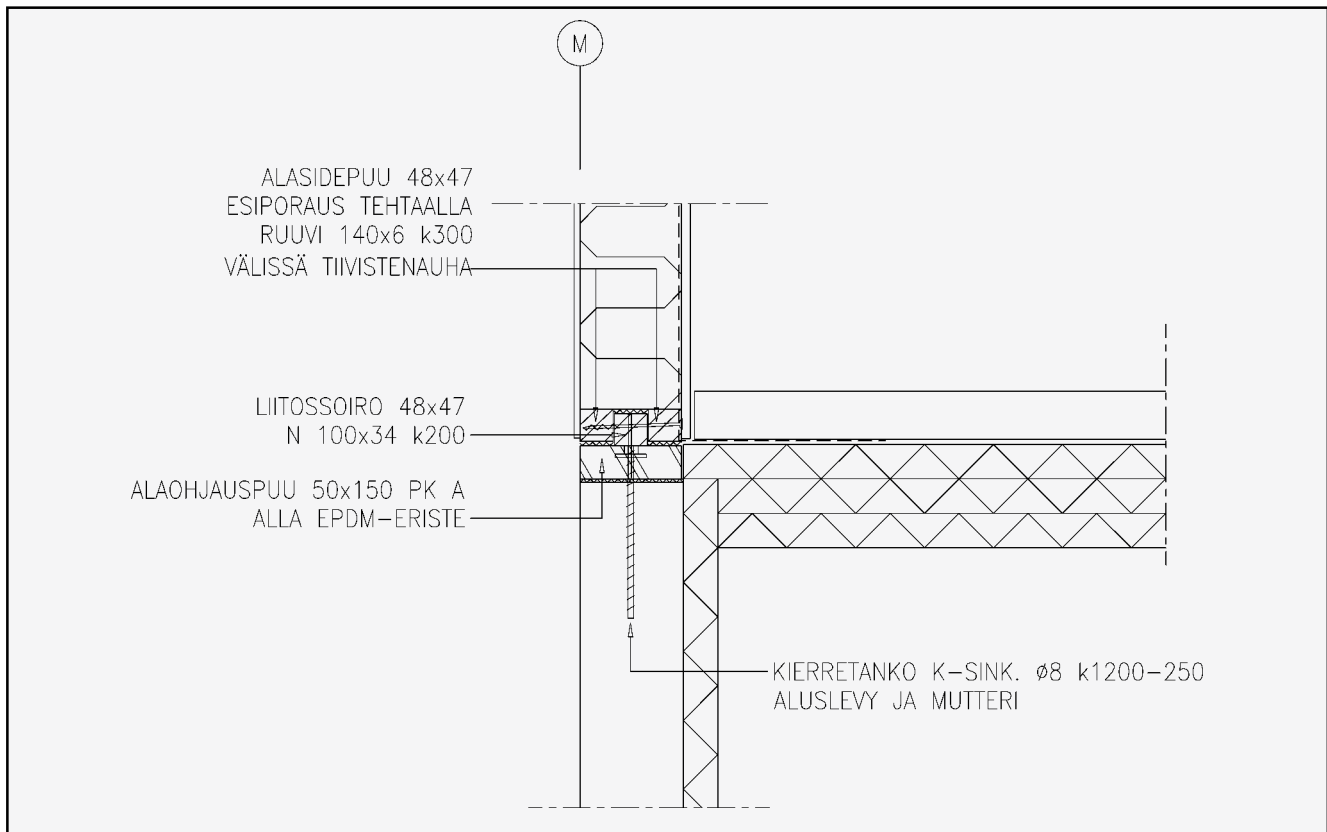
5.2.2 Perustukset - ulkoseinä P001b,

Liitteenä olevat muut vaihtoehdot:

Perustukset - kantava huoneiston sisäinen väliseinä P010b,
perustukset - huoneistojen välinen seinä P020b

Kuvassa oleva vaihtoehto b

- Alaohjauspuun ja perustuksen välissä käytetään kapillaarisen kosteuden nousun estävää eristettä.
- Alaohjauspuuhun tehdään aluslevylle ja mutterille varaus siten, että liittymäpinta on tasainen.
- Alaohjauspuun ja elementin välissä käytetään tiivistenauhaa, jonka kiinnitys kuuluu asennustoimitukseen.
- Elementti kiinnitetään vinoruuveilla perustuksissa kiinni olevaan alaohjauspuuhun.
- Liittiminä voidaan käyttää itseporautuvia yleisruuveja tai poraruuveja.



Kuva 5.21 Ulkoseinäelementti P001d

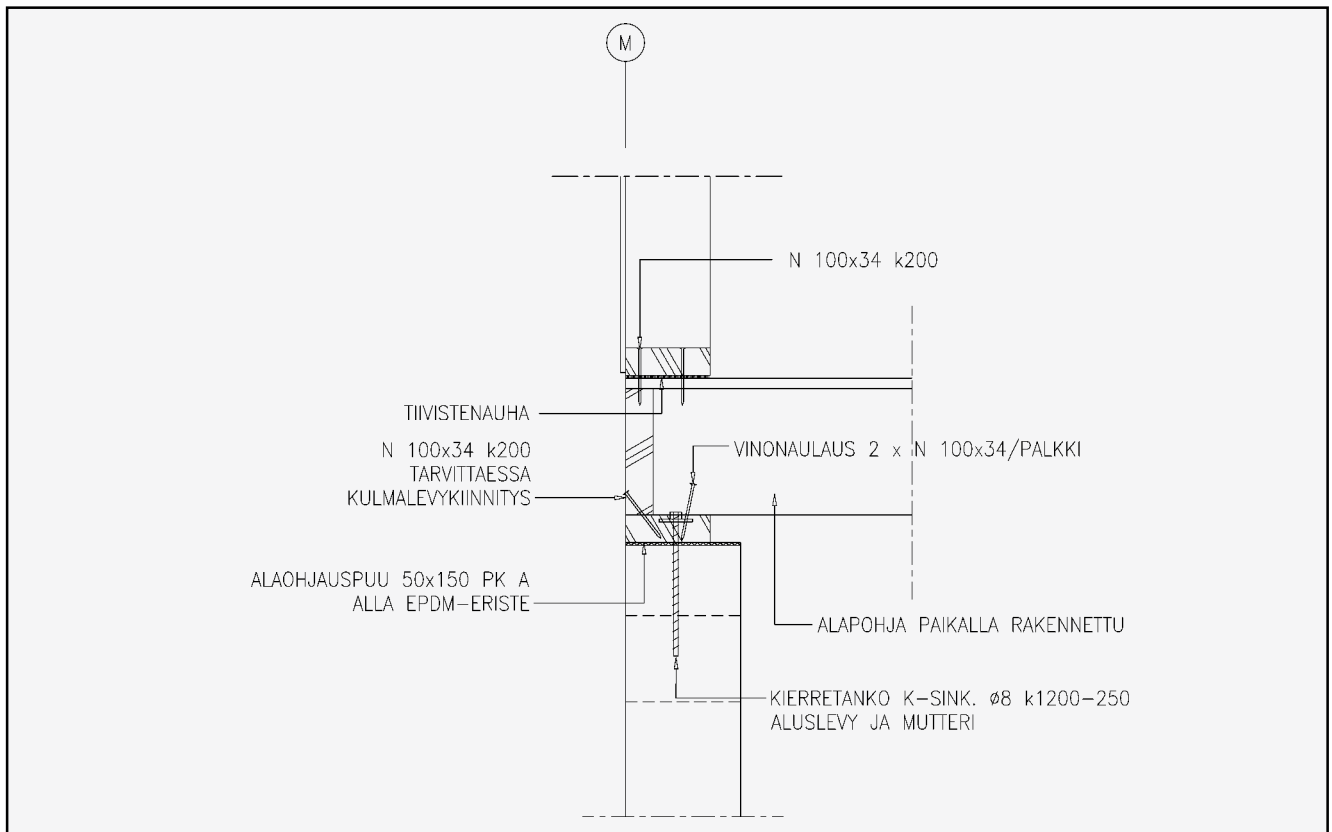
5.2.3 Perustukset - ulkoseinä P001d,

Liitteenä olevat muut vaihtoehdot:

Perustukset - kantava huoneiston sisäinen väliseinä P010d,
perustukset - huoneistojen välinen seinä P020d

Kuvassa oleva vaihtoehto d

- Alaohjauspuun ja perustuksen välissä käytetään kapillaarisen kosteuden nousun estävää eristettä.
- Alaohjauspuuhun tehdään aluslevylle ja mutterille varaus siten, että liittymäpinta on tasainen.
- Elementin alasidepuu on jaettu kahteen tai kolmeen osaan.
- Elementti ruuvataan sivusta liitossoiroon kiinni.
- Liitossoiro toimitetaan elementin mukana ja sen kiinnittää elementtiasentaja.
- Asennuksessa tarvittavat tiivistenaukat toimittaa ja kiinnittää elementtiasentaja.



Kuva 5.22 Ulkoseinäelementti A101a

5.3. Alapohjan liitokset; tuuletettu alapohja

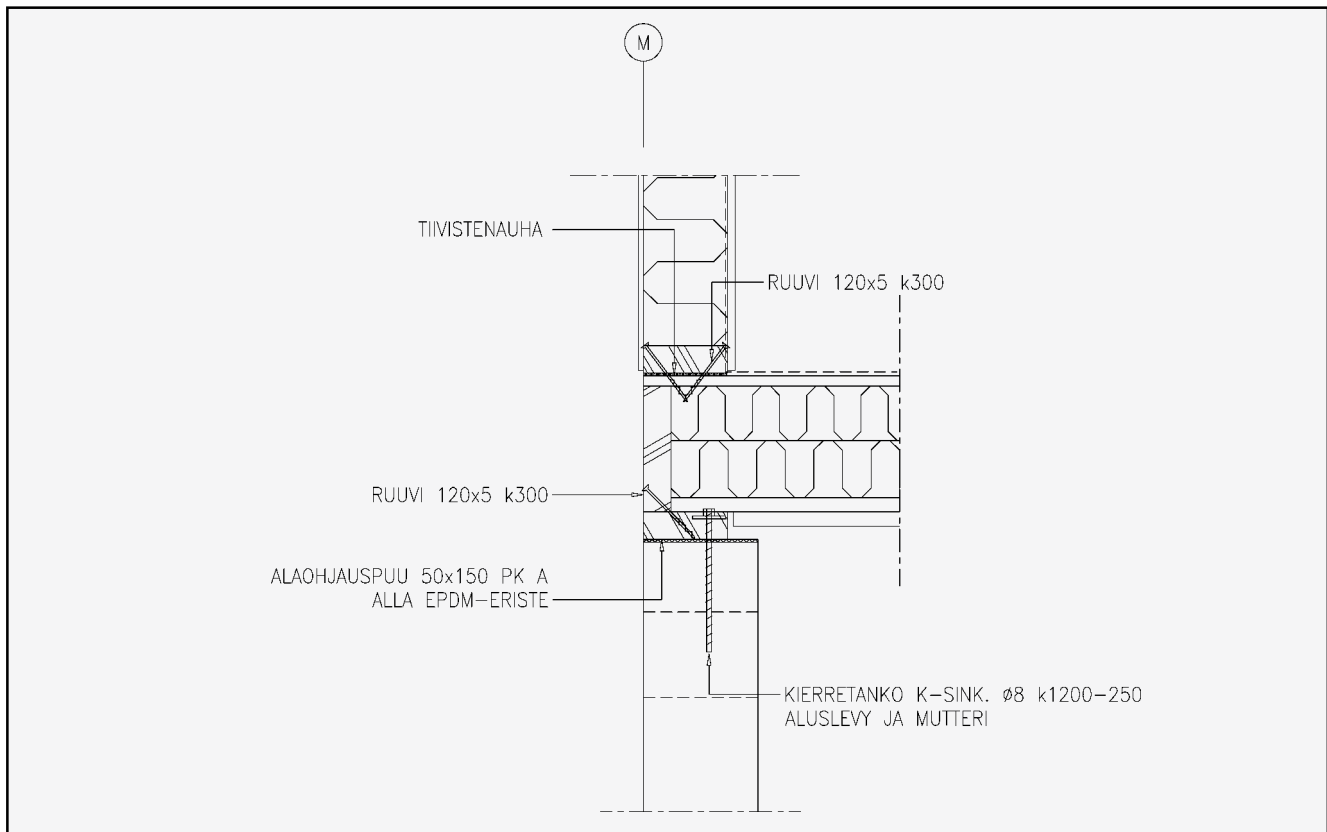
5.3.1 Alapohja - kantava ja ei-kantava ulkoseinä A101a,

Liitteenä olevat muut vaihtoehdot:

Alapohja - kantava huoneiston sisäinen väliseinä A110a,
 alapohja - kantava ja ei-kantava huoneistojen välinen seinä A120a

Kuvassa oleva vaihtoehto a

- Seinäelementtinä on avoin runkoelementti ja alapohja on paikalla rakennettu.
- Alaohjauspuun ja perustuksen välissä käytetään kapillaarisen kosteuden nousun estävää eristettä.
- Seinäelementin alasidepuun ja aluslattialevyn välissä käytetään tiivistenauhaa, jonka kiinnitys kuuluu asennustoi- mitukseen.
- Seinäelementti naulataan alasidepuun ja aluslattialevyn läpi kehäpalkkeihin ja poikittaisjäykisteisiin.



Kuva 5.23 Alapohjajaelementti A101b

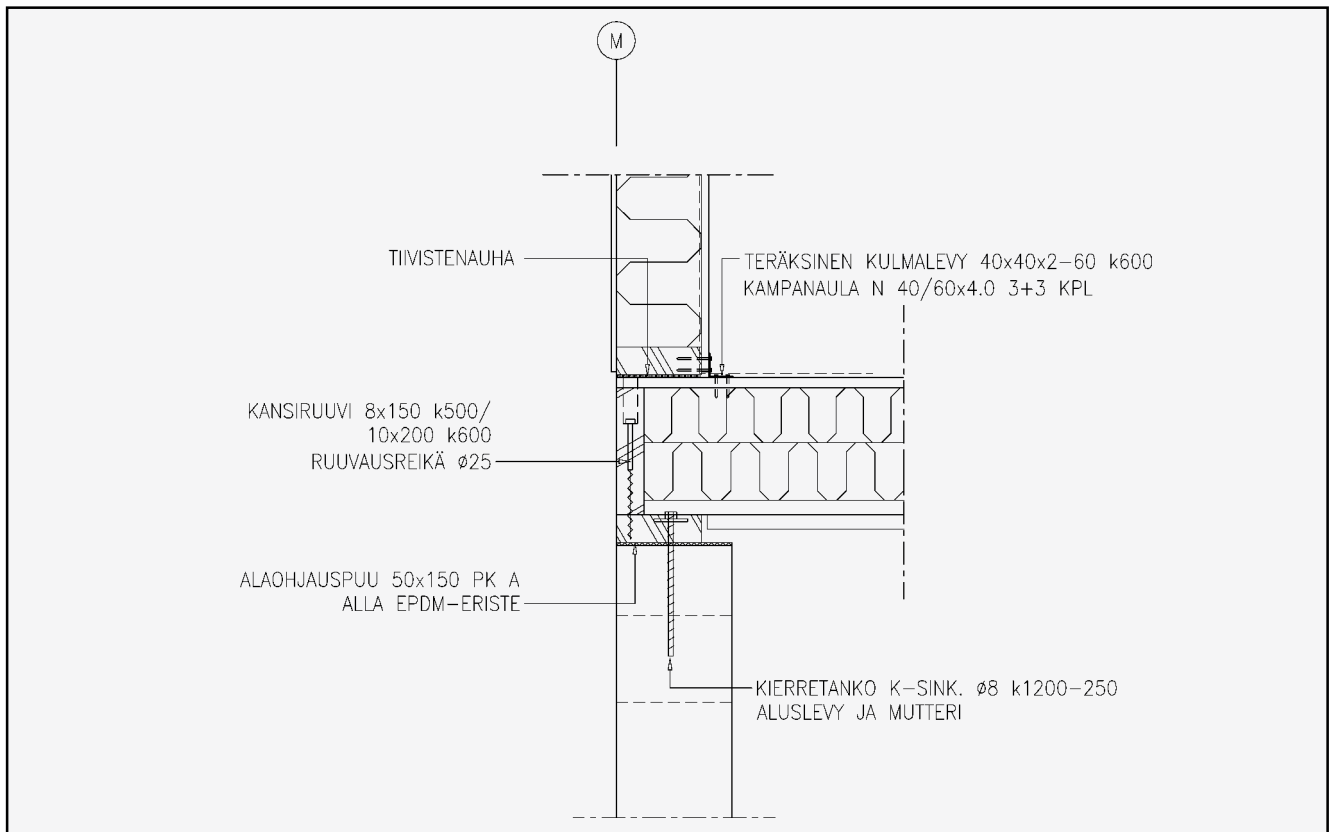
5.3.2 Alapohja - kantava ja ei-kantava ulkoseinä A101b,

Liitteenä olevat muut vaihtoehdot:

Alapohja - kantava huoneiston sisäinen väliseinä A110b,
alapohja - kantava ja ei-kantava huoneistojen välinen seinä
A120b

Kuvassa oleva vaihtoehto b

- Alaohjauspuun ja perustuksen välissä käytetään kapillaarisen kosteuden nousun estävää eristettä.
- Alapohjajaelementti voidaan ulkoseinillä kiinnittää vinoruuveilla. Väliseinien kohdalla alapohjajaelementti ruuvataan kehäpalkin läpi alasidepuuhun. Ruuvausreiät tehdään elementtitehtaalla.
- Seinäelementtien kiinnitys voidaan suorittaa molemmilta puolilta. Näin liitoksesta saadaan lujempi kuin yhdeltä puolen kiinnittäessä.
- Liittiminä voidaan käyttää esiporattuja yleisruuveja tai poraruuveja.
- Käyttämällä stopparia alapohjalaatan reunassa helpotetaan seinäelementin asennusta ja vähennetään vinoruuvauksen aiheuttamaa liukumista elementtien välillä.



Kuva 5.24 Alapohjaelementti A101c

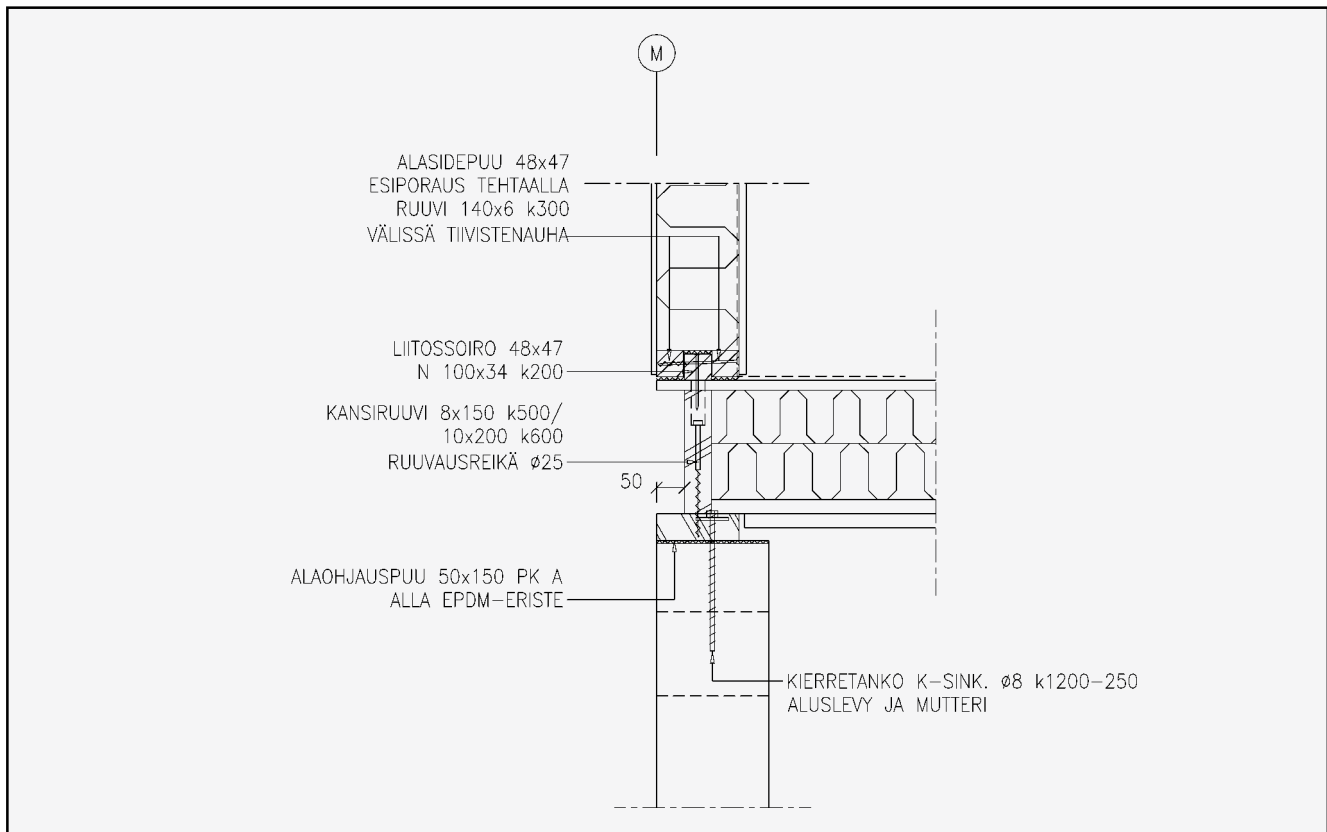
5.3.3 Alapohja - kantava ja ei-kantava ulkoseinä A101c,

Liitteenä olevat muut vaihtoehdot:

Alapohja - kantava huoneiston sisäinen väliseinä A110c,
 alapohja - kantava ja ei-kantava huoneistojen välinen seinä A120c

Kuvassa oleva vaihtoehto c

- Alaohjauspuun ja perustuksen välissä käytetään kapillaarisen kosteuden nousun estävää eristettä.
- Alapohjaelementti kiinnitetään kehäpalkin läpi ruuvaamalla. Elementin esiporatut ruuvausreiät tehdään elementti-tehtaalla.
- Seinän alapään liitoksessa kulmavevyjen käyttö edellyttää kelluvaa pintalattiaa.



Kuva 5.25 Alapohjajaelementti A101d

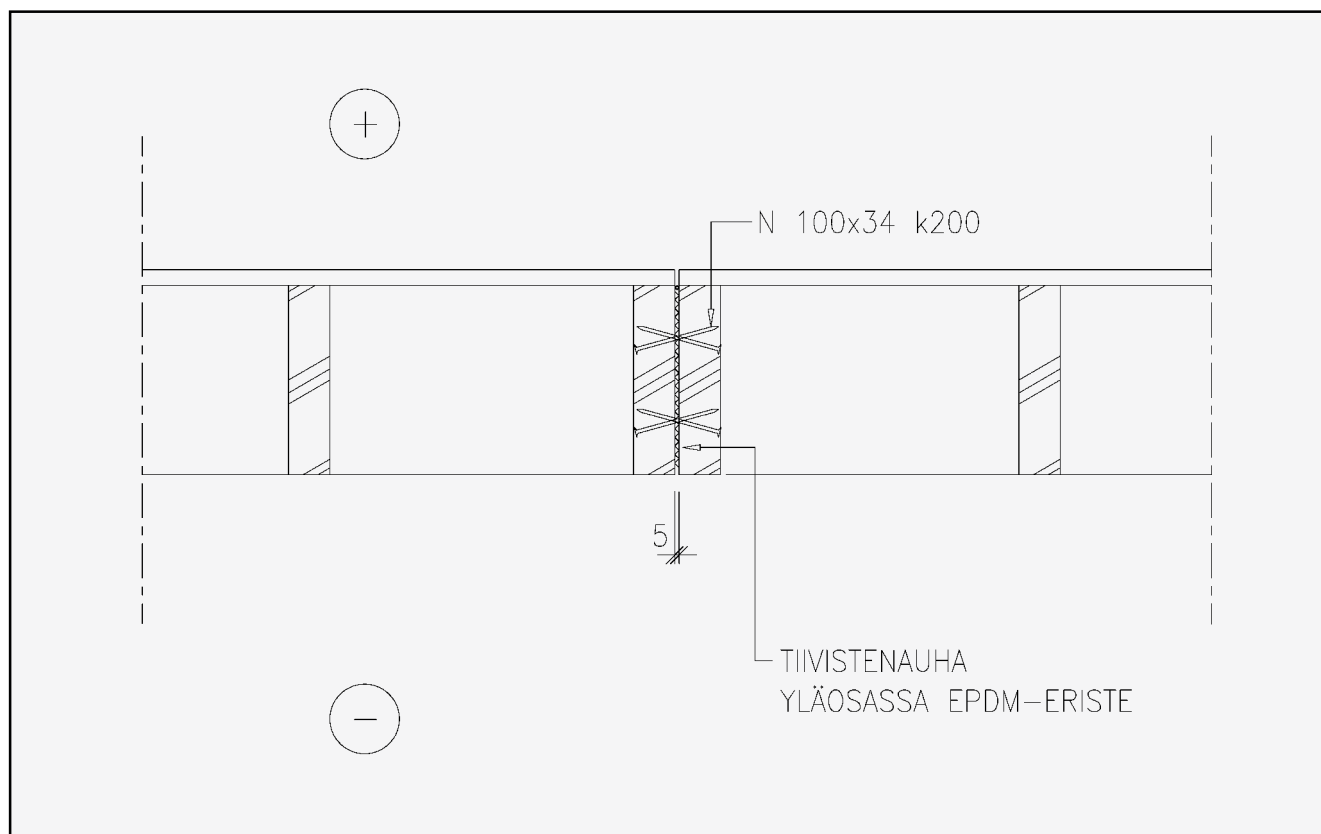
5.3.4 Alapohja - kantava ja ei-kantava ulkoseinä A101d,

Liitteenä olevat muut vaihtoehdot:

Alapohja - kantava huoneiston sisäinen väliseinä A110d,
alapohja - kantava ja ei-kantava huoneistojen välinen seinä
A120d

Kuvassa oleva vaihtoehto d

- Ulkoseinällä kehäpalkki asennetaan runkolinjan sisäpuolelle n. 50 mmm, jolloin alapohjan kohdalle lisätään eriste ja tuulensuojalevy.
- Alapohjan kiinnityksessä tarvittavat ruuvausreiät tehdään tarvittaessa elementtitehtaalla.
- Seinän alapään liitoksen liitossoiro ja tiivistenauhat toimitetaan elementin mukana ja ne kiinnittää seinän asentaja.

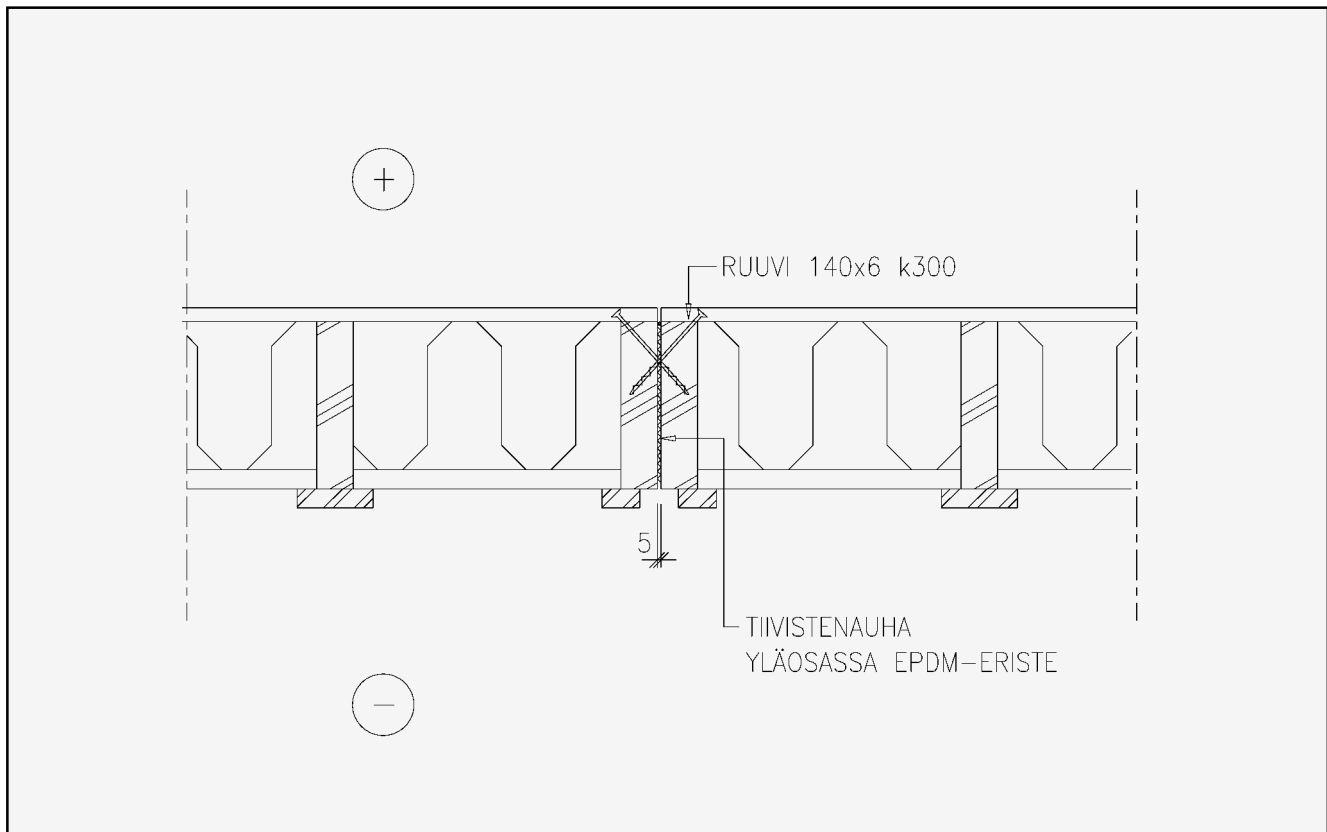


Kuva 5.26 Alapohjaelementti A130a

5.3.5 Alapohjaelementti - alapohjaelementti A130a

Kuvassa oleva vaihtoehto a

- Elementit liitetään naulaamalla palkkien läpi.
- Saumassa yläosassa käytetään epdm-tiivistettä, jolla saavutetaan rakenteen höyrytiiveys. Sauman alaosa täytetään tiivistenauhalla.

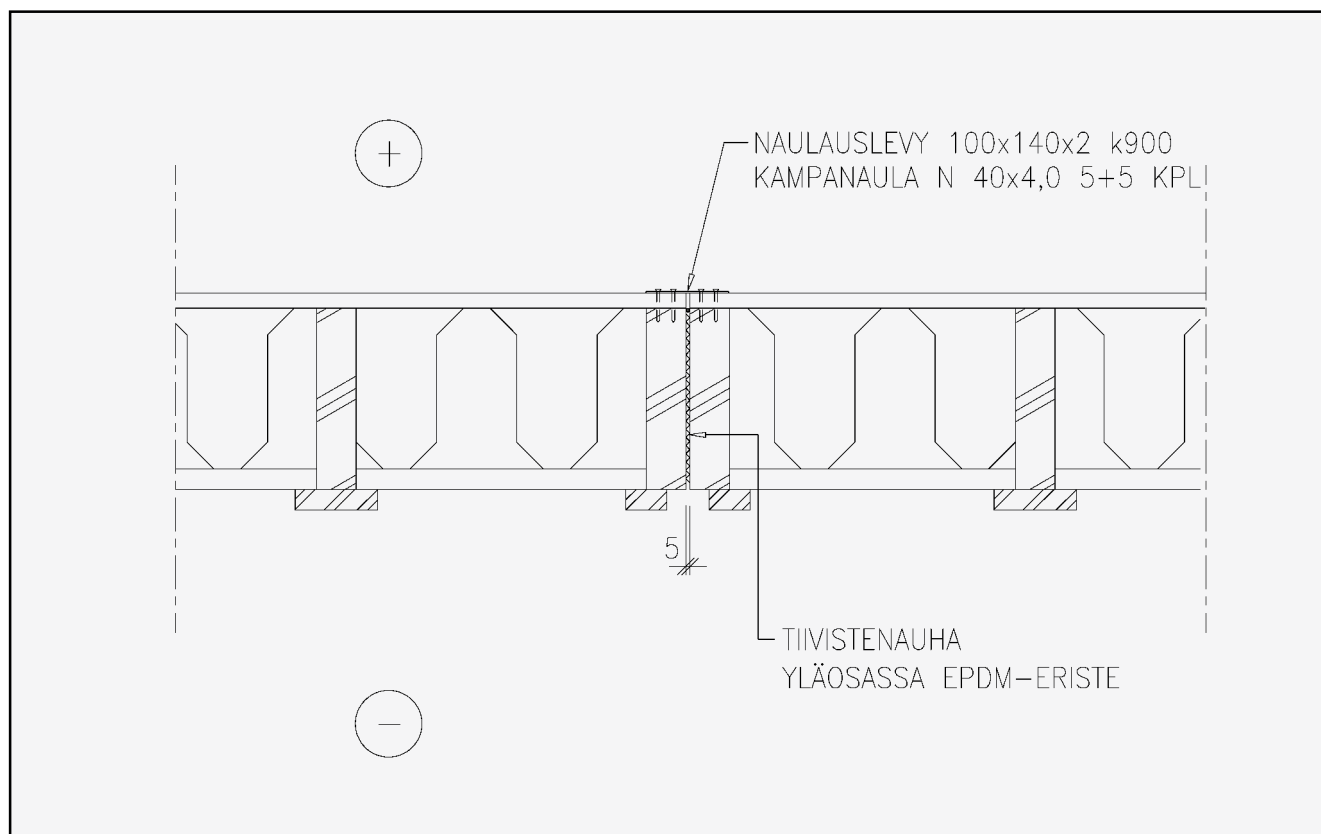


Kuva 5.27 Alapohjaelementti A130b

5.3.6 Alapohjaelementti - alapohjaelementti A130b

Kuvassa oleva vaihtoehto b

- Elementit liitetään vinoruuveilla aluslattialevyn päältä.
- Elementtien välisen sauman yläosassa käytetään epdm-tiivistettä, jolla saavutetaan rakenteen höyrytiiveys. Sauman alaosaa täytetään tiivistenauhalla.

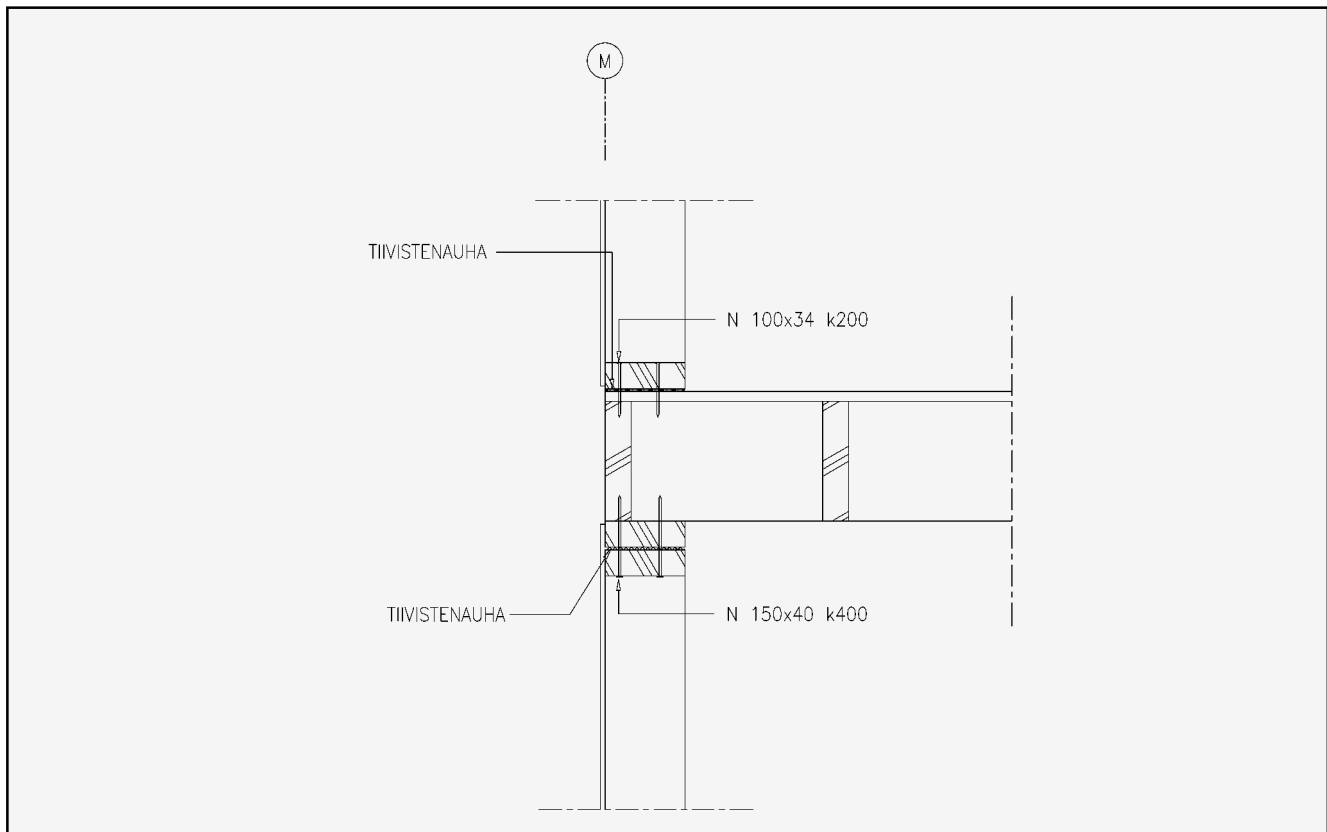


Kuva 5.28 Alapohjaelementti A130c

5.3.7 Alapohjaelementti - alapohjaelementti A130c

Kuvassa oleva vaihtoehto c

- Vierekkäiset alapohjaelementit liitetään yhteen naulauslevyillä aluslattialevyn päältä.
- Liitoksen pystysuora leikkauskestävyys on heikko.
- Elementtien välisen sauman yläosassa käytetään epdm-tiivistettä, jolla saavutetaan rakenteen höyrytiiveys. Sauman alaosa täytetään tiivistenuhalla.



Kuva 5.29 Välipohjajaelementti V201a

5.4. Välipohjan liitokset

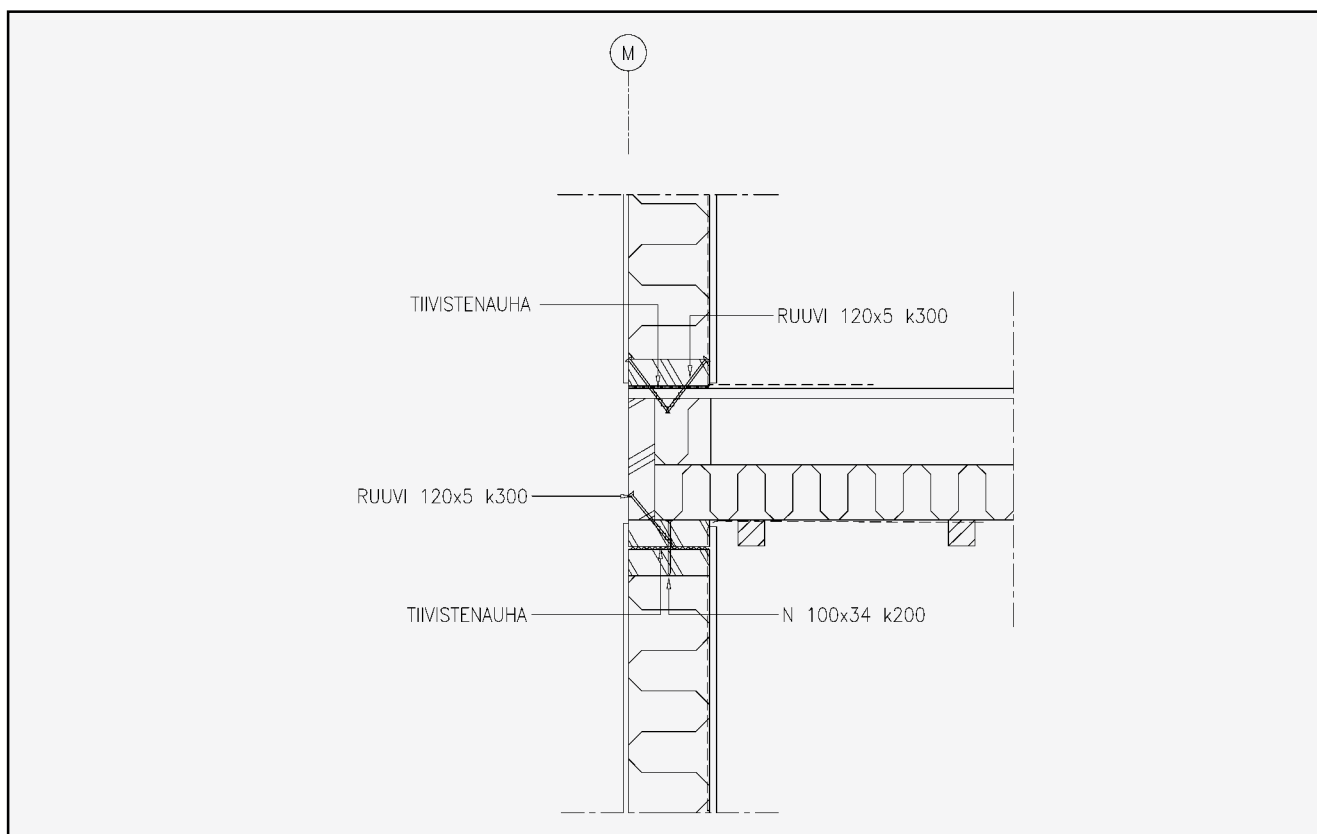
5.4.1 Välipohja - kantava ja ei-kantava ulkoseinä V201a,

Liitteenä olevat muut vaihtoehdot:

Välipohja - kantava huoneiston sisäinen väliseinä V210a,
välipohja - kantava ja ei-kantava huoneistojen välinen seinä V220a

Kuvassa oleva vaihtoehto a

- Seinä- ja välipohjajaelementit ovat avonaisia runko-elementtejä.
- Seinä- ja välipohjajaelementtien välissä käytetään tiivistenauhaa, jonka toimittaa ja kiinnittää seinäelementin asentaja.
- Seinäelementti naulataan alasidepuun ja aluslattialevyn läpi kehäpalkkeihin ja poikittaisjäykisteisiin.
- Välipohja kiinnitetään alapuolella olevaan seinään naulaamalla yläsidepuiden läpi.
- Vierekkäiset välipohjajaelementit yhdistetään naulauslevyillä toisiinsa huoneistojen välisen seinän kohdalla.
- Välipohjajaelementtien välissä olevan palokatkon asentaa välipohjan asentaja



Kuva 5.30 Välipohjaelementti V201b

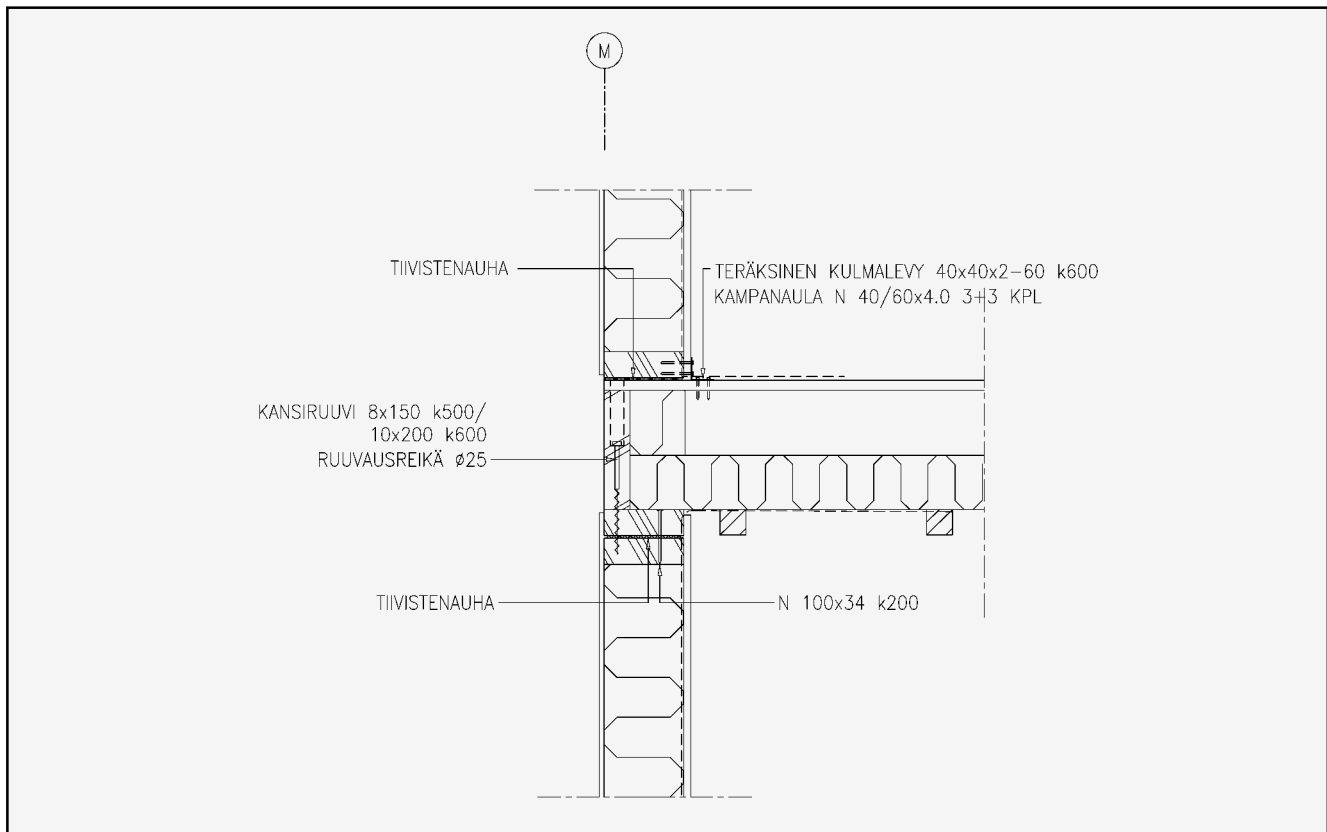
5.4.2 Välipohja - kantava ja ei-kantava ulkoseinä V201b,

Liitteenä olevat muut vaihtoehdot:

Välipohja - kantava huoneiston sisäinen väliseinä V210b,
välipohja - kantava ja ei-kantava huoneistojen välinen seinä V220b

Kuvassa oleva vaihtoehto b

- Elementtien välisissä saumoissa käytetään tiivistenauhaa.
- Vinoruuvit kiinnitetään välipohjapalkkien ja poikittaispalkkien kohdalle.
- Liittiminä voidaan käyttää itseporautuvia yleisruuveja tai poraruuveja. Paksut ruuvit vaativat esiporauksen.
- Käyttämällä stopparia välipohjan reunassa helpotetaan asennusta ja estetään vinoruuvauksen aiheuttamaa liukumista seinän ja välipohjan välillä.
- Huoneistojen välisen seinän kohdalla vierekkäiset välipohjaelementit yhdistetään naulauslevyillä toisiinsa.



Kuva 5.31 Välipohjaelementti V201c

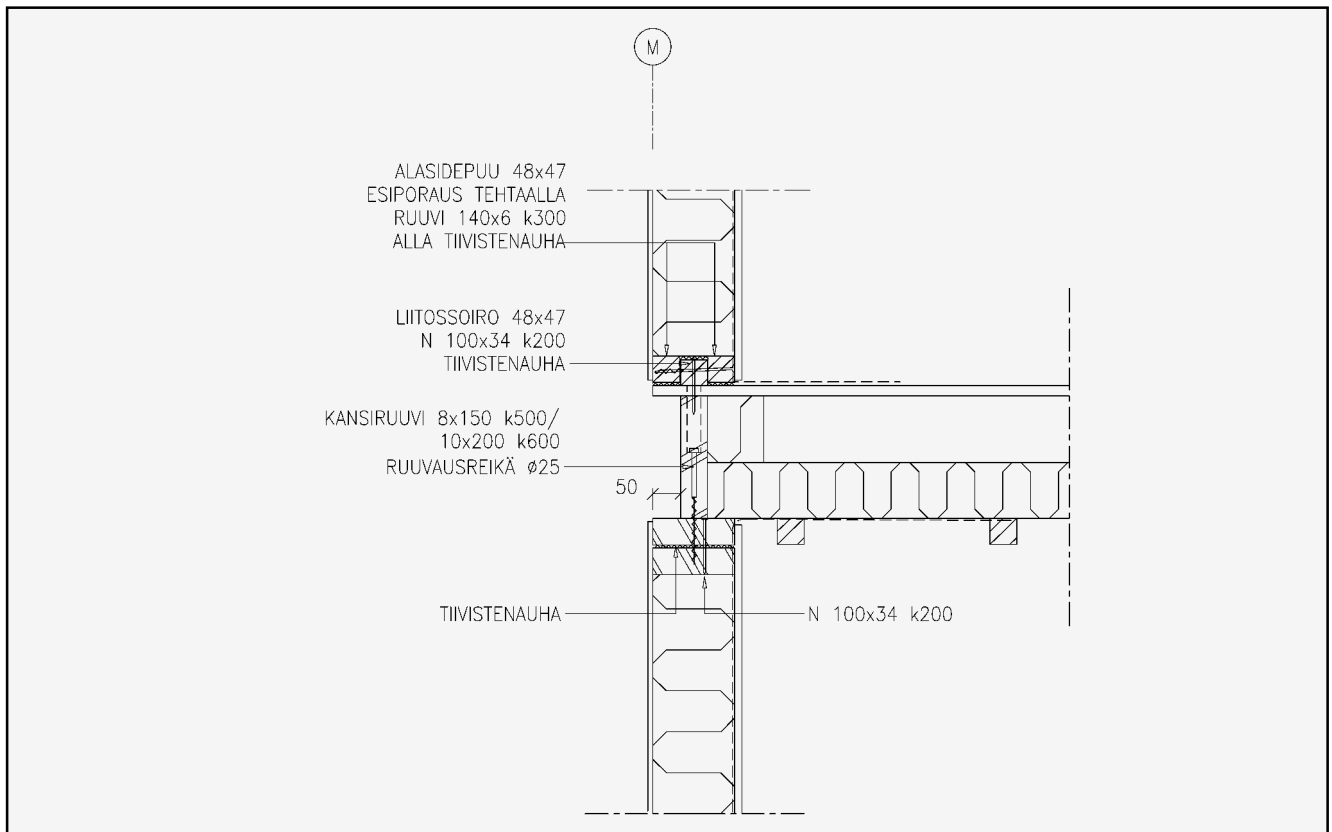
5.4.3 Välipohja - kantava ja ei-kantava ulkoseinä V201c,

Liitteenä olevat muut vaihtoehdot:

Välipohja - kantava huoneiston sisäinen seinä V210c, välipohja - kantava ja ei-kantava huoneistojen välinen seinä V220c

Kuvassa oleva vaihtoehto c

- Kulmalevyjen käyttö edellyttää kelluvaa lattiarakennetta.
- Elementtien välisissä saumoissa käytetään tiivistenauhaa, jonka toimittaa ja kiinnittää seinän asentaja.
- Kulmalevyn kapasiteetti ja toiminta palotilanteessa on tarkastettava tapauskohtaisesti.



Kuva 5.32 Välipohjaelementti V201d

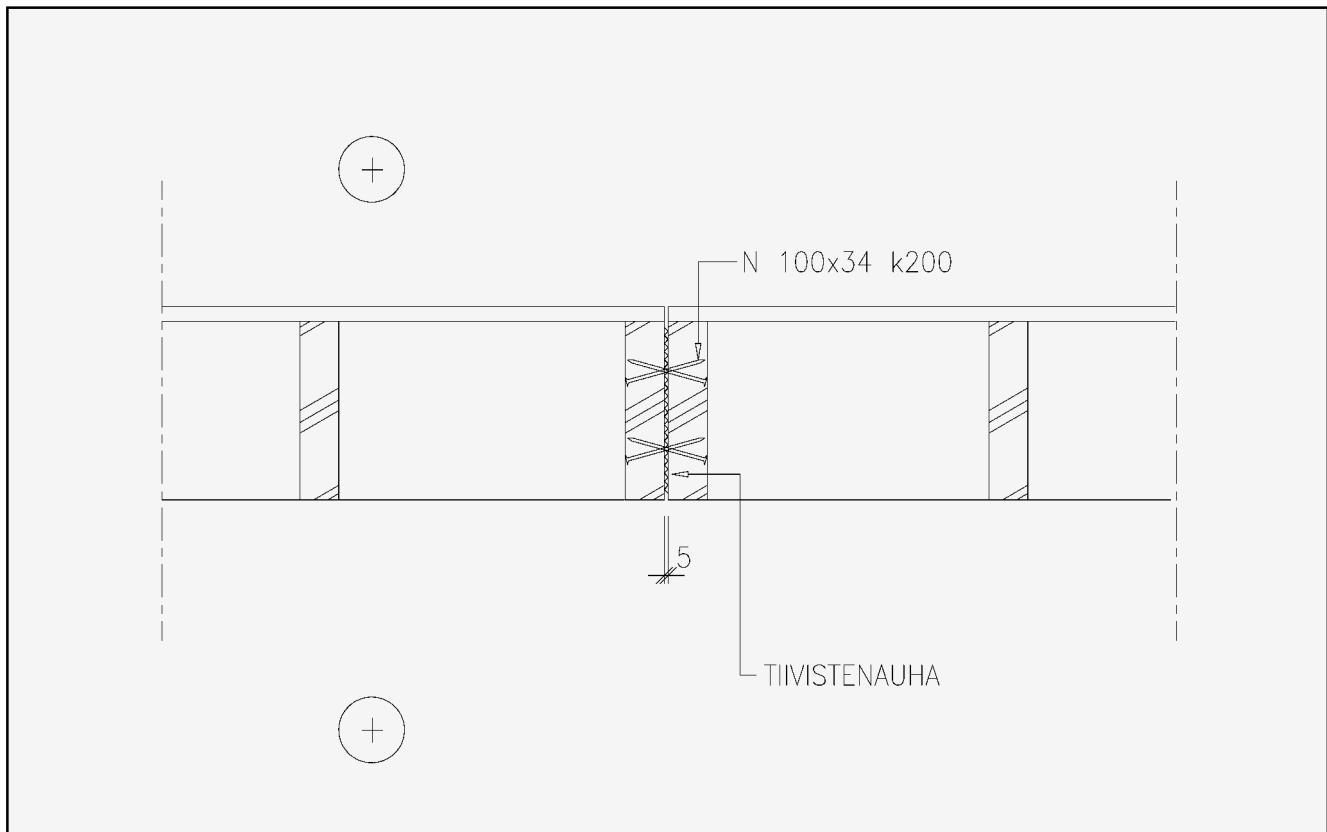
5.4.4 Välipohja - kantava ja ei-kantava ulkoseinä V201d,

Liitteenä olevat muut vaihtoehdot:

Välipohja - kantava huoneiston sisäinen seinä V210d, välipohja - kantava ja ei-kantava huoneistojen välinen seinä V220d

Kuvassa oleva vaihtoehto d

- Alasidepuu on jaettu kahteen tai kolmeen osaan.
- Elementtien välisissä saumoissa käytetään tiivistenauhaa, jonka toimittaa ja kiinnittää seinän asentaja.
- Välipohjan kiinnityksessä käytettävät ruuvausreiät tehdään tarvittaessa tehtaalla.
- Välipohjan liittiminä käytetään kansiruuveja tai poraruuveja. Kansiruuvit vaativat esiporauksen yläsidepuihin.
- Seinän alapään liitoksen liitossoiro toimitetaan seinäelementin mukana ja sen kiinnittää elementtiasentaja.
- Seinäelementti kiinnitetään ruuveilla alasidepuun läpi.

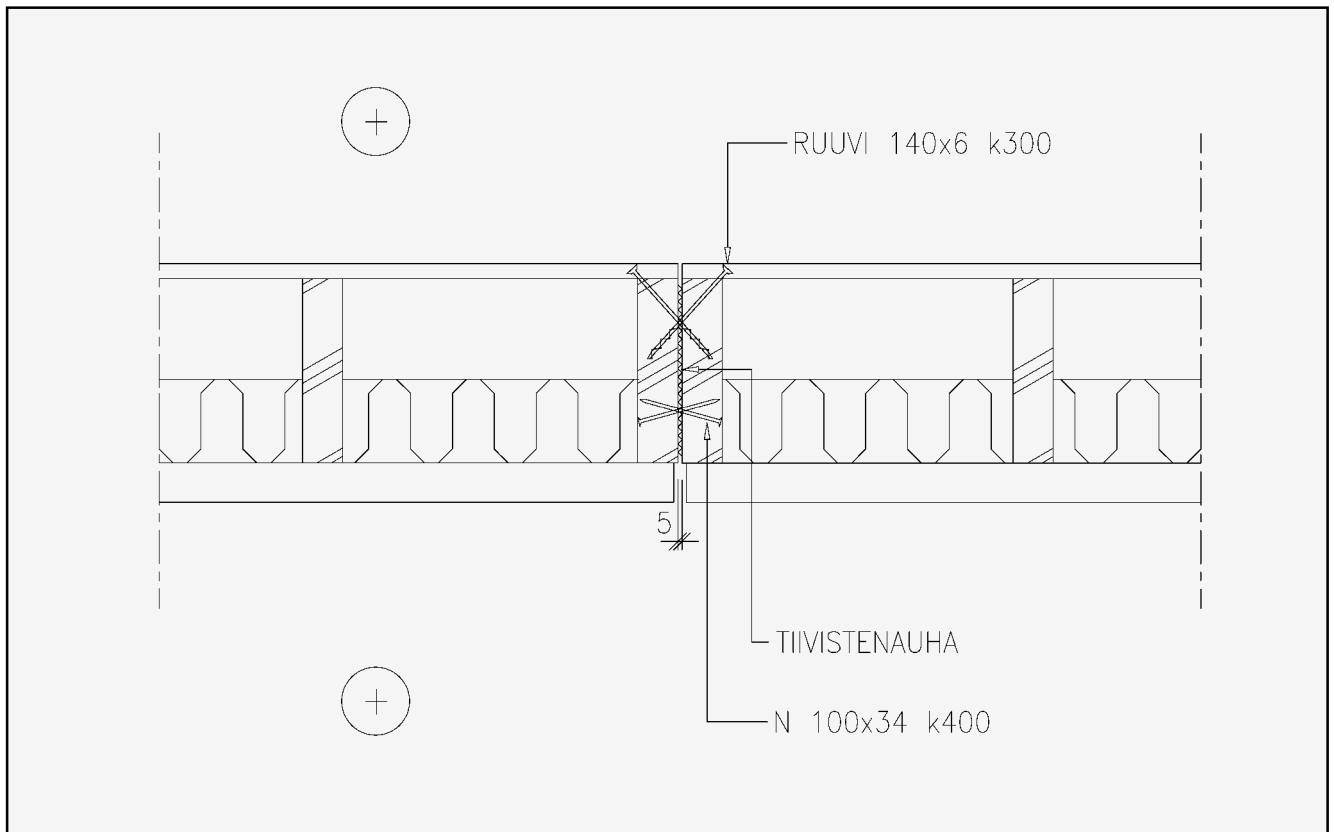


Kuva 5.33 Välipohjaelementti V230a

5.4.5 Välipohjaelementti - välipohjaelementti V230a

Kuvassa oleva vaihtoehto a

- Välipohja on avoin runkoelementti.
- Vierekkäiset elementit liitetään tason alapuolelta naulaamalla.
- Saumassa käytetään tiivistenauhaa, jonka toimittaminen ja kiinnittäminen kuuluu elementtien asentajalle.

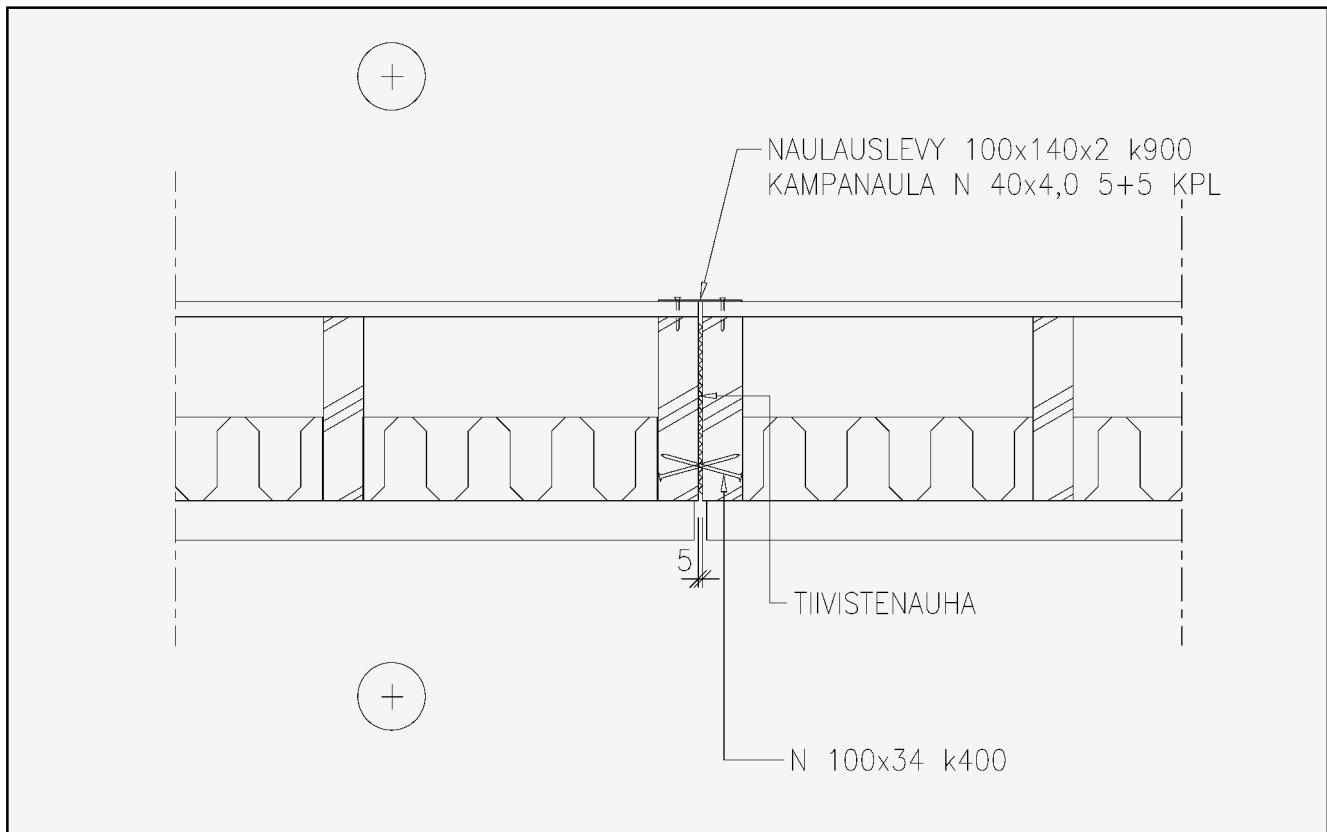


Kuva 5.34 Välipohjaelementti V230b

5.4.6 Välipohjaelementti - välipohjaelementti V230b

Kuvassa oleva vaihtoehto b

- Elementit liitetään toisiinsa tason päältä vinoruuveilla ja tason alapuolelta naulaamalla.
- Saumassa käytetään tiivistenauhaa, jonka toimittaminen ja kiinnittäminen kuuluu elementtien asentajalle.



Kuva 5.35 Välipohjajaelementti V230c

5.4.7 Välipohjajaelementti - välipohjajaelementti V230c

Kuvassa oleva vaihtoehto c

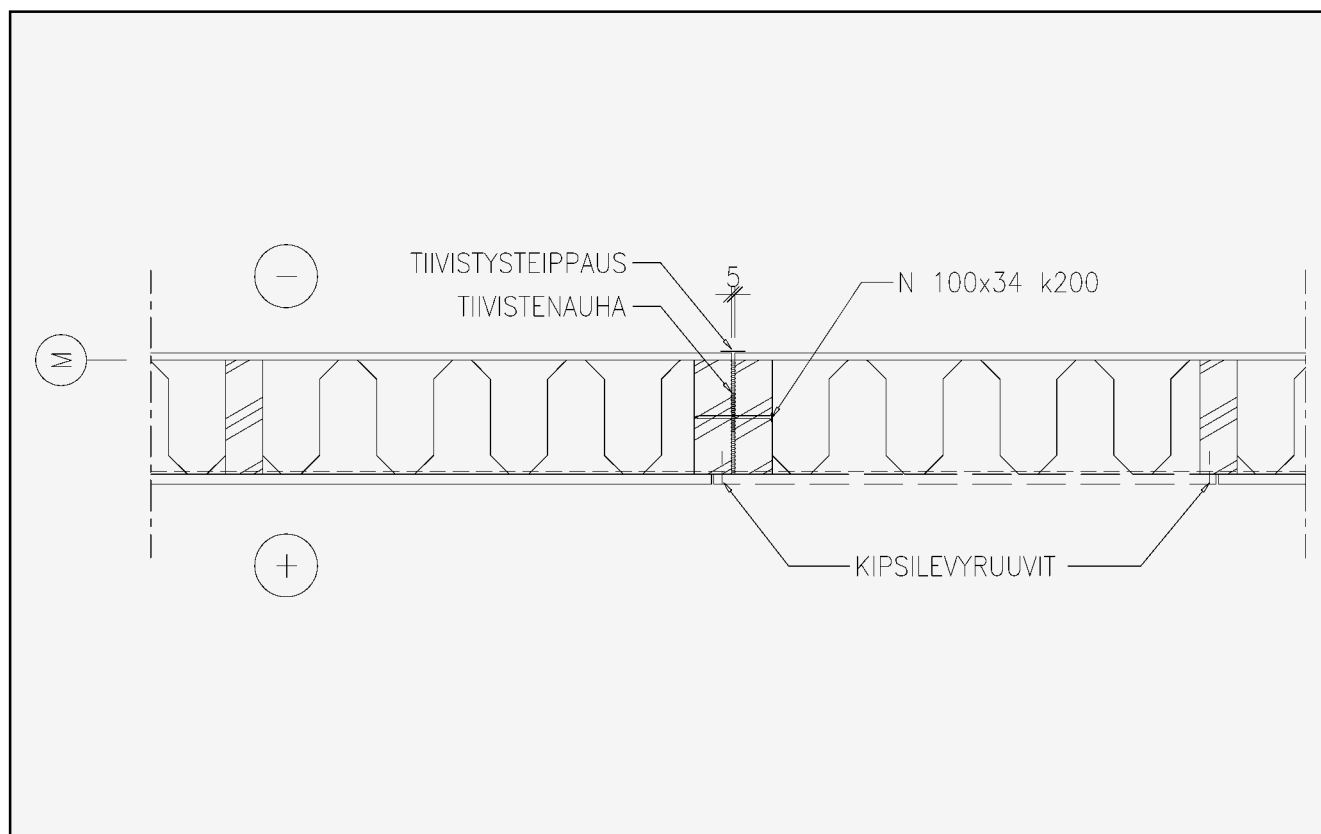
- Liitos edellyttää kelluvaa lattiarakennetta.
- Elementit liitetään naulauslevyillä toisiinsa aluslattialevyn päältä.
- Liitoksen pystysuora leikkauskestävyys on heikko.
- Saumassa käytetään tiivistenauhaa, jonka toimittaminen ja kiinnittäminen kuuluu elementtien asentajalle.

5.5. Seinien pystyliitokset

5.5.1 Ulkoseinäelementti - ulkoseinäelementti, suoraliitos S301a;

Liitteenä olevat muut vaihtoehdot:

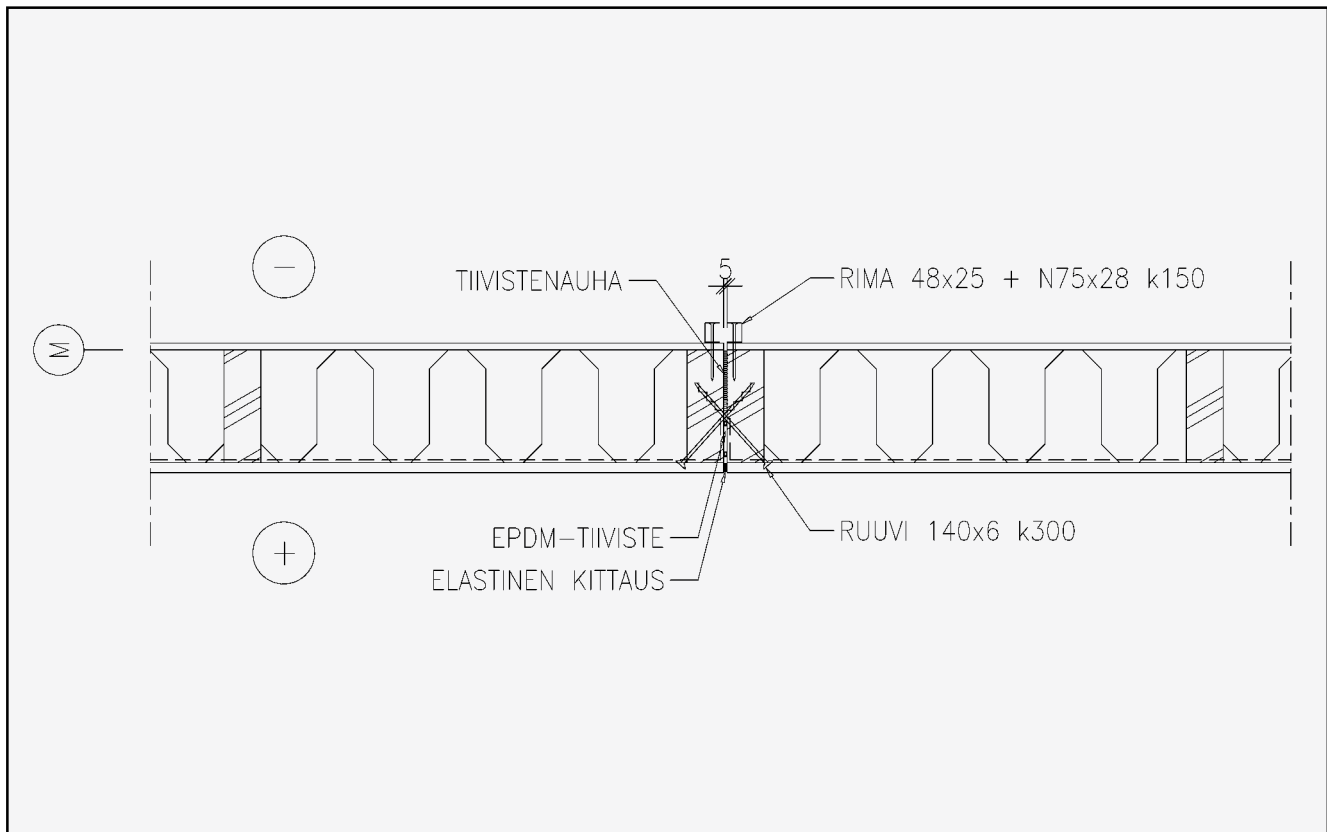
Ulkoseinäelementti - ulkoseinäelementti, ulkonurkka S310a;
 Ulkoseinäelementti - ulkoseinäelementti, sisänurkka S320a;
 Ulkoseinä - kantava huoneiston sisäinen väliseinä S330a;
 Ulkoseinä - huoneistojen välinen seinä S340a;
 Huoneistojen välinen seinä - huoneistojen välinen seinä S350a



Kuva 5.36 Ulkoseinäelementti S301a

Kuvassa oleva vaihtoehto a

- Ulkoseinäelementtien välisissä liitoksissa käytetään tiivistenauhaa. Huoneistojen välisten seinien liitoksissa käytetään epdm-tiivistettä. Tiivisteet toimittaa ja asentaa elementtiasentaja.
- Elementit kiinnitetään toisiinsa naulaamalla asennusaukon kautta.
- Liittiminä käytetään lanka- tai konenauloja.
- Asennusaukkoon lisätään tarvittavat eristeet.
- Ulkoseinien höyrynsulku tai ilmasulku limitetään ja teipataan tiiviiksi asennusaukon kohdalla.
- Asennusaukon kohdalla oleva sisäverhouslevy asennetaan työmaalla tai se voi olla asennettuna väliaikaisesti jo tehtaalla.
- Levysaumojen tiiveys varmistetaan akustisella kittauksella ja ulkoseinissä ulkopuolelta tiivistenauhalla (teippaus).



Kuva 5.37 Väliopohjaelementti S301b

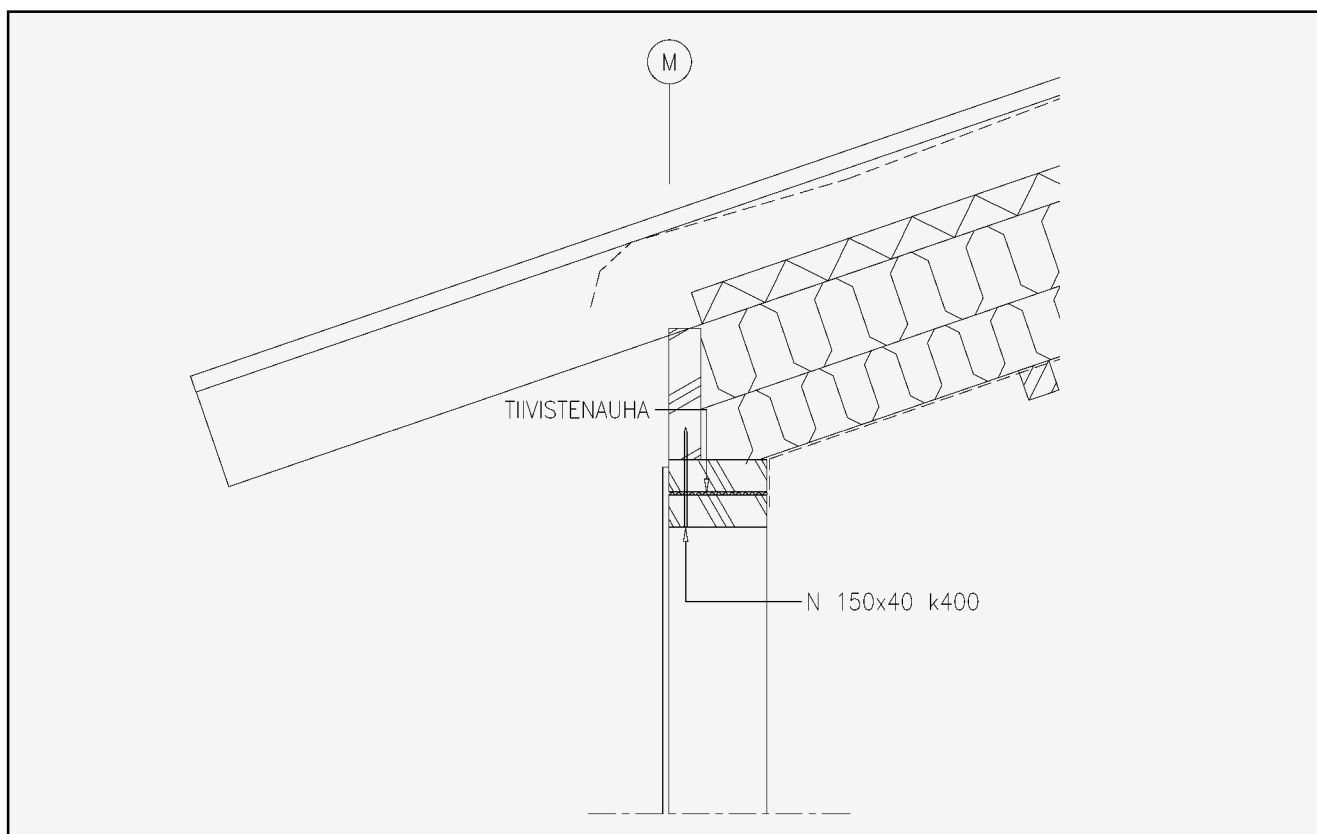
5.5.2 Ulkoseinäelementti - ulkoseinäelementti, suoraliitos S301b;

Liitteenä olevat muut vaihtoehdot:

- Ulkoseinäelementti - ulkoseinäelementti, ulkonurkka S310b;
- Ulkoseinäelementti - ulkoseinäelementti, sisänurkka S320b;
- Ulkoseinä - kantava huoneiston sisäinen väliseinä S330b;
- Ulkoseinä - huoneistojen välinen seinä S340b;
- Huoneistojen välinen seinä - huoneistojen välinen seinä S350b

Kuvassa oleva vaihtoehto b

- Ulkoseinäelementtien liitoksissa käytetään tiivistenauhaa ja epdm-tiivistettä, jonka toimittaa ja kiinnittää elementti-asettaja.
- Huoneistojen välisten seinien liitoksissa käytetään epdm-tiivistettä.
- Elementtien liitos tehdään vinoruuveilla.
- Liittiminä käytetään esiporattuja yleisruuveja tai poraruuveja.
- Ulkoseinien palonaikainen jäykistyskestävyys varmistetaan tarvittaessa rimalla, joka naulataan elementtien ulkopintaan (3-4 kerroksiset rakennukset).
- Höyrynsulku tai ilmasulku käännetään elementtien väliin saumaan. Tiiveys varmistetaan saumaan asennettavalla epdm-tiivisteellä.
- Sisäpuoliset levysaumot tiivistetään elastisella massalla.



Kuva 5.38 Yläpohjajaelementti Y501a

5.6. Yläpohjan liitokset; palkeista kootut elementit

5.6.1 Yläpohja - kantava ulkoseinä Y501a,

Liitteenä olevat muut vaihtoehdot:

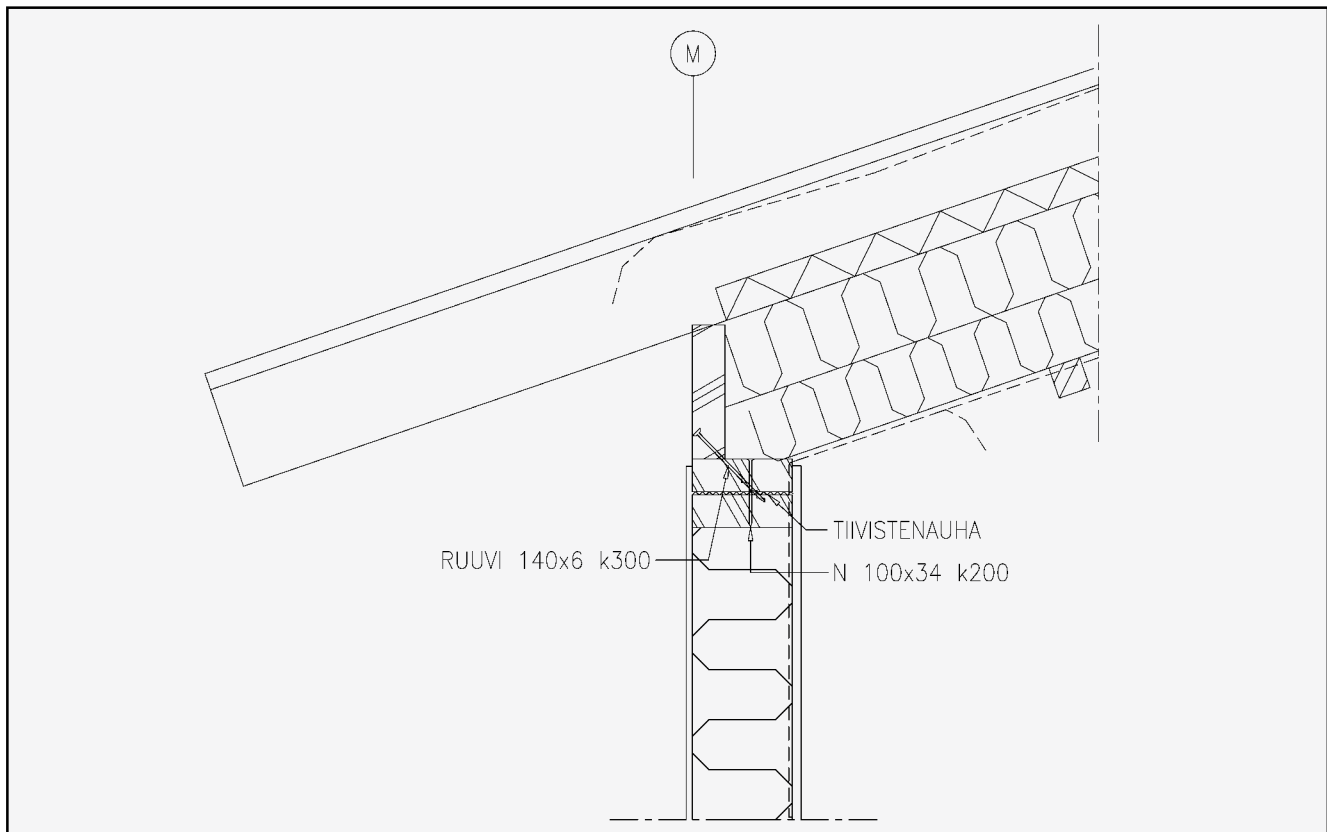
Yläpohja - ei-kantava ulkoseinä Y505a,

Yläpohja - kantava huoneiston sisäinen väliseinä Y510a,

Yläpohja - huoneistojen välinen seinä Y520a

Kuvassa oleva vaihtoehto a

- Seinäelementit ovat avonaisia runkoelementtejä.
- Huoneistojen välisen seinän päälle asetetaan höyry- tai ilmansulkukaista, joka limitetään ja teipataan yläpohja kanssa.
- Yläpohjajaelementti kiinnitetään alapuolelta naulaamalla yläsidepuiden läpi.



Kuva 5.39 Yläpohjajaelementti Y501b

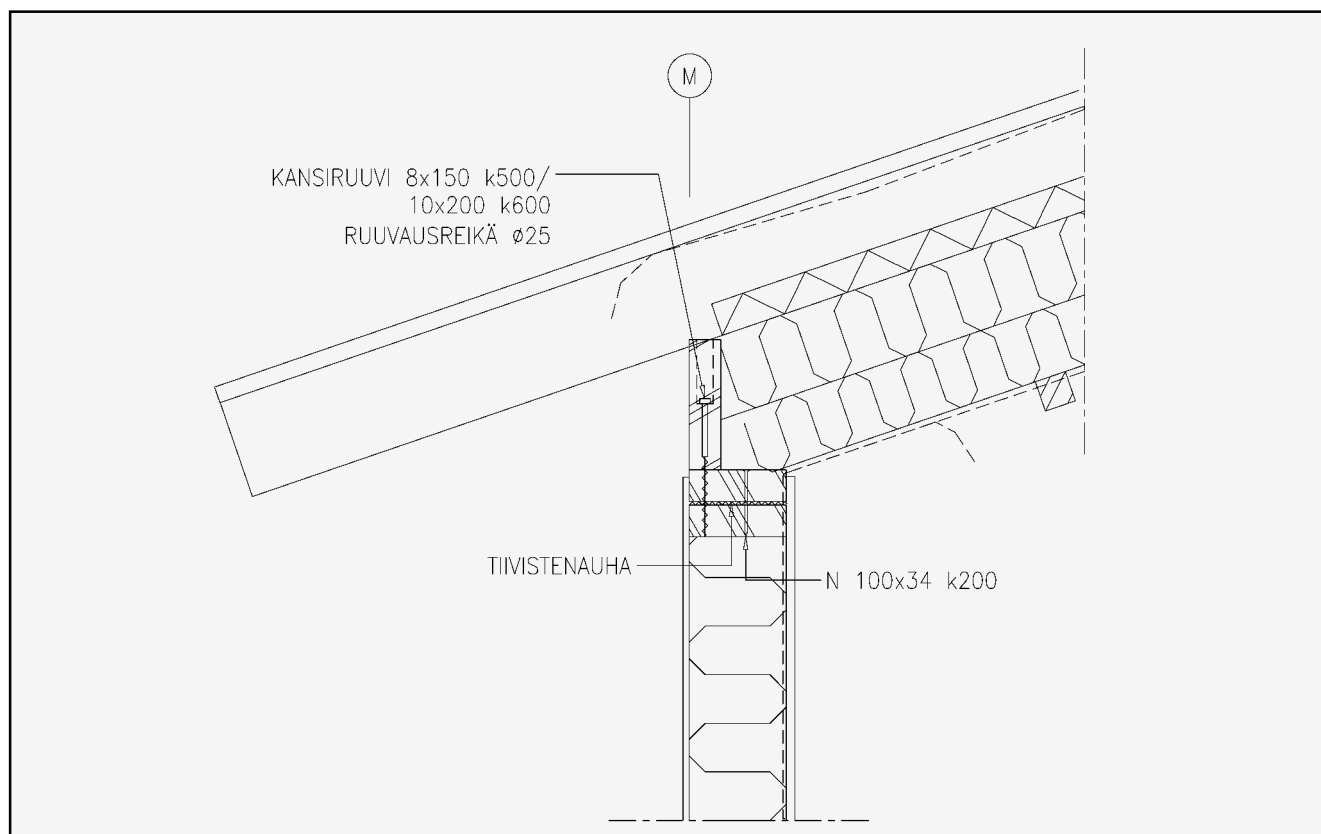
5.6.2 Yläpohja - kantava ulkoseinä Y501b,

Liitteenä oleva vaihtoehto:

Yläpohja - ei-kantava ulkoseinä Y505b,

Kuvassa oleva vaihtoehto b

- Yläpohja- ja seinäelementit ovat umpinaisia täyselementtejä.
- Kiinnittäminen suoritetaan ulkopuolelta vinosti ruuvaamalla.
- Liittiminä voidaan käyttää itseporautuvia yleisruuveja tai poraruuveja.



Kuva 5.40 Yläpohjaelementti Y501d

5.6.3 Yläpohja - kantava ulkoseinä Y501d,

Liitteenä olevat muut vaihtoehdot:

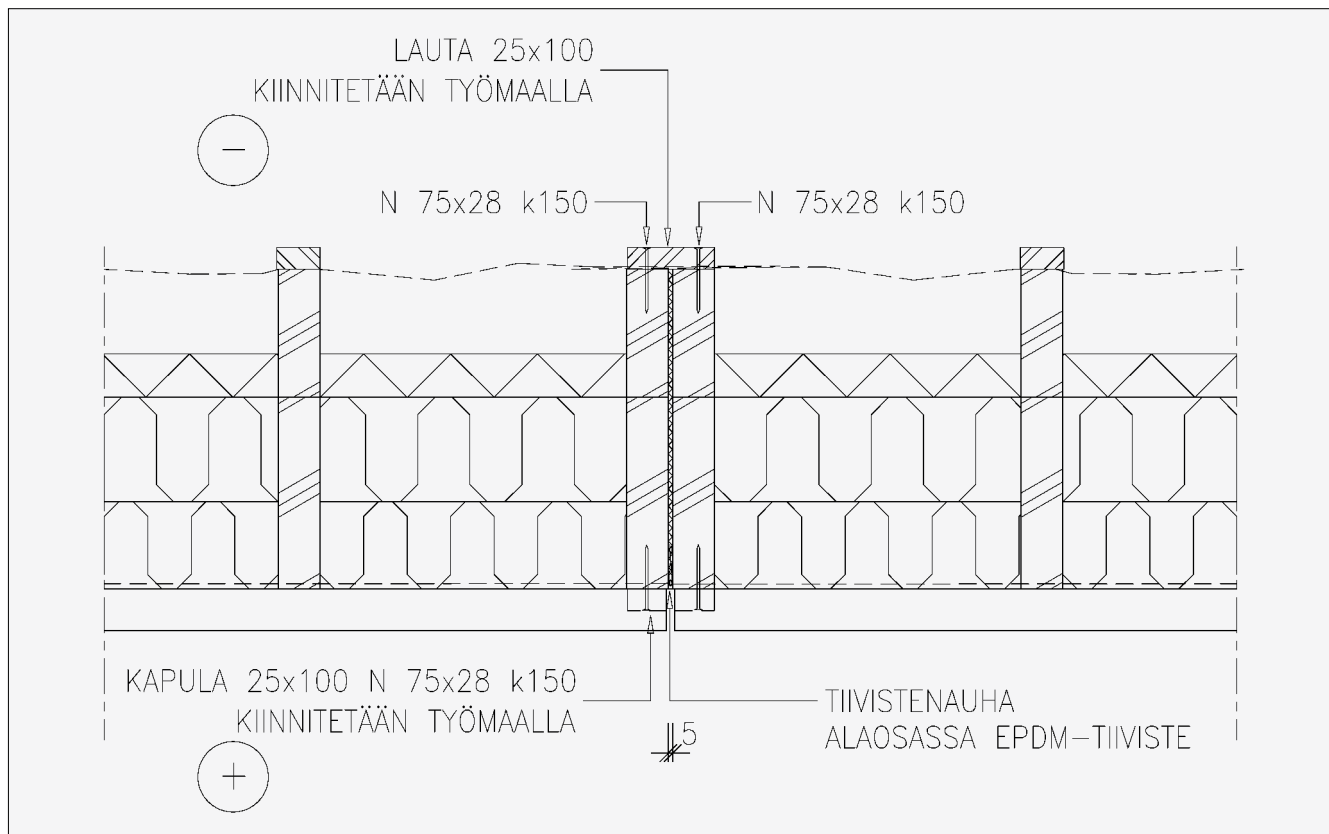
Yläpohja - ei-kantava ulkoseinä Y505d,

Yläpohja - kantava huoneiston sisäinen väliseinä Y510d,

Yläpohja - huoneistojen välinen seinä Y520d

Kuvassa oleva vaihtoehto d

- Yläpohja- ja seinäelementit ovat umpinaisia täyselementtejä.
- Huoneistojen välisen seinän päälle asetetaan höyryn- tai ilmansulkukaista, joka limitetään ja teipataan yläpohjan kanssa.
- Yläpohjaelementit kiinnitetään ruuveilla kehäpalkin läpi.
- Liittiminä käytetään kansiruuveja tai poraruuveja. Kansiruuvit vaativat esiporatun ruuvausreiän.
- Huoneistojen välisen seinän kohdalla yläpohjaelementit sidotaan tarvittaessa yhteen vaakakuormien siirtämiseksi toiseen palo-osastoon.

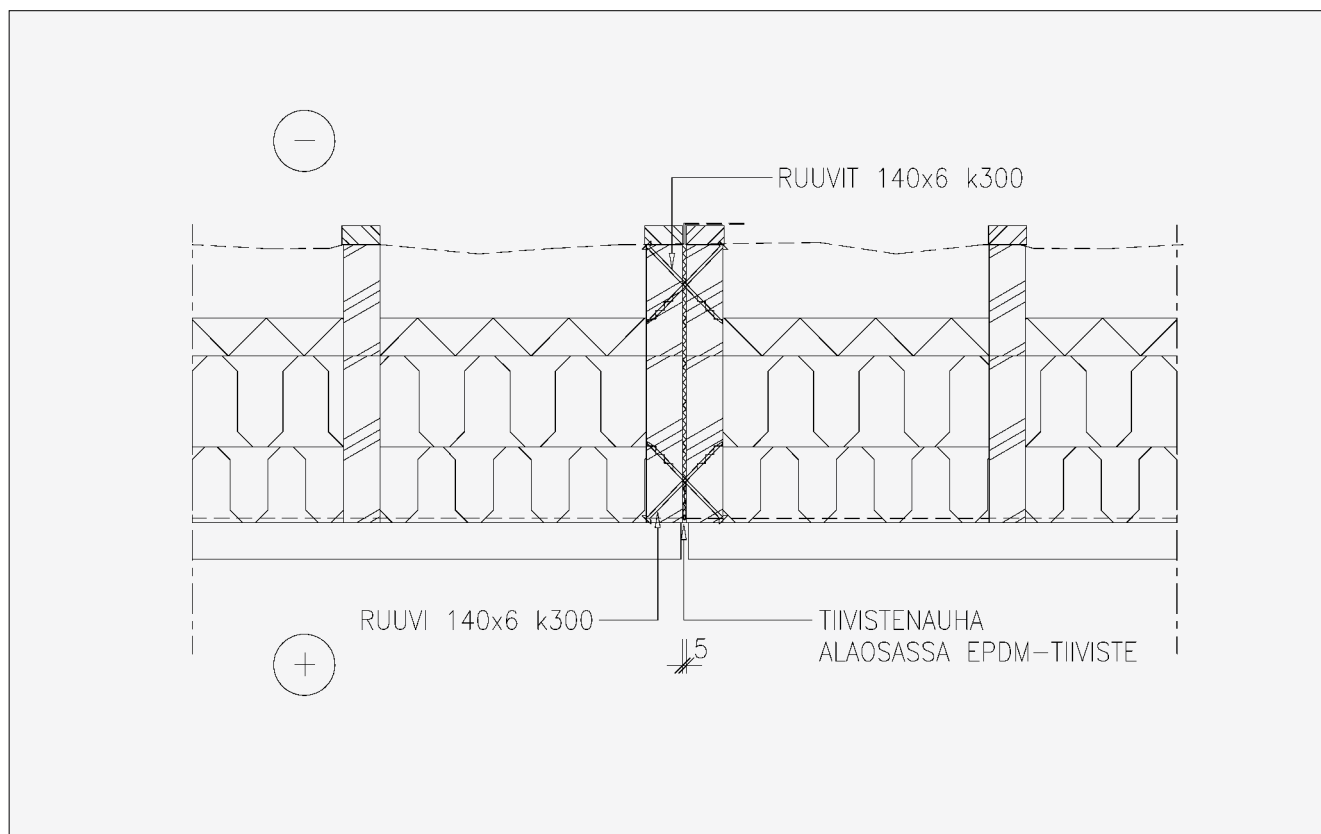


Kuva 5.41 Yläpohjaelementti Y530a

5.6.4 Yläpohjaelementti - yläpohjaelementti Y530a

Kuvassa oleva vaihtoehto a

- Elementit asennetaan tiiviisti toisiaan vasten siten, että saumaan asennettava tiivistenauha sekä epdm-tiiviste painuu kasaan ja sauman leveydeksi tulee noin 5 mm.
- Yläpohjaelementit kiinnitetään yläpuolelta naulaamalla palkkien läpi tai yhteen sitovalla laudalla palkkien päältä.
- Aluskate limitetään viereisen elementin kanssa yhteen sitovan kiinnityslaudan alle.
- Saumakohdan alapuolelle asennetaan elementit yhteen sitovia kapuloita koolaussväleihin.

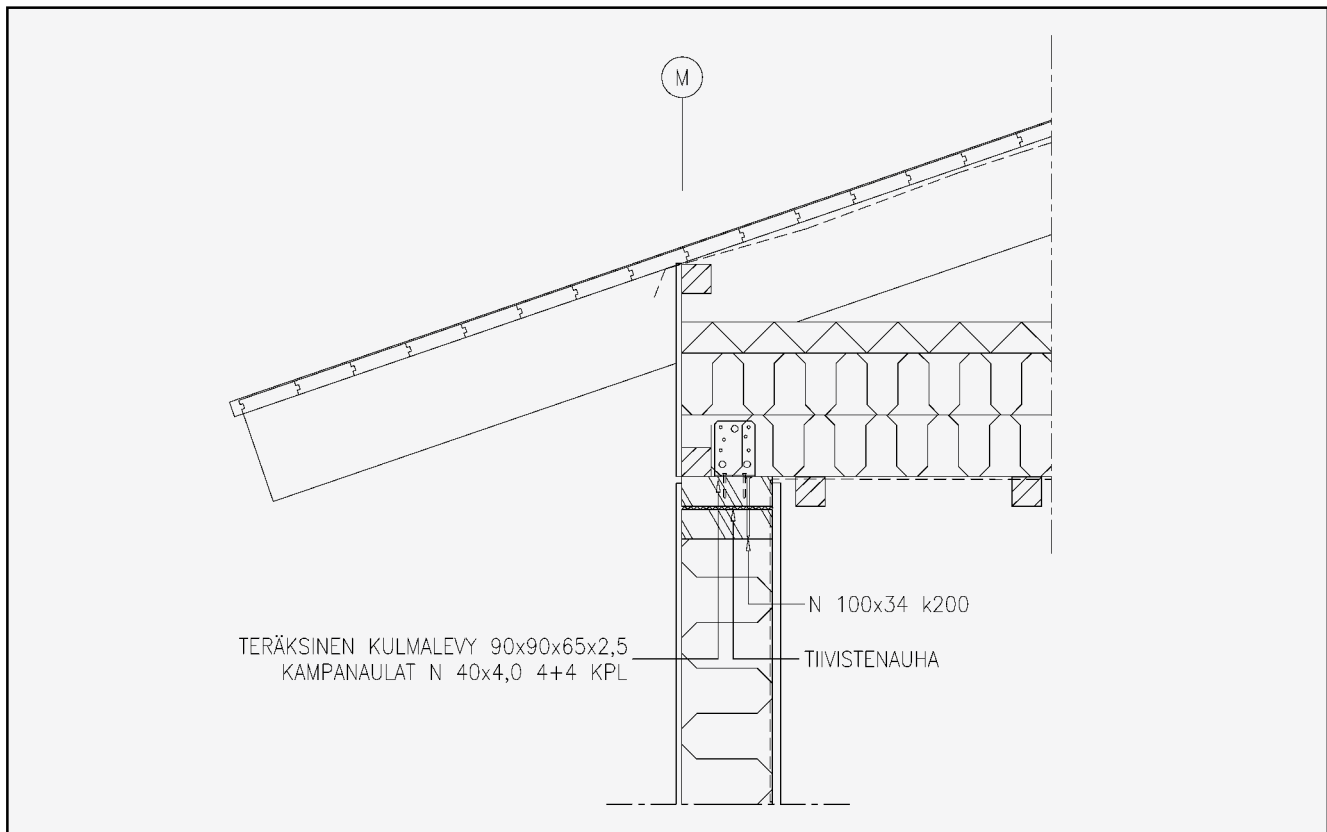


Kuva 5.42 Yläpohjajaelementti Y530b

5.6.5 Yläpohjajaelementti - yläpohjajaelementti Y530b

Kuvassa oleva vaihtoehto b

- Elementit asennetaan tiiviisti toisiaan vasten siten, että saumaan asennettava tiivistenauha sekä epdm-tiiviste painuu kasaan ja sauman leveydeksi tulee noin 5 mm.
- Yläpohjajaelementit liitetään toisiinsa vinoruuveilla elementin ylä- ja alapuolelta. Liittiminä voidaan käyttää itseporautuvia yleisruuveja tai poraruuveja.
- Aluskate limitetään viereisen elementin kanssa.



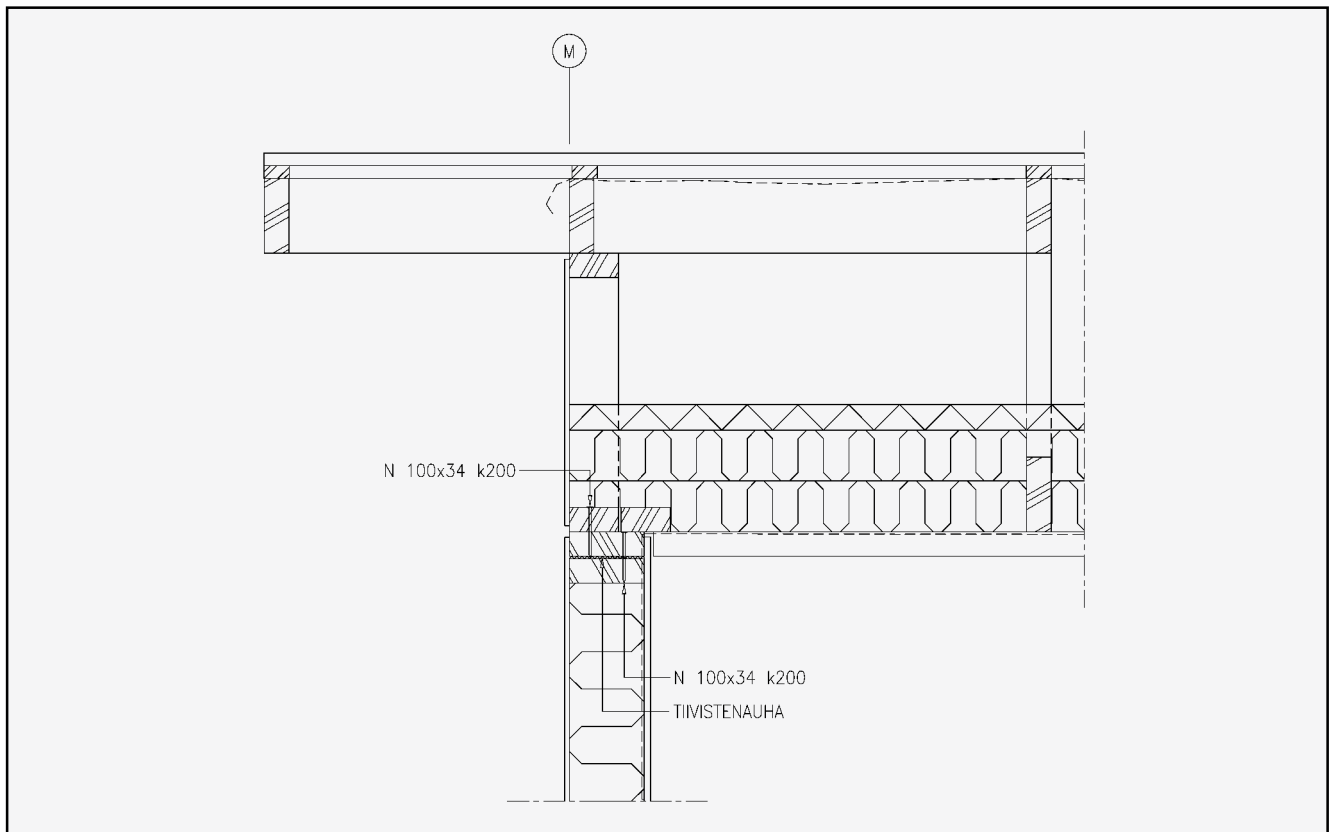
Kuva 5.43 Kattotuolielementti K601a

5.7. Yläpohjan liitokset; kattotuoleista kootut elementit

5.7.1 Kattotuoli - kantava ulkoseinä K601a

Kuvassa oleva vaihtoehto a

- Kattotuolit kiinnitetään yläsidepuihin rakennesuunnitelmien mukaan kulmateräksillä

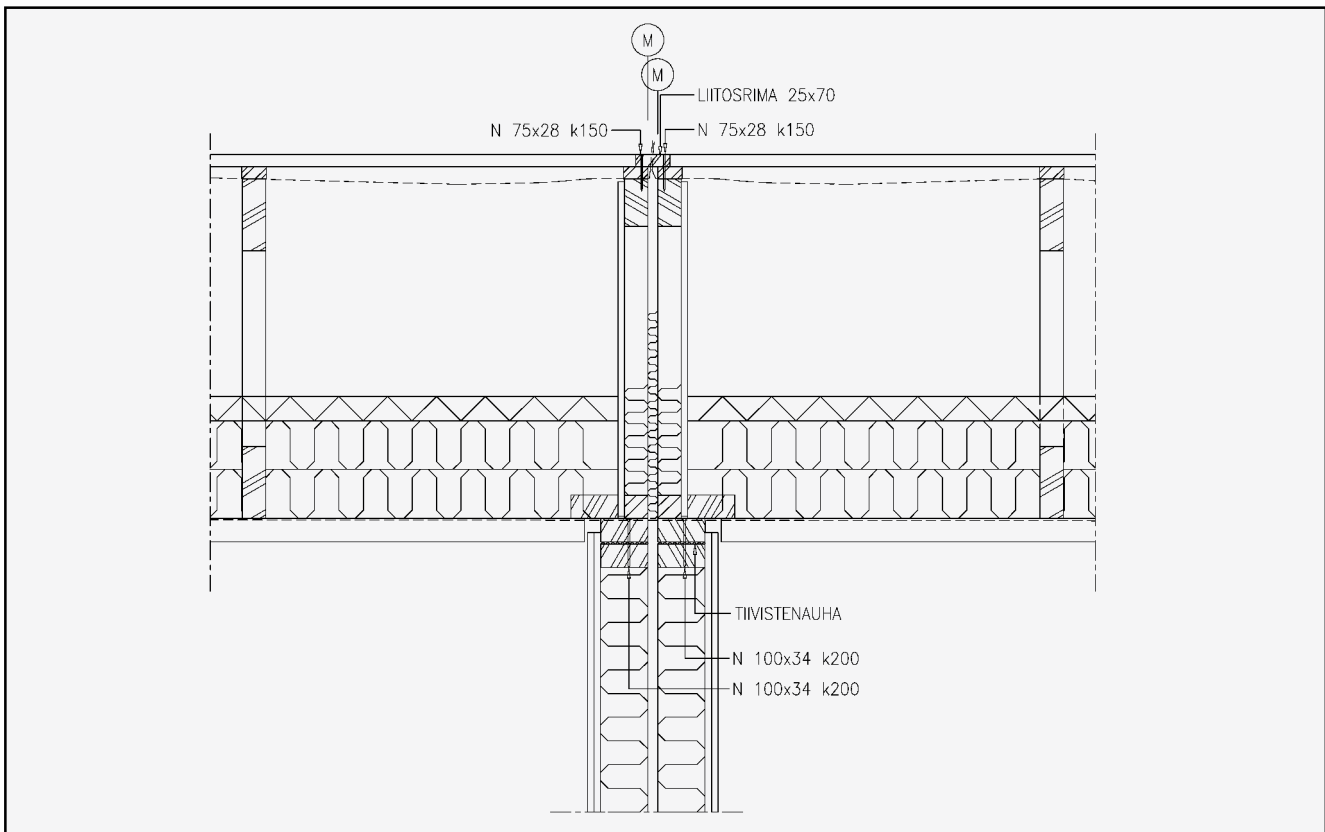


Kuva 5.44 Kattotuolielementti K605a

5.7.2 Kattotuoli - ei-kantava ulkoseinä K605a

Kuvassa oleva vaihtoehto a

- Päätykolmio voidaan toimittaa runkoelementtinä.
- Elementti naulataan alasidepuun läpi alapuoliseen seinään.

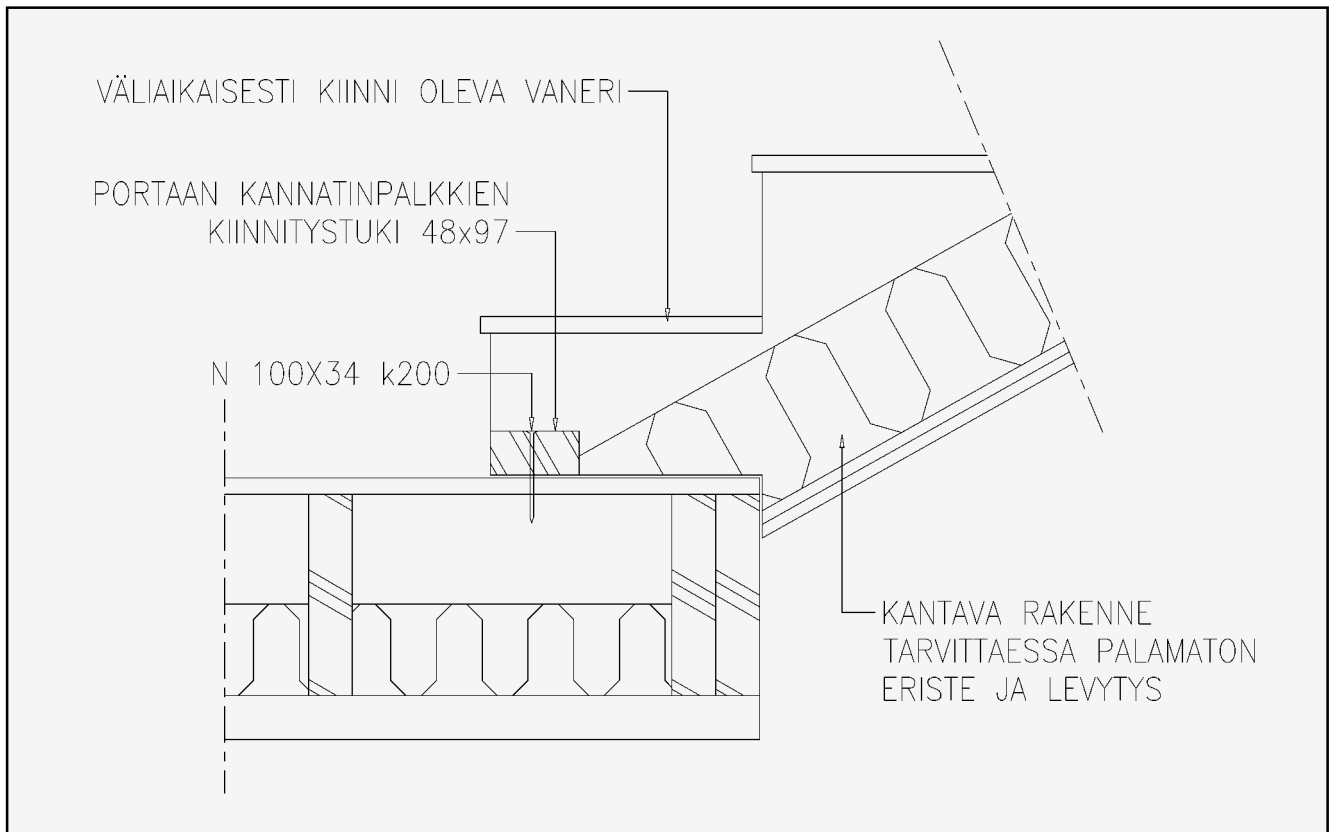


Kuva 5.45 Kattotuolielementti K610a

5.7.3 Kattotuoli - huoneistojen välinen seinä K610a

Kuvassa oleva vaihtoehto a

- Huoneistojen välisen seinän kohdalla yläpohjaontelo on osastoitava vesikattoon asti.
- Osastoivat rakenteet voidaan toimittaa esivalmisteisina.



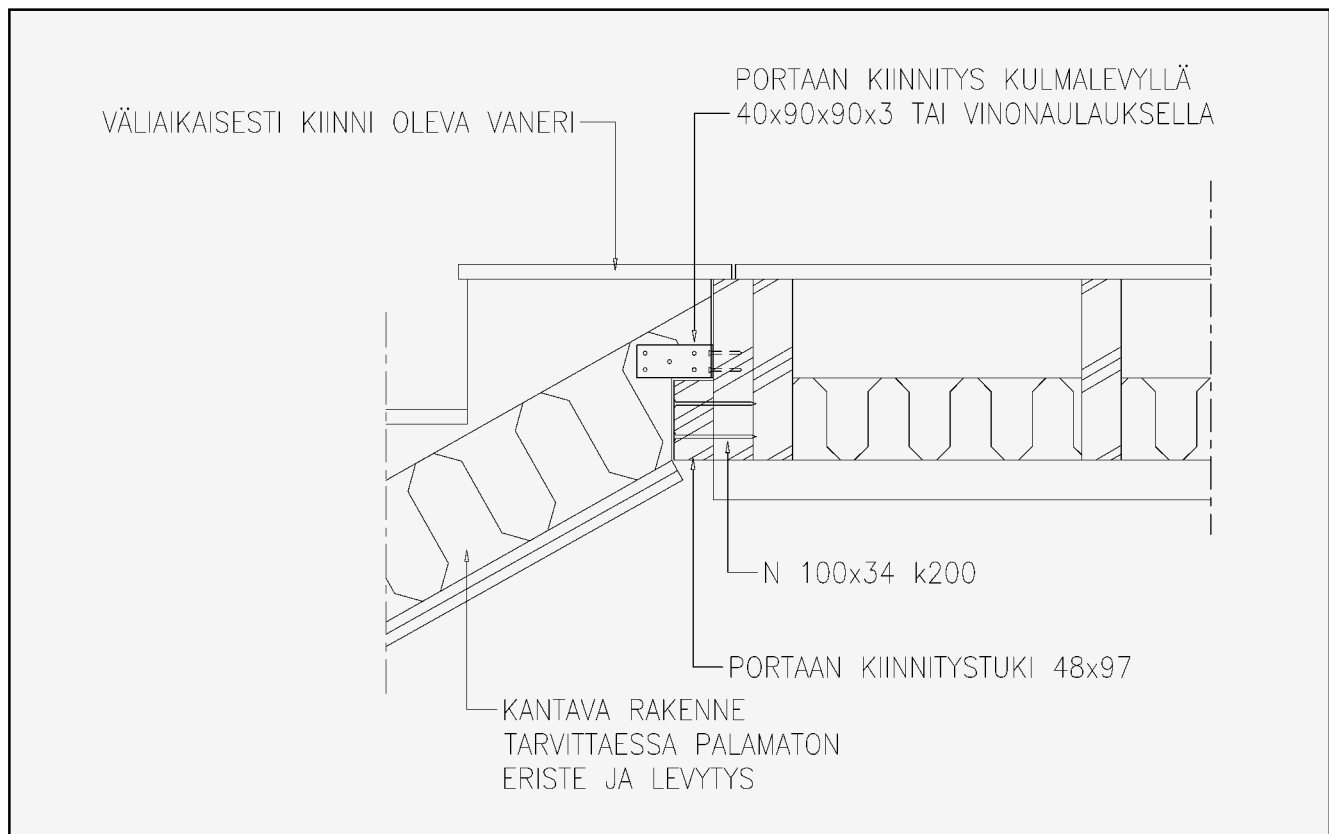
Kuva 6.1 Porrassyöksyelementti X001

6. LIITTYVIEN RAKENNUSOSIEN LIITOKSET

6.1. Portaat

6.1.1 Porrassyöksy - kerrostaso X001

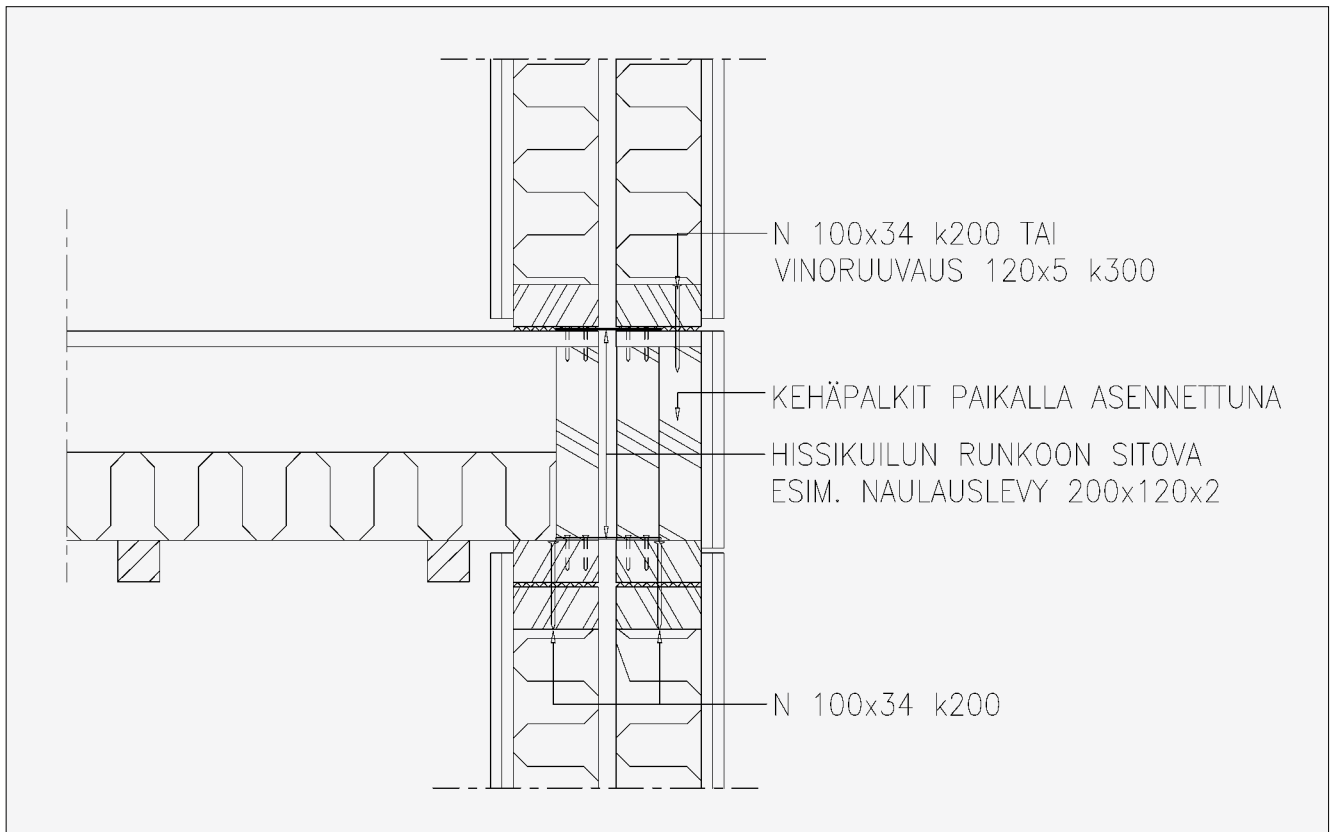
- Porraselementti lasketaan kerrostason päälle.
- Porraselementti naulataan elementissä olevan kiinnitystuen läpi kerrostasoon. Naulaus voidaan suorittaa väliaikaisesti kiinni olevan aluslattialevyn kautta.



Kuva 6.2 Porrassyöksyelementti X010

6.1.2 Porrassyöksy - lepotaso X010, X011

- Porrasyöksyelementti lasketaan lepotasossa kiinni olevan portaan kiinnitystuen päälle.
- Porrasyöksyelementti kiinnitetään kantavien palkkien kohdalta kulmalevyillä tai vinonauloilla kiinnitystukeen ja lepotasoon. Kiinnittäminen voidaan suorittaa väliaikaisesti kiinni olevan aluslattialevyn kautta.
- Vaihtoehtoisesti portaan kiinnitystuki voi olla kiinni elementissä, jolloin elementti naulataan suoraan lepotasoon.

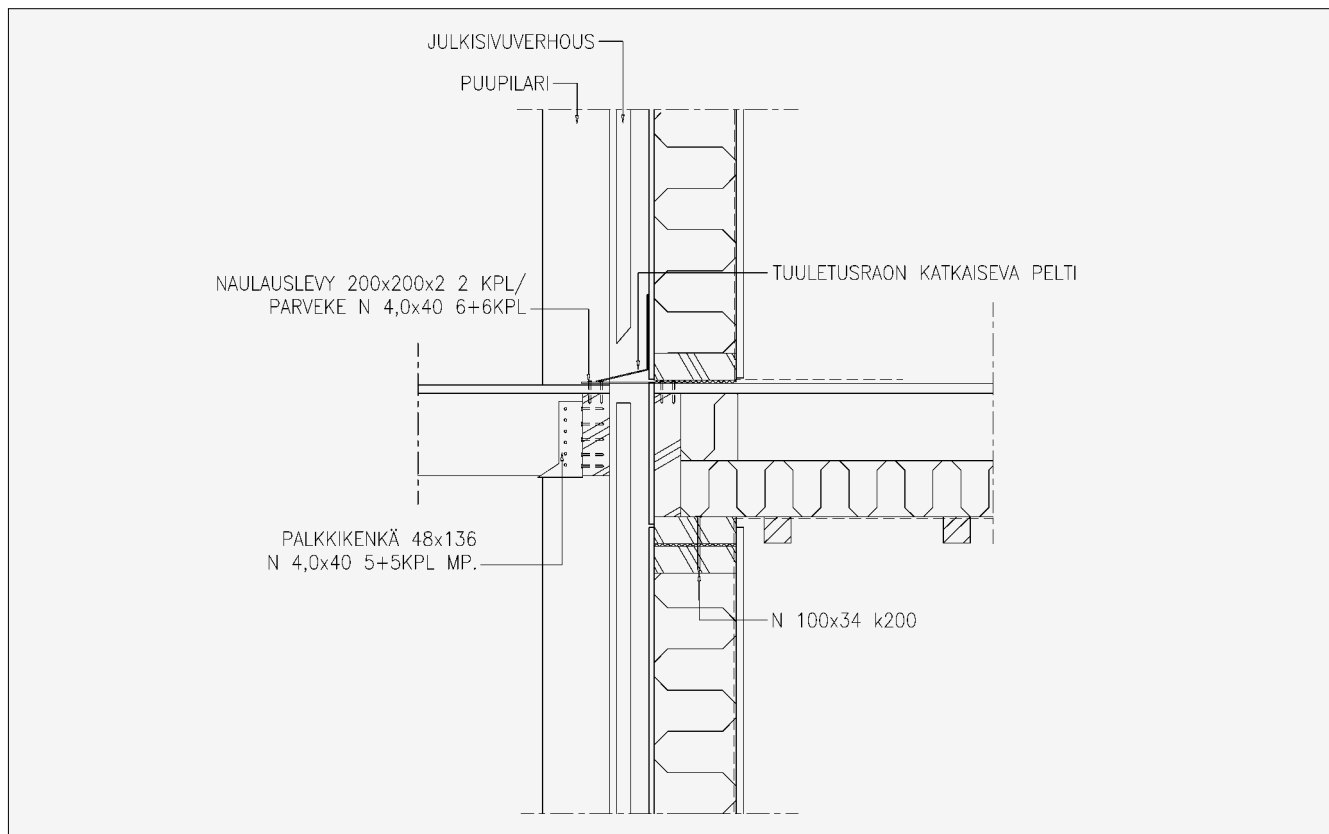


Kuva 6.3 Hissikuiluelementti X101

6.2. Hissikuilut

6.2.1 Hissikuiluelementti - hissikuiluelementti X101

- Kuiluelementit naulataan alasidepuun läpi välipohjan kohdalla oleviin kehäpalkkeihin.
- Kuormitettujen seinien kohdalla käytetään kahta rinnakkaista kehäpalkkia, jotka toimitetaan kuiluelementin mukana tai asennetaan työmaalla.
- Hissikuilut sidotaan naulauslevyillä kerroksittain runkoon sivusiirtymien estämiseksi.

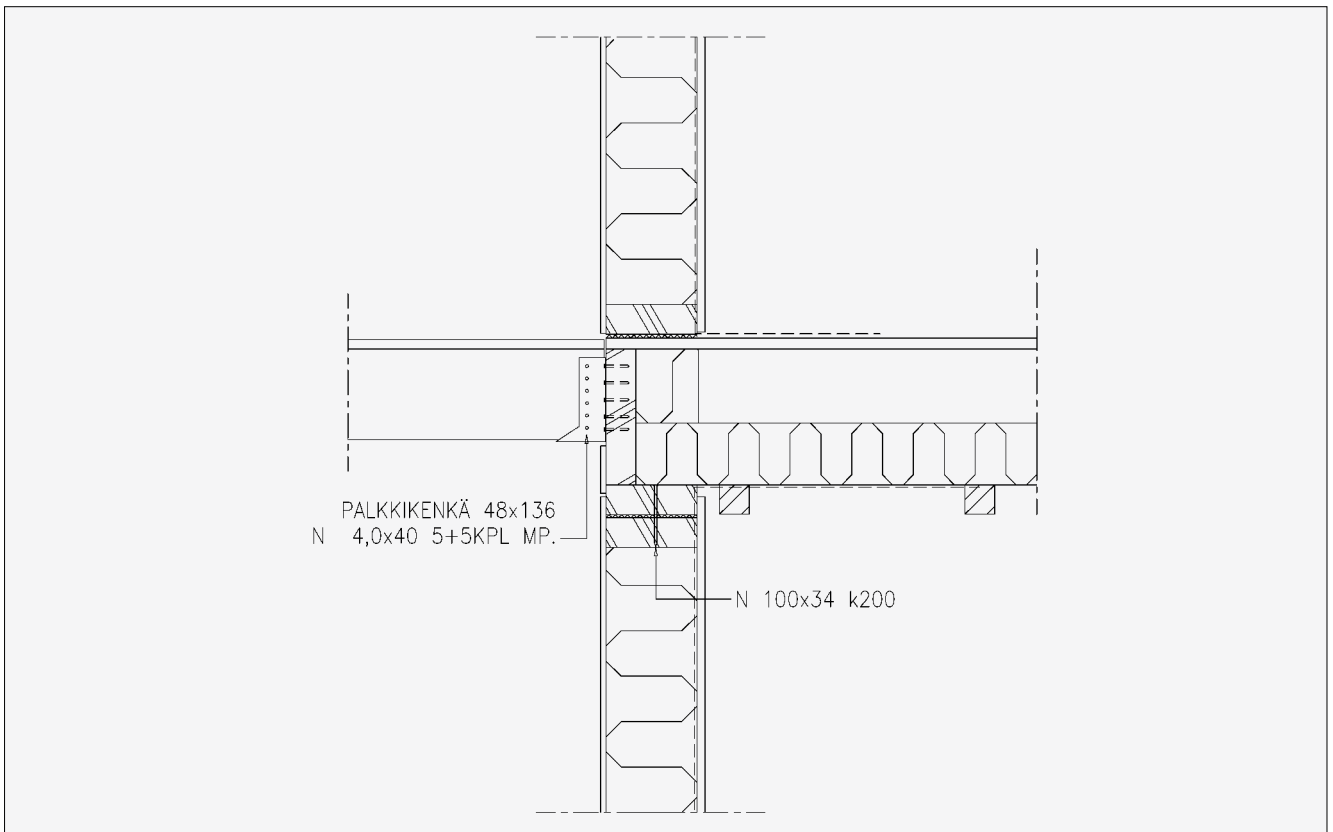


Kuva 6.4 Parveke-elementti X201

6.3. Parvekkeet

6.3.1 Erilliskannatettu parveke - ulkoseinä X201

- Parvekelaatta kiinnitetään rakennuksen runkoon sivusiirtymättömäksi rakenteeksi. Liittiminä voidaan käyttää esim. teräksisiä naulauslevyjä.
- Liitoksen on sallittava pystysuuntaiset painumat.



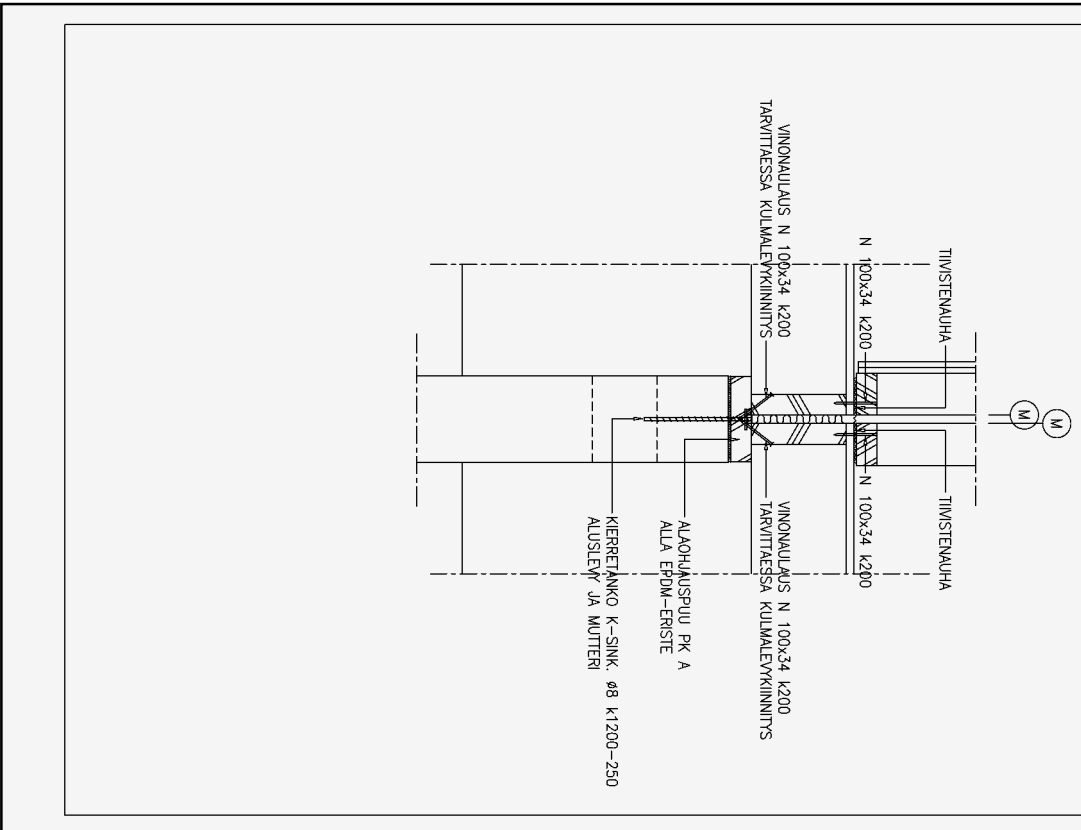
Kuva 6.5 Parveke-elementti X210

6.3.2 Osittain erilliskannatettu parveke - ulkoseinä X210-X212

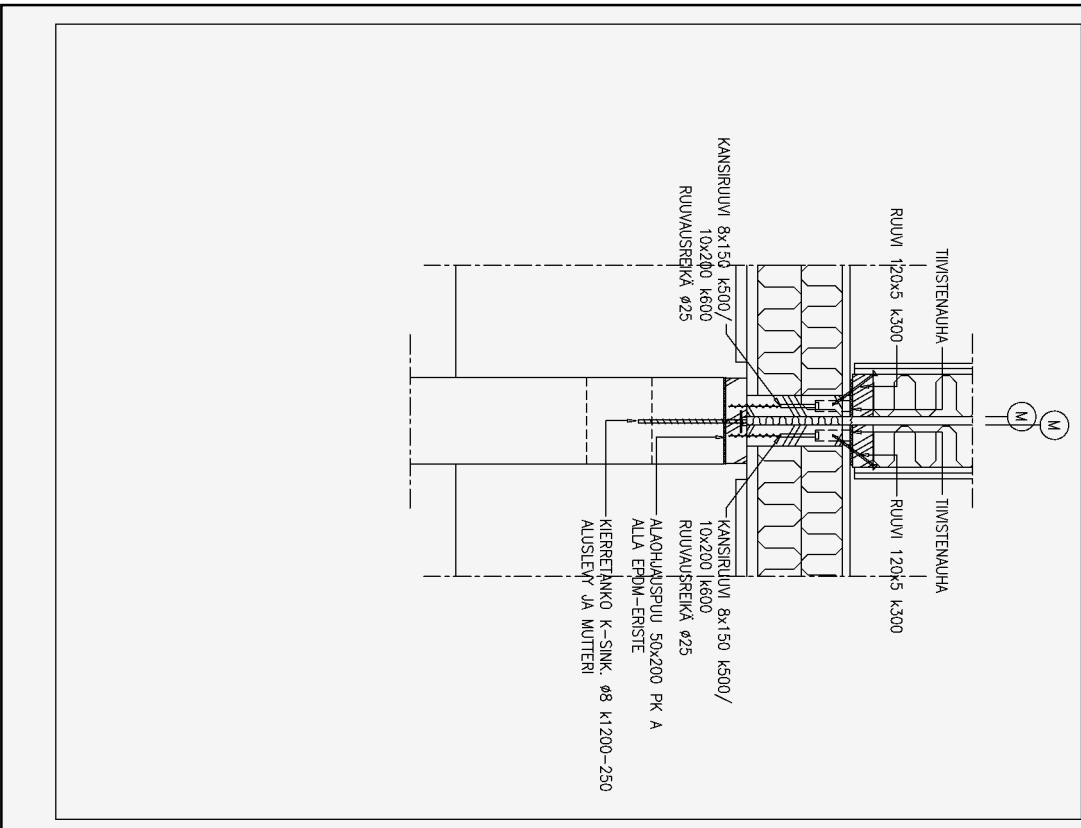
- Parvekelaatta kiinnitetään kehäpalkkiin teräksisen palkkikengän avulla.
- Kehäpalkin ollessa sisäänvedetty laatta voidaan tukea suoraan rakennuksen ulkoseinään.
- Rakenteiden on otettava huomioon mahdolliset epätasaiset painumat.

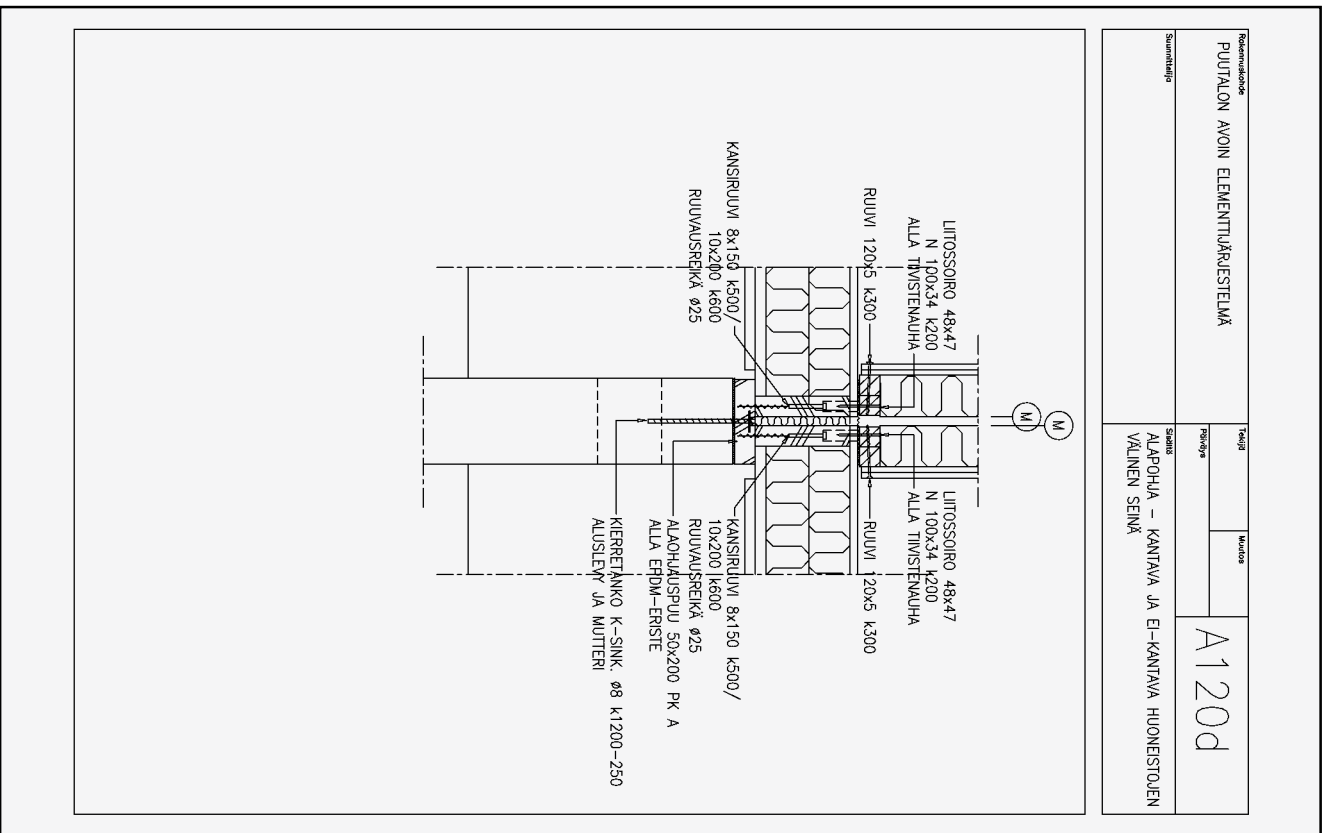
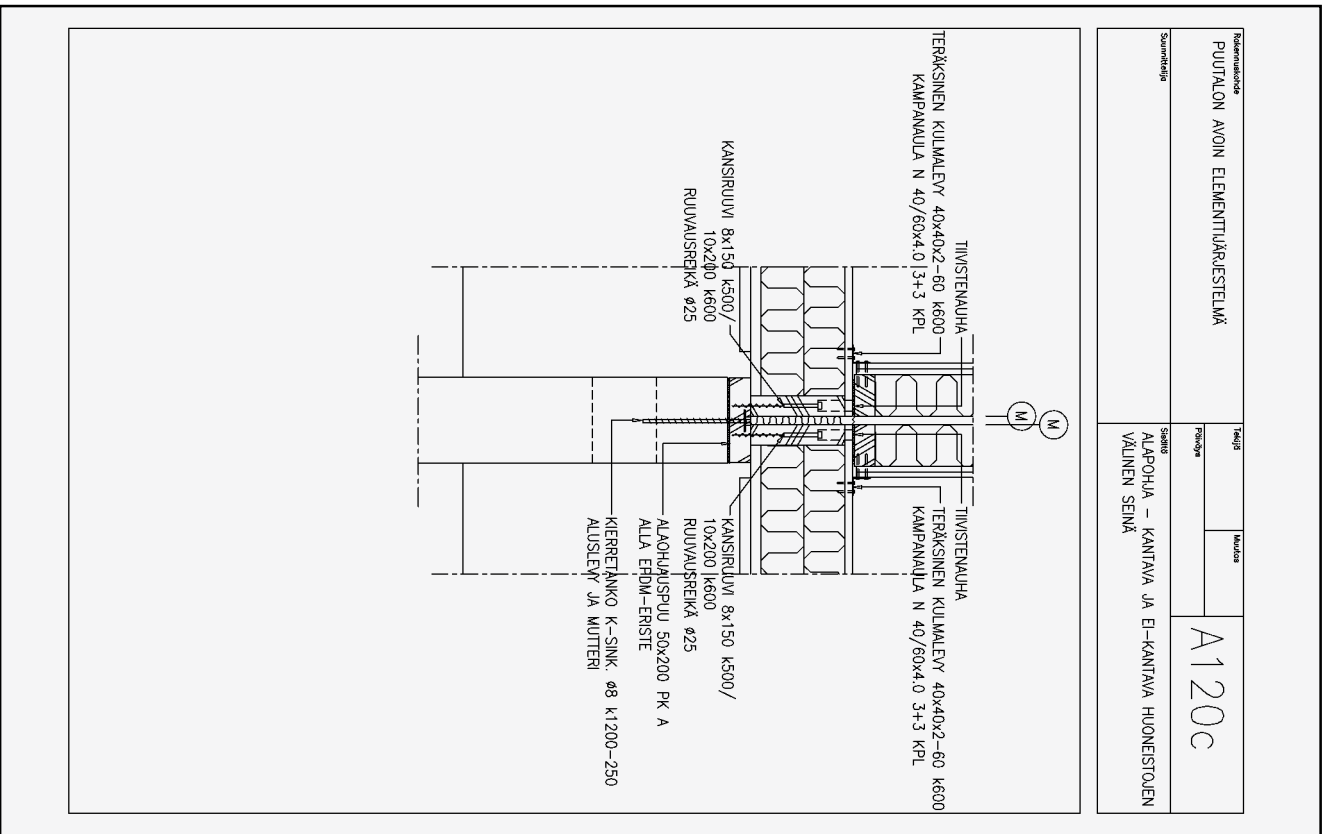
LIITTEET

Rakennusvaihe PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAJESTELMÄ	Tilaaja Pöytäryhmä	Muutos	A120a
Suunnittelija	Sisätila ALAPOHJA – KANTAVA JA EI-KANTAVA HUONEISTOJEN VÄLINEN SEINÄ		

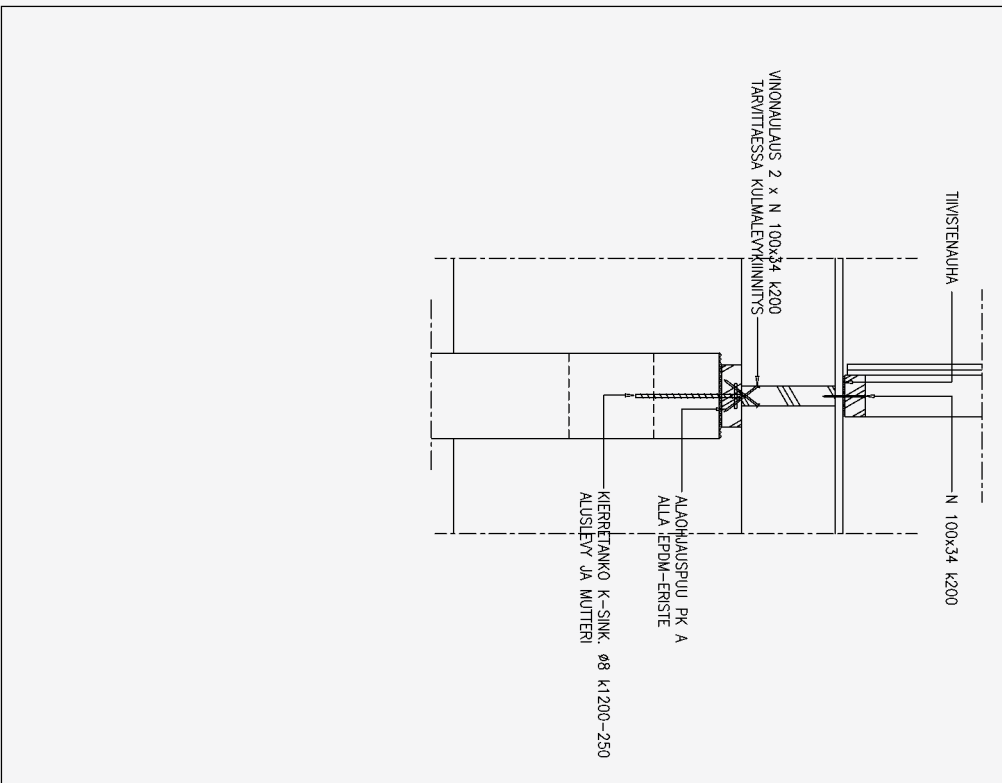


Rakennusvaihe PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAJESTELMÄ	Tilaaja Pöytäryhmä	Muutos	A120b
Suunnittelija	Sisätila ALAPOHJA – KANTAVA JA EI-KANTAVA HUONEISTOJEN VÄLINEN SEINÄ		

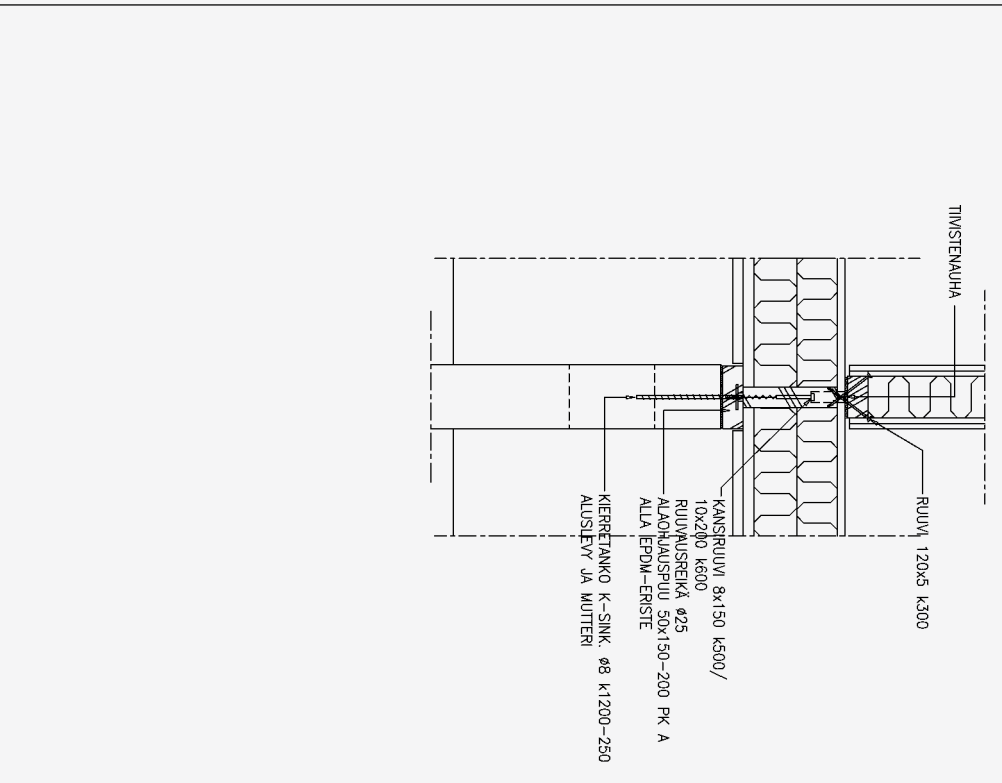


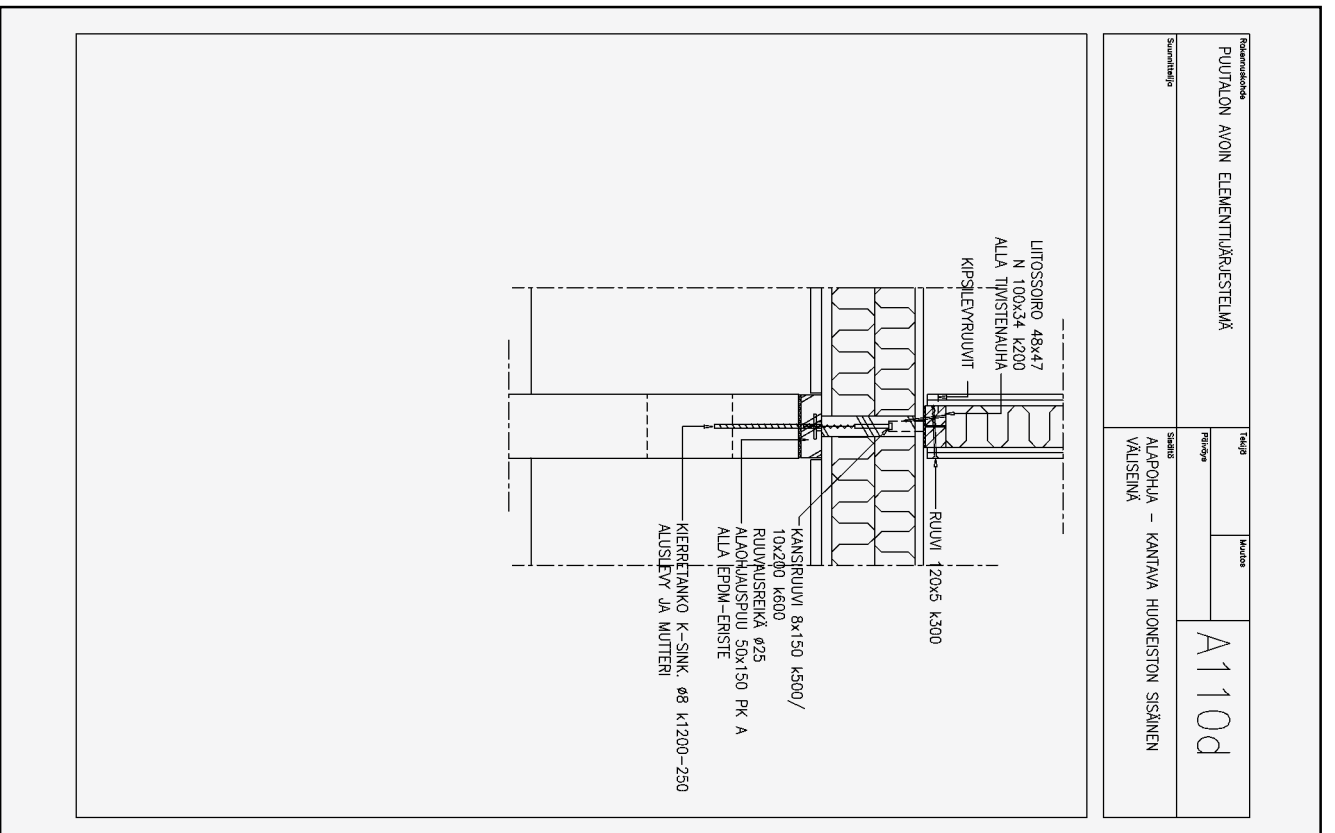
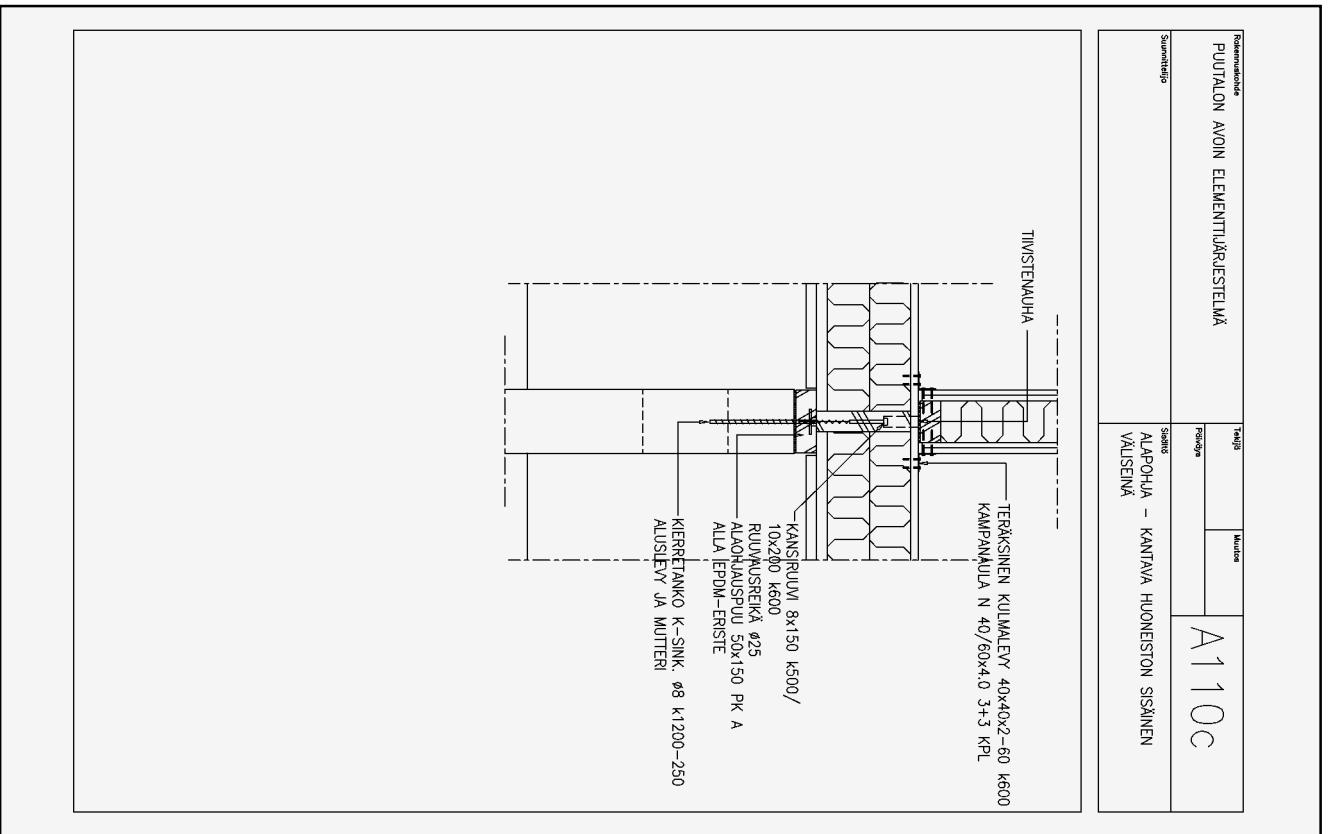


Rakennusvaihe	Talppi	Muoto	A110a
PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAJESTELMÄ	Rakennus		
Suunnittelija	Sisätila	ALAPOHJA – KANTAVA HUONEISTON SISÄNEN VALAISINÄ	

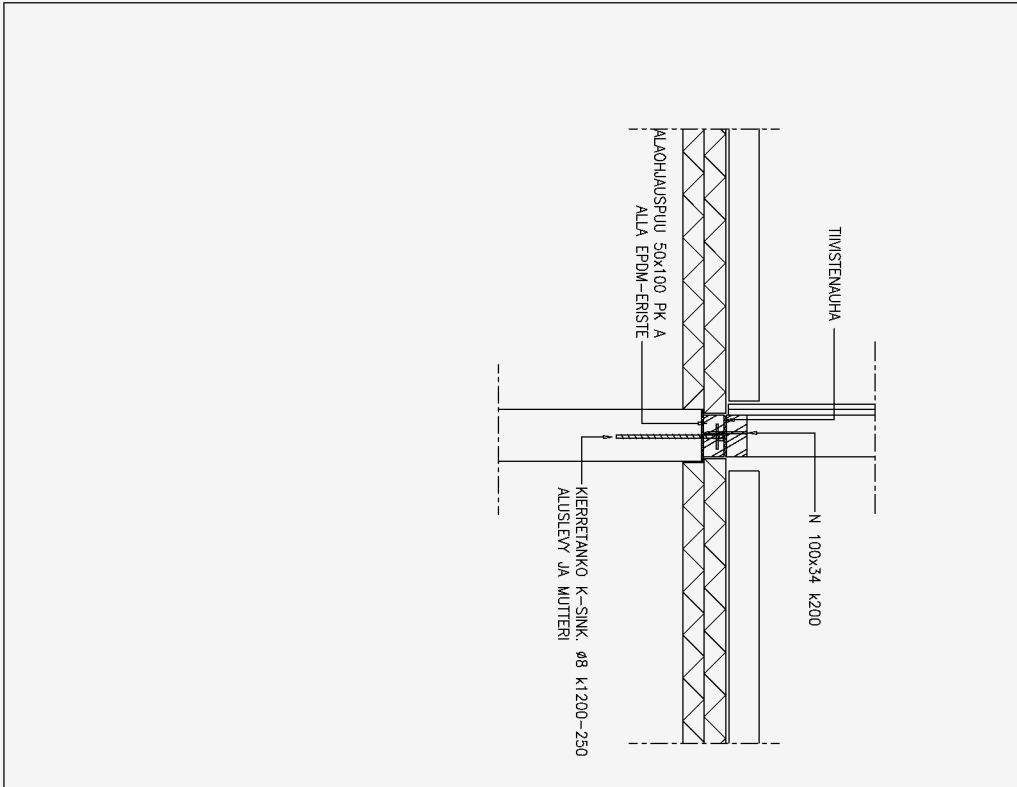


Rakennusvaihe	Talppi	Muoto	A110b
PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAJESTELMÄ	Rakennus		
Suunnittelija	Sisätila	ALAPOHJA – KANTAVA HUONEISTON SISÄNEN VALAISINÄ	

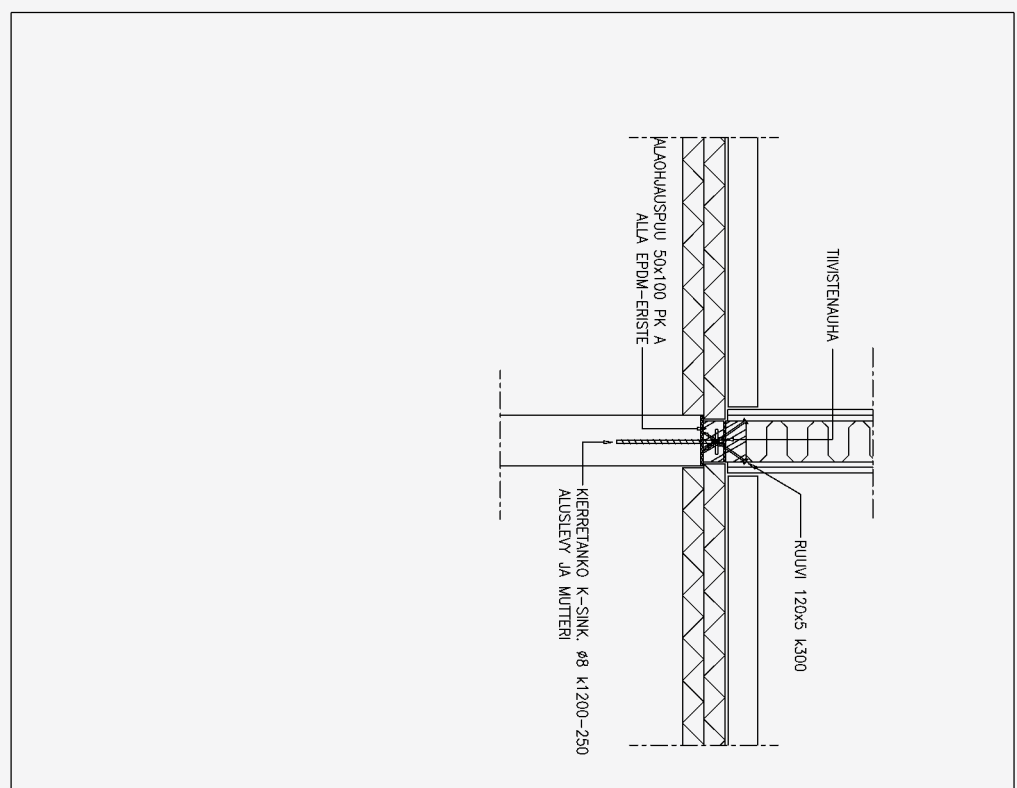


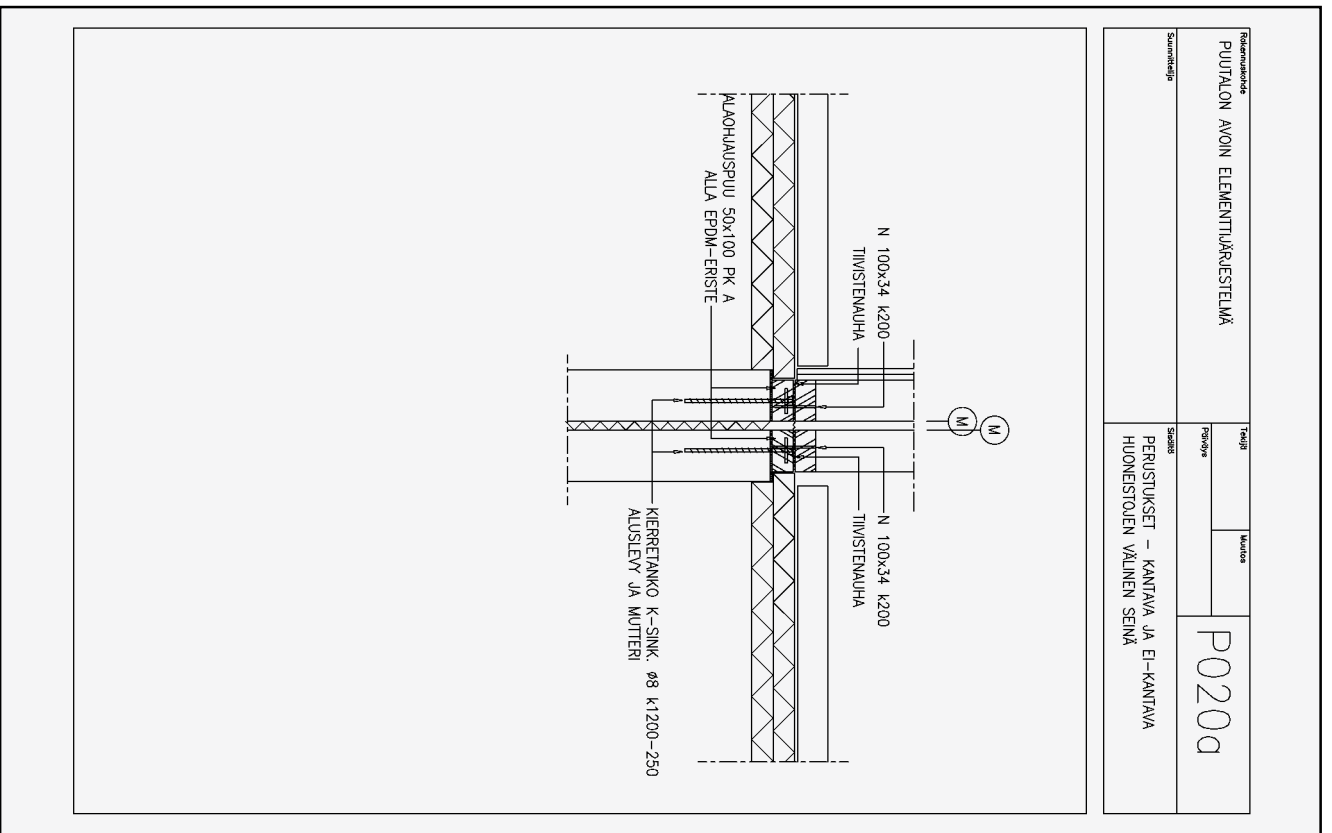
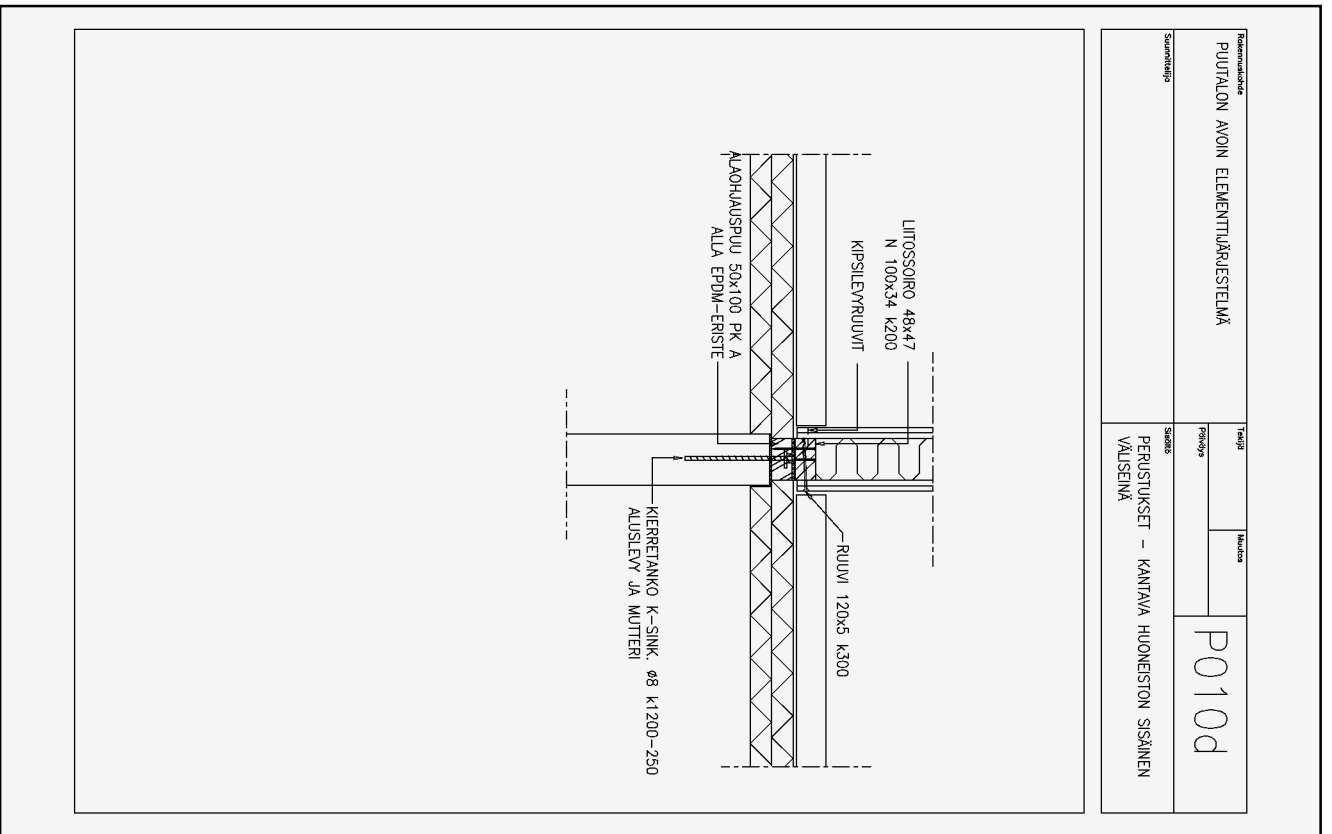


Rakennusvaihe PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAJESTELMÄ	Tilaj Pöytäkirja	Muutos	P010a
Suunnittelija	Sivu PERUSTUKSET – KANTAVA HUONEISTON SISÄINEN VALSAINÄ		

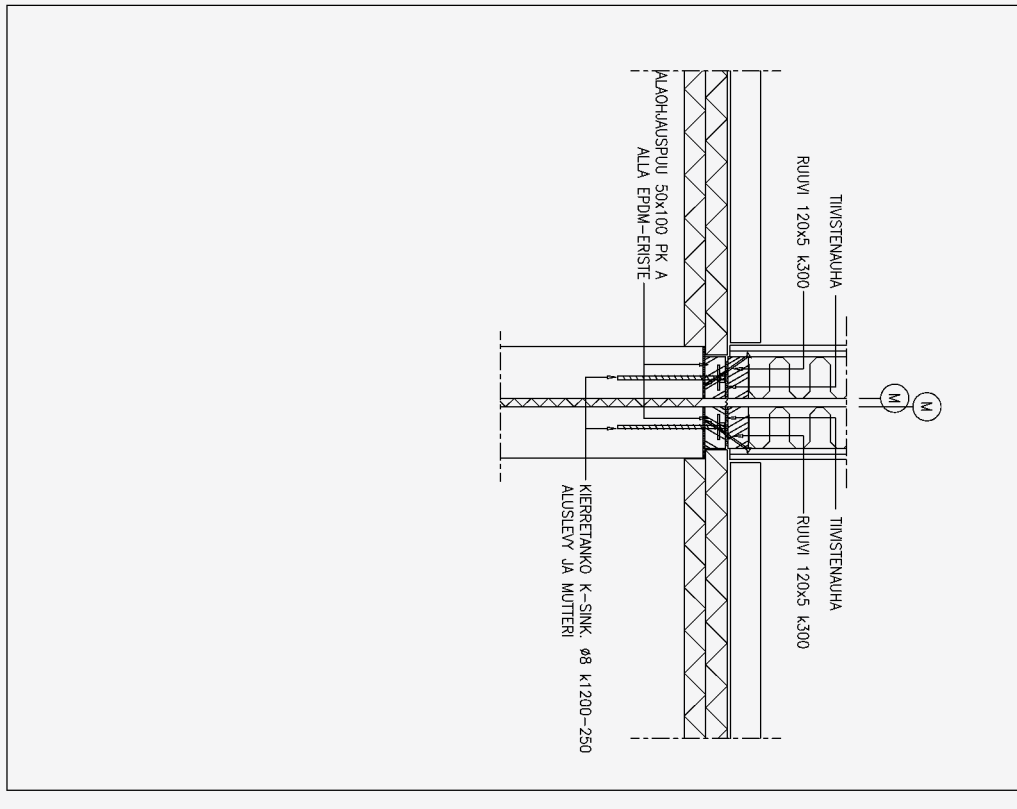


Rakennusvaihe PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAJESTELMÄ	Tilaj Pöytäkirja	Muutos	P010b
Suunnittelija	Sivu PERUSTUKSET – KANTAVA HUONEISTON SISÄINEN VALSAINÄ		

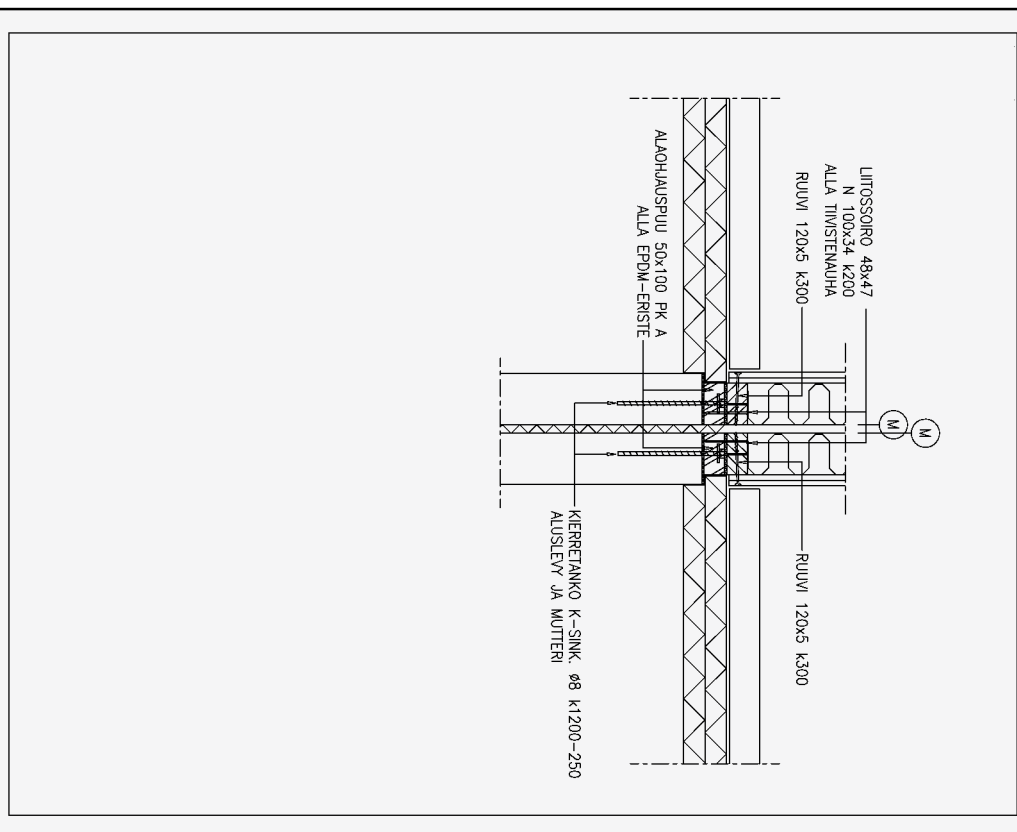


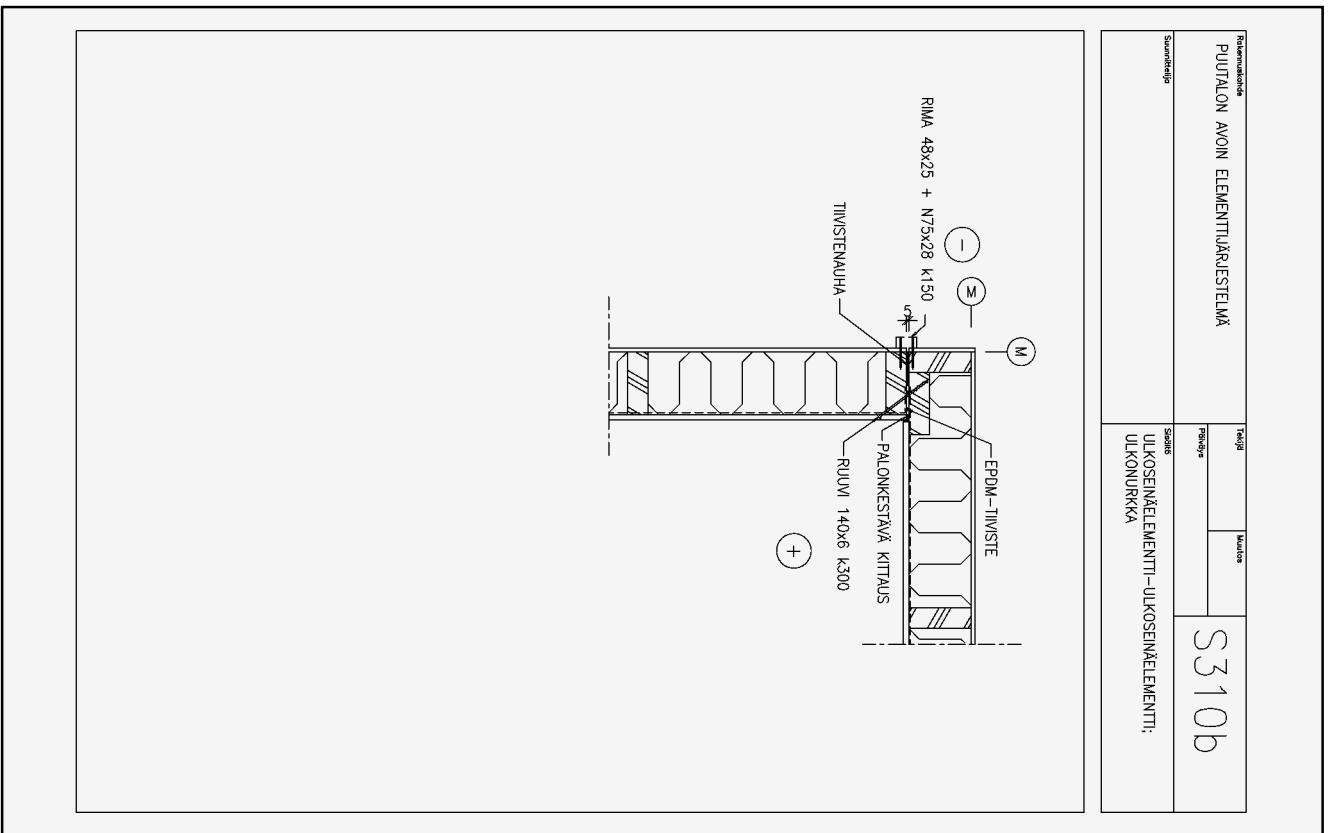
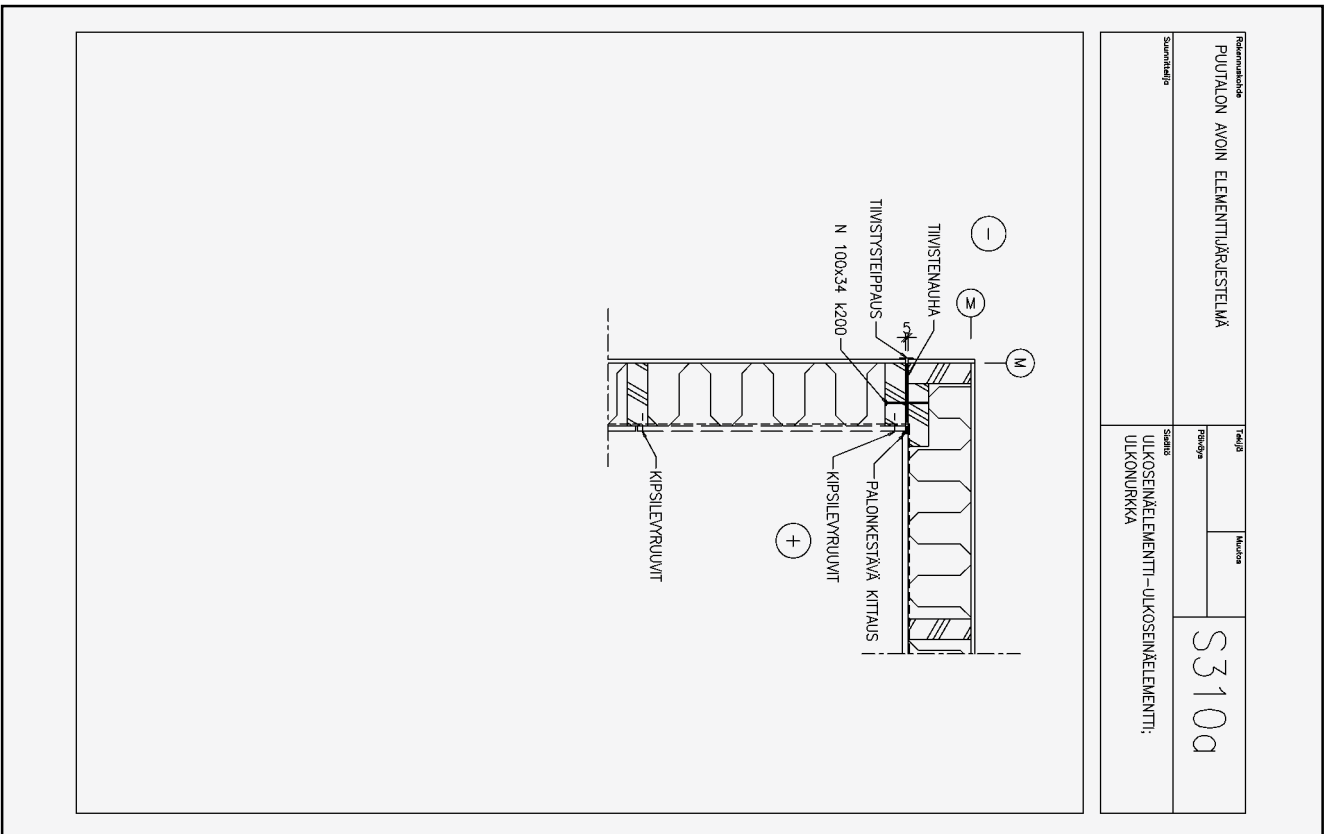


Rakennusvaihe		Talvi	Muuta
PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAJESTELMÄ		Rakennus	
Suunnitelma	Sisätila	PERUSTUKSET – KANTAVA JA EI-KANTAVA HUONEISTOJEN VÄLINEN SEINÄ	
P020b			

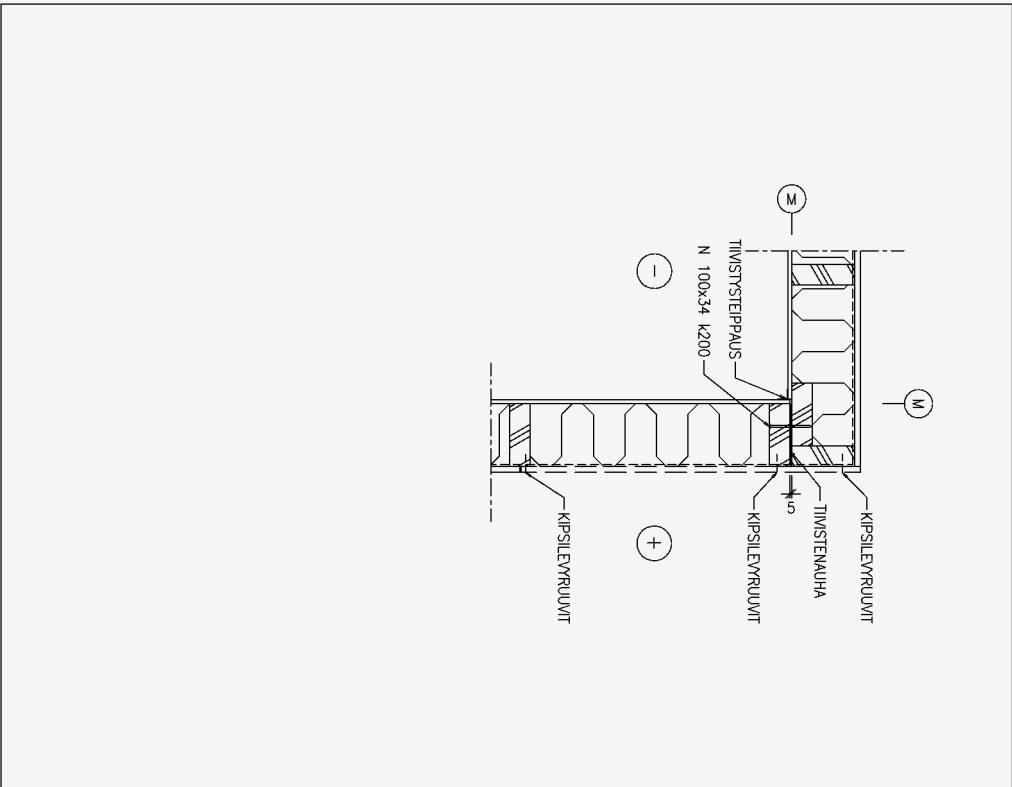


Rakennusvaihe		Talvi	Muuta
PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAJESTELMÄ		Rakennus	
Suunnitelma	Sisätila	PERUSTUKSET – KANTAVA JA EI-KANTAVA HUONEISTOJEN VÄLINEN SEINÄ	
P020d			

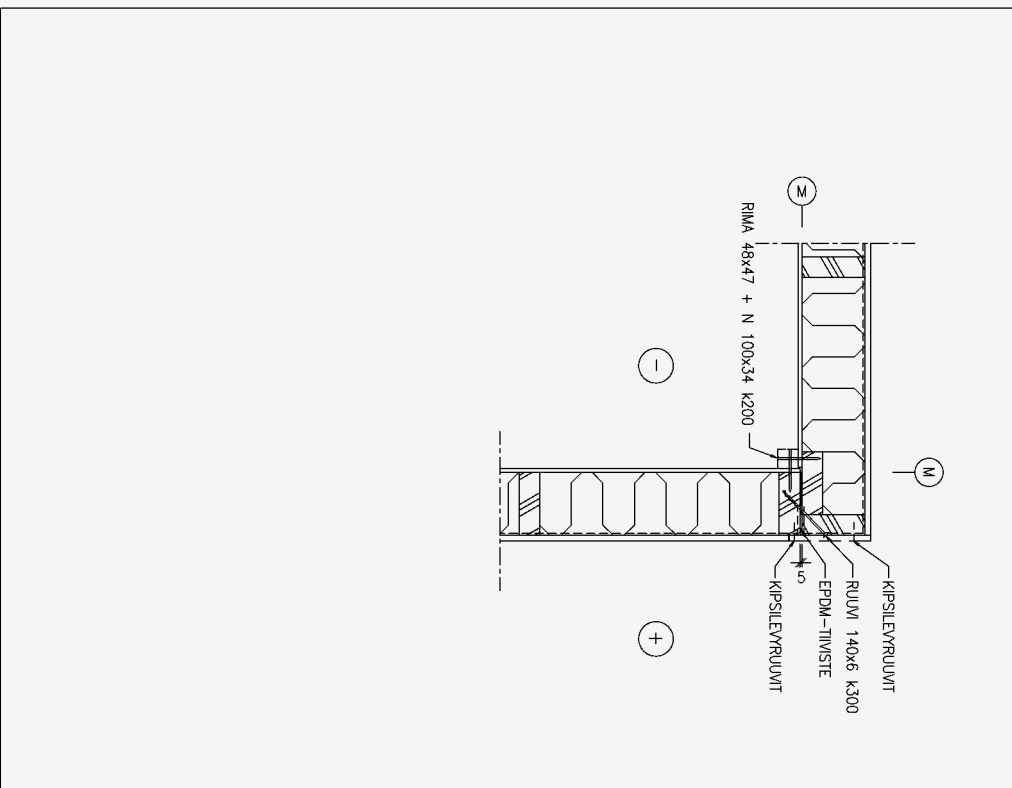




Rakennusvaihe	Talvi	Muutos	S320a
PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAJESTELMÄ	Rakente		
Suunnitelma	Sisänt	S320a	
	SISÄNKÄTELENTTI-ULKOSEINÄELEMENTTI; SISÄNURKKA		



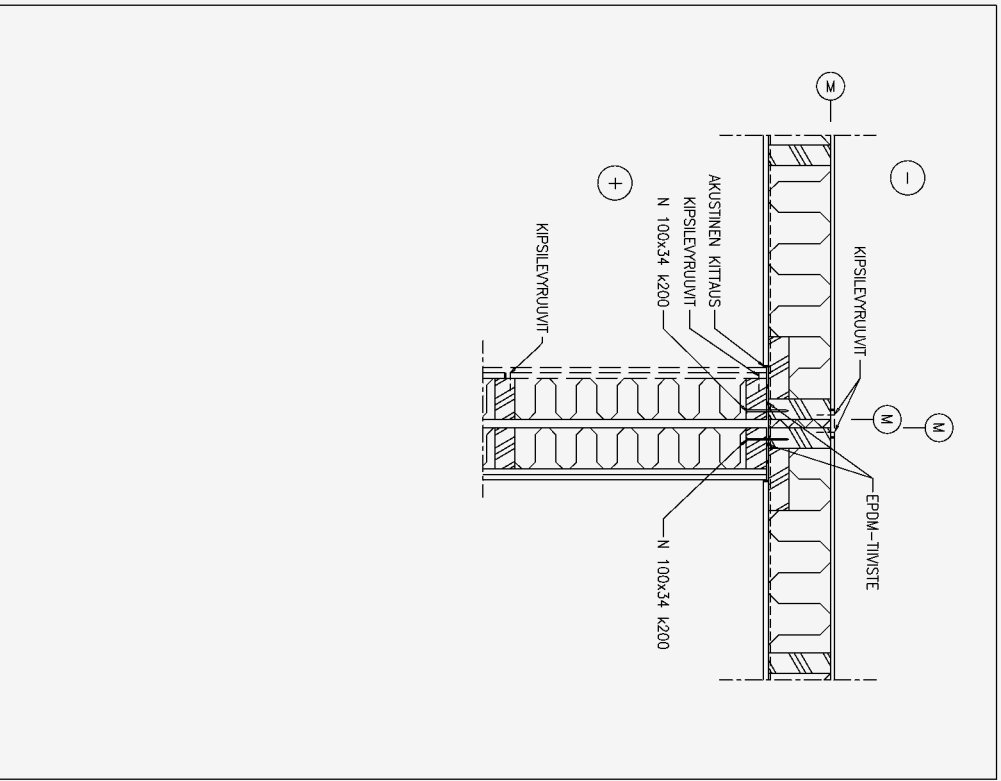
Rakennusvaihe	Talvi	Muutos	S320b
PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAJESTELMÄ	Rakente		
Suunnitelma	Sisänt	S320b	
	ULKOSEINÄELEMENTTI-ULKOSEINÄELEMENTTI; SISÄNURKKA		



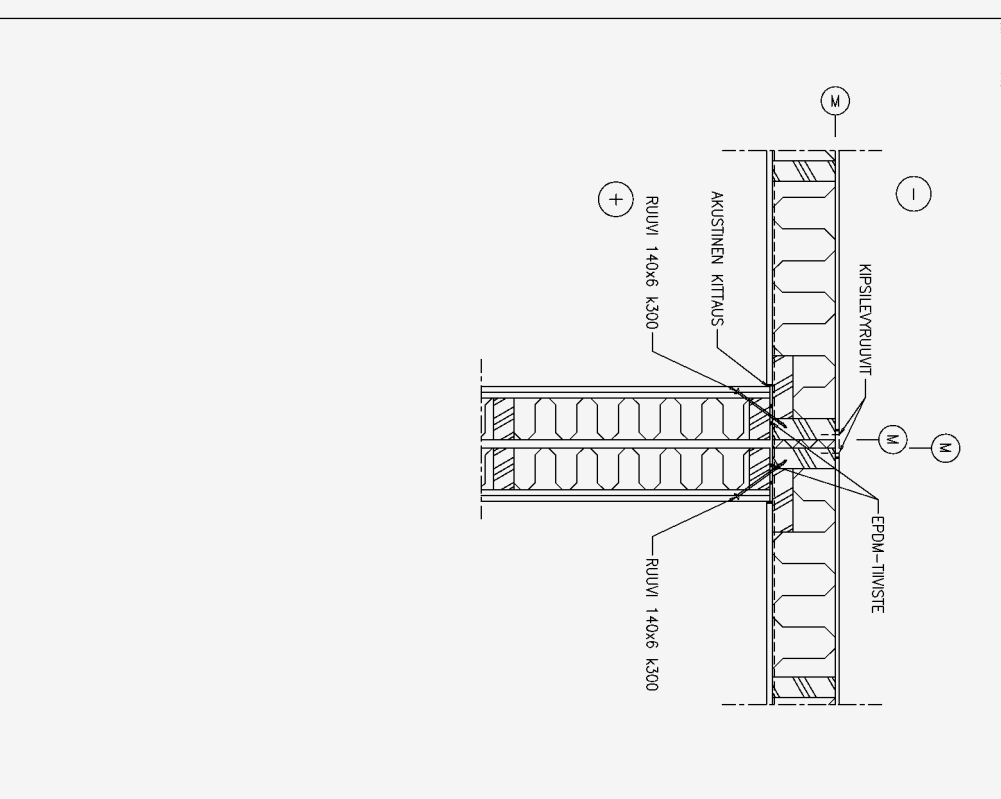
<p>Rakennuskoode PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAKESTELMÄ</p>	<p>Taajuus Rakennus</p>	<p>Muoto S330a</p>
<p>Suunnittaja</p>	<p>Sisäilma</p>	<p>ULKOSEINÄ-KANTAVA HUONEISTON SISÄISEN VÄLISEINÄ</p>

<p>Rakennuskoode PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAKESTELMÄ</p>	<p>Taajuus Rakennus</p>	<p>Muoto S330b</p>
<p>Suunnittaja</p>	<p>Sisäilma</p>	<p>ULKOSEINÄ-KANTAVA HUONEISTON SISÄISEN VÄLISEINÄ</p>

Referenssinäkö PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAKESTELMÄ	Taajus Puhdas	Muoto	S340a
Suunnitelma	Saati	Ulkoseinä-Huoneistojen välinen seinä	



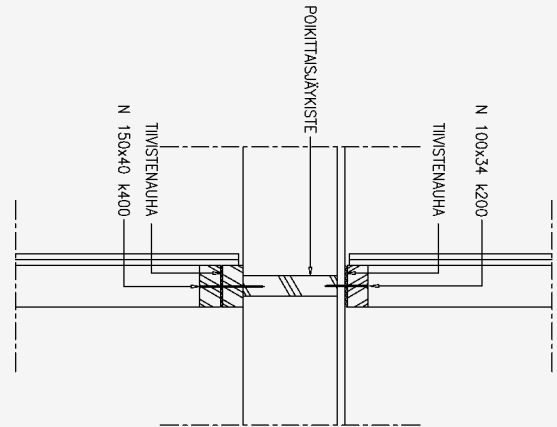
Referenssinäkö PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAKESTELMÄ	Taajus Puhdas	Muoto	S340b
Suunnitelma	Saati	Ulkoseinä-Huoneistojen välinen seinä	



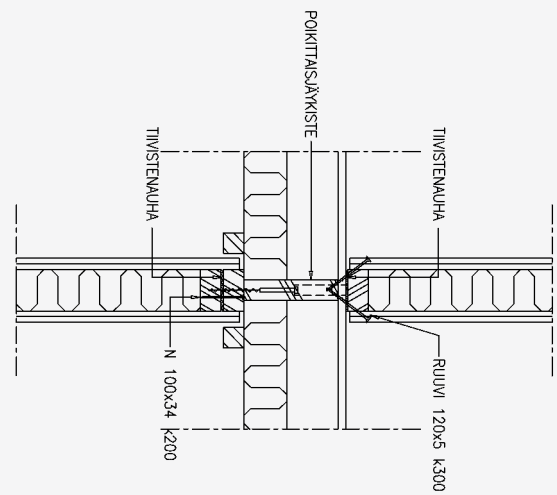
Rakennuskoode PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAKESTELMÄ	Tyyppi Rakojen	Malli S350a	Sääntö HUONEISTOJEN VÄLINEN SEINÄ-HUONEISTOJEN VÄLINEN SEINÄ
--	-------------------	----------------	---

Rakennuskoode PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAKESTELMÄ	Tyyppi Rakojen	Malli S350b	Sääntö HUONEISTOJEN VÄLINEN SEINÄ-HUONEISTOJEN VÄLINEN SEINÄ
--	-------------------	----------------	---

Rakennusvaihe		Talppi	Muoto	V210a
PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAJESTELMÄ		Porotyyppi		
Suunnitelma	Sisätilä			VÄLIPOHJA – KANTAVA HUONEISTON SISÄINEN VÄLISEINÄ



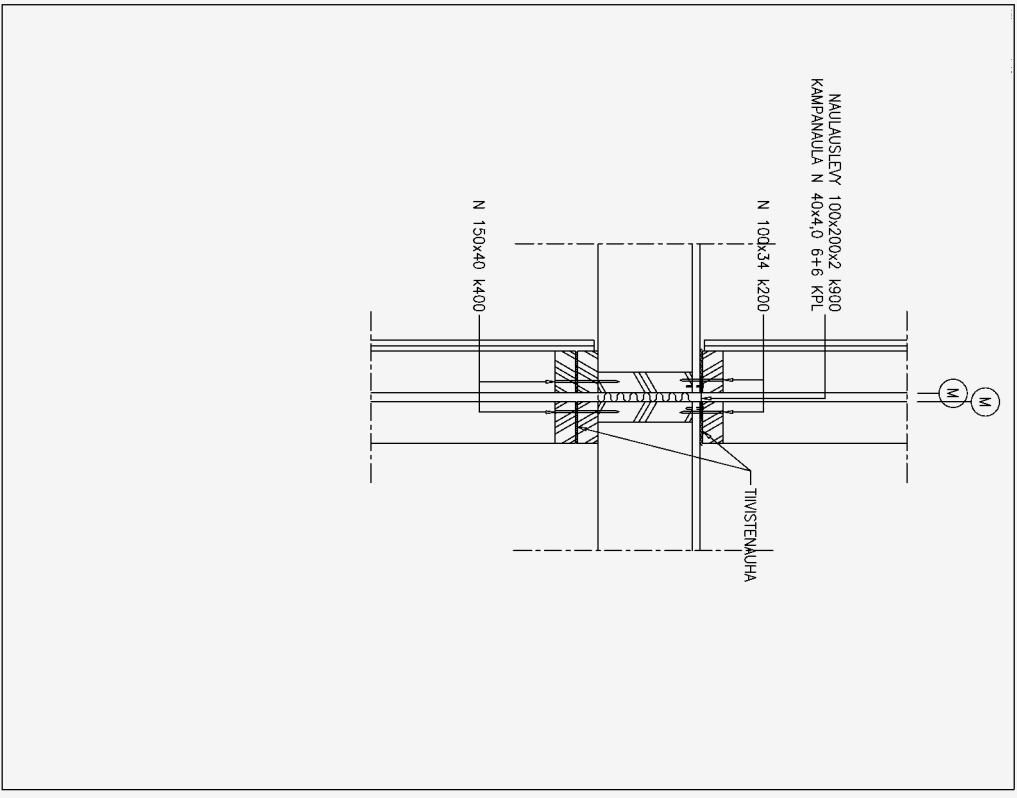
Rakennusvaihe		Talppi	Muoto	V210b
PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAJESTELMÄ		Porotyyppi		
Suunnitelma	Sisätilä			VÄLIPOHJA – KANTAVA HUONEISTON SISÄINEN VÄLISEINÄ



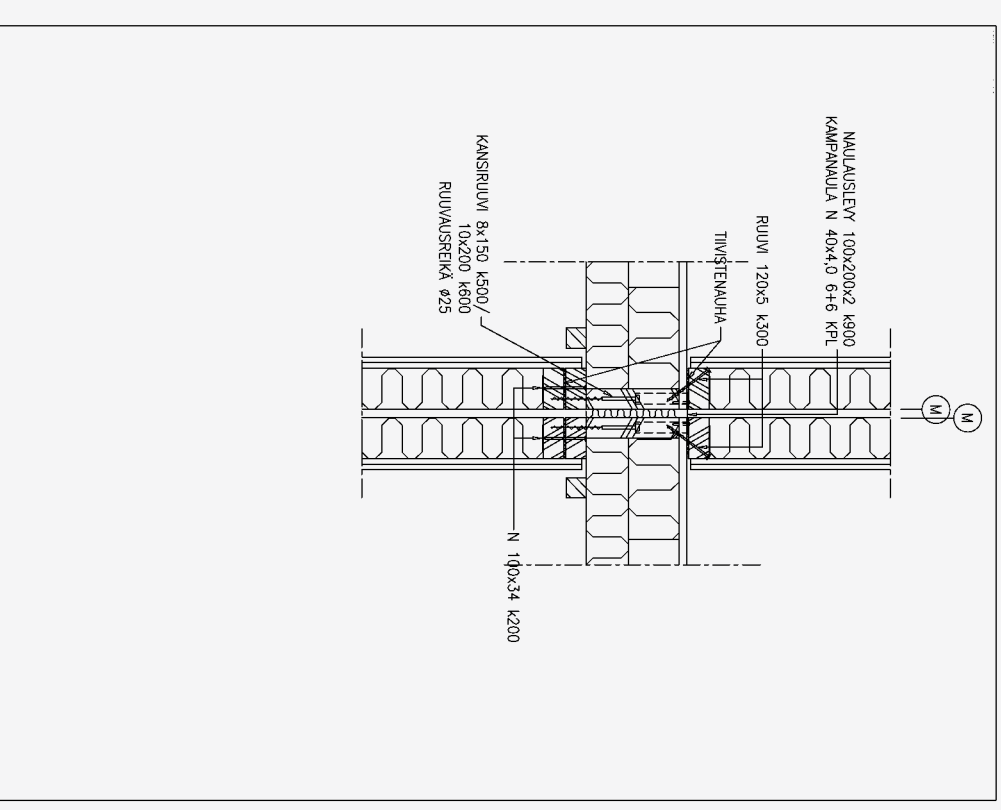
Rakennuskoodeksi PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAKESTELMÄ	Taulu Pöytä	Muoto V210c	Sivu VÄLIPOHJA – KANTAVA HUONEISTON SISÄINEN VALISEINÄ
---	----------------	----------------	--

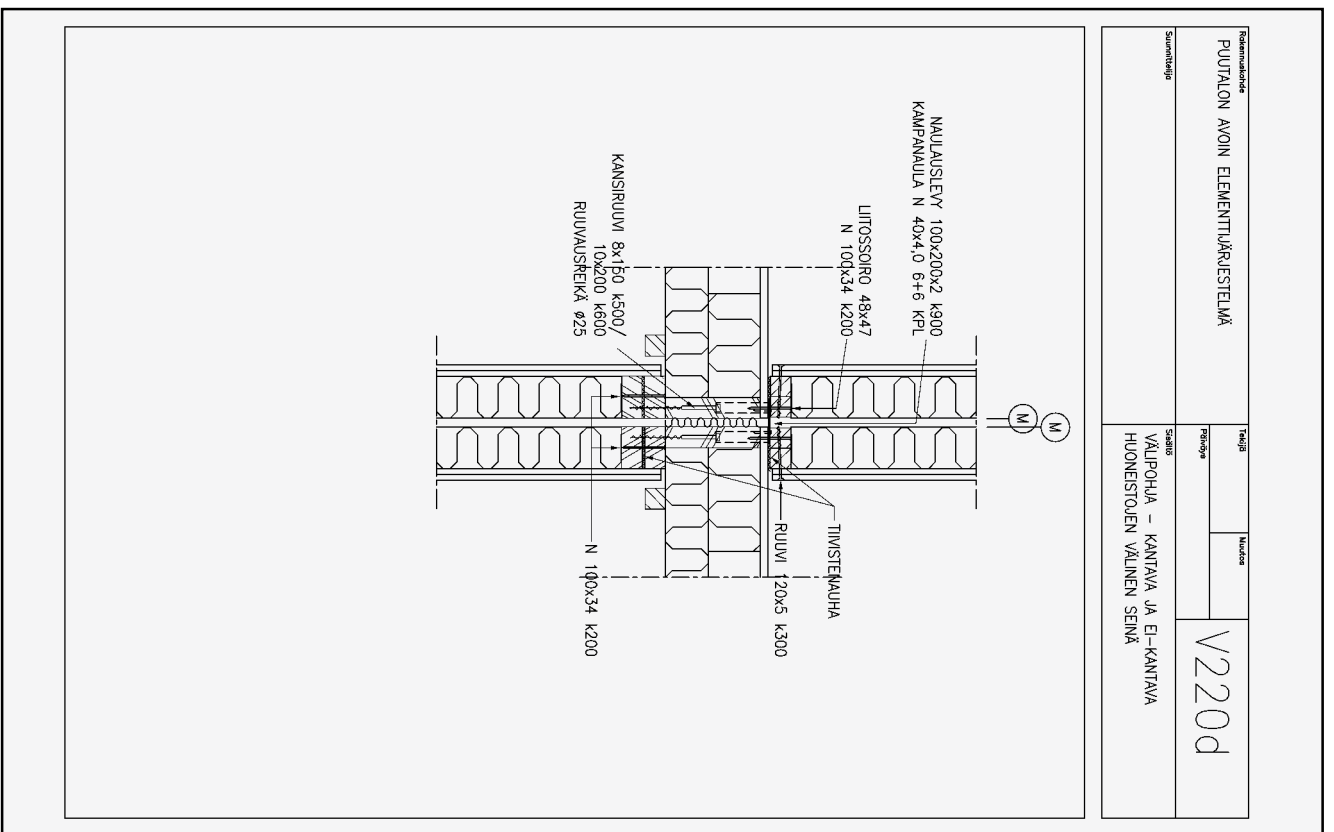
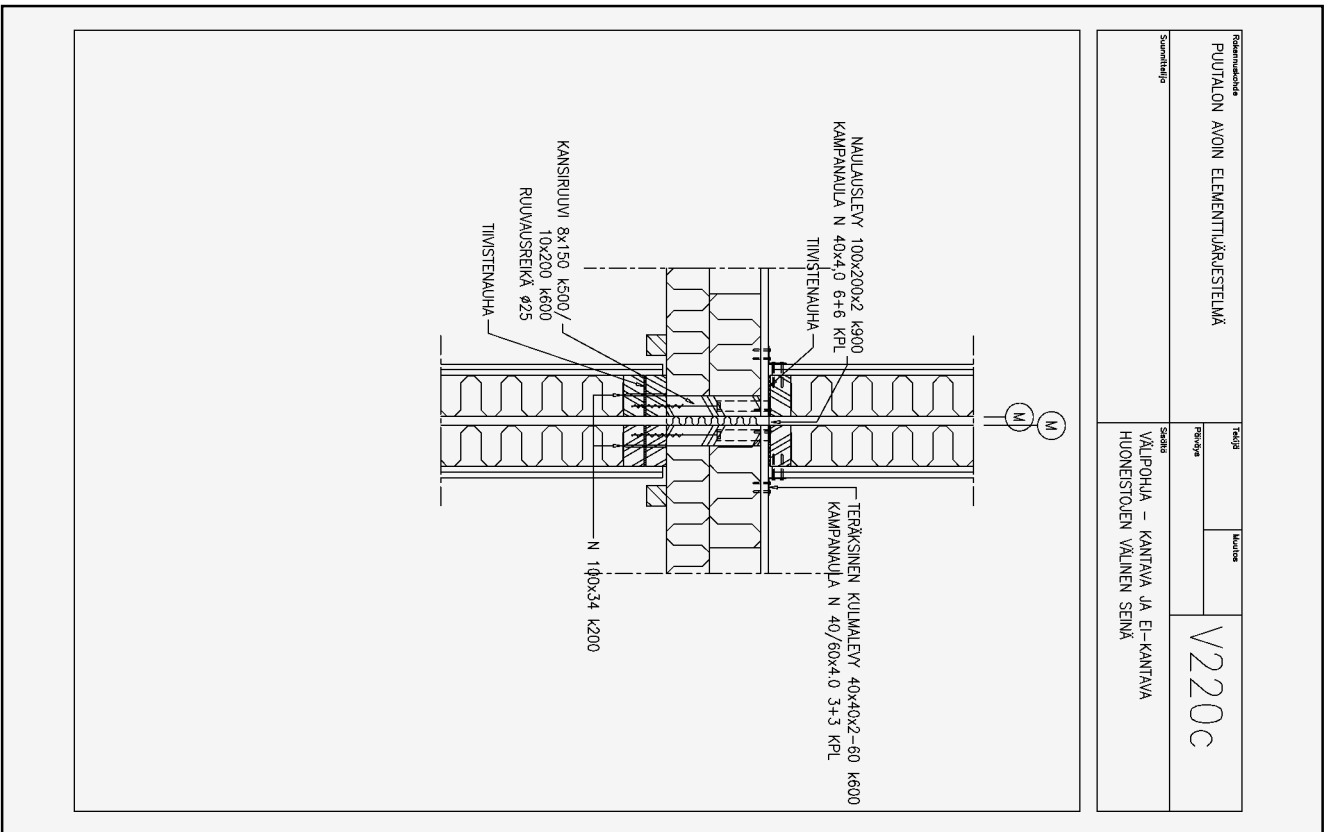
Rakennuskoodeksi PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAKESTELMÄ	Taulu Pöytä	Muoto V210d	Sivu VÄLIPOHJA – KANTAVA HUONEISTON SISÄINEN VALISEINÄ
---	----------------	----------------	--

Suunnitelija	Elementti	Materiaali	V220a
	PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAJESTELMÄ		
Suunnitelija	Seinät	Huoneisto	V220b
	PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAJESTELMÄ		

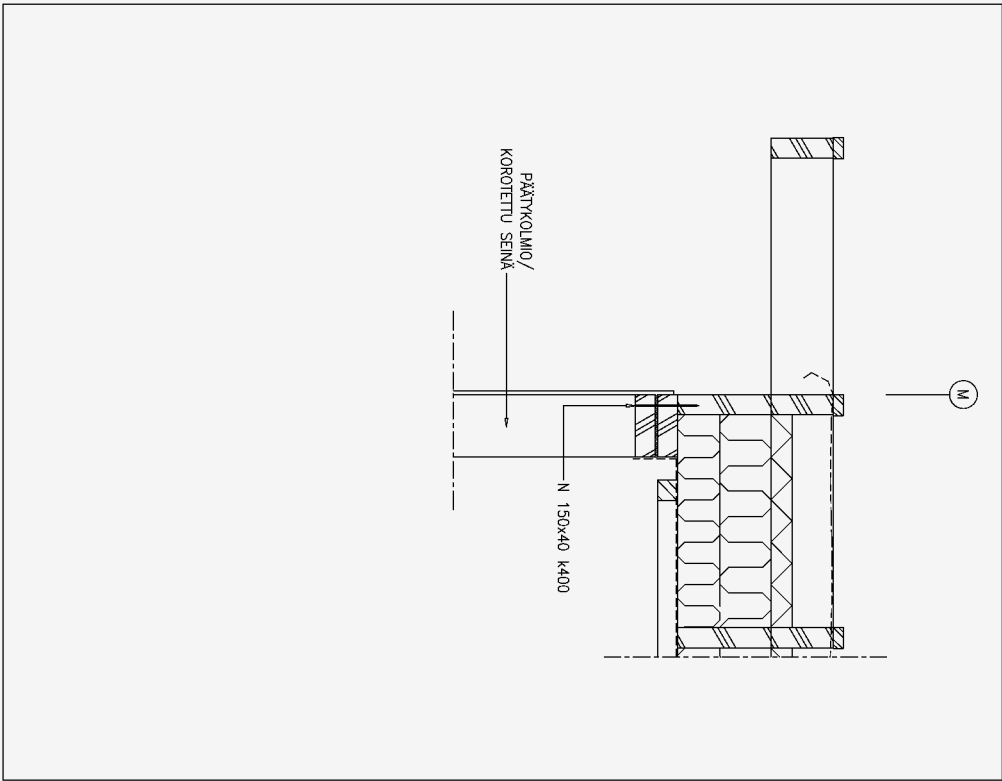


Suunnitelija	Elementti	Materiaali	V220b
	PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAJESTELMÄ		
Suunnitelija	Seinät	Huoneisto	V220a
	PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAJESTELMÄ		

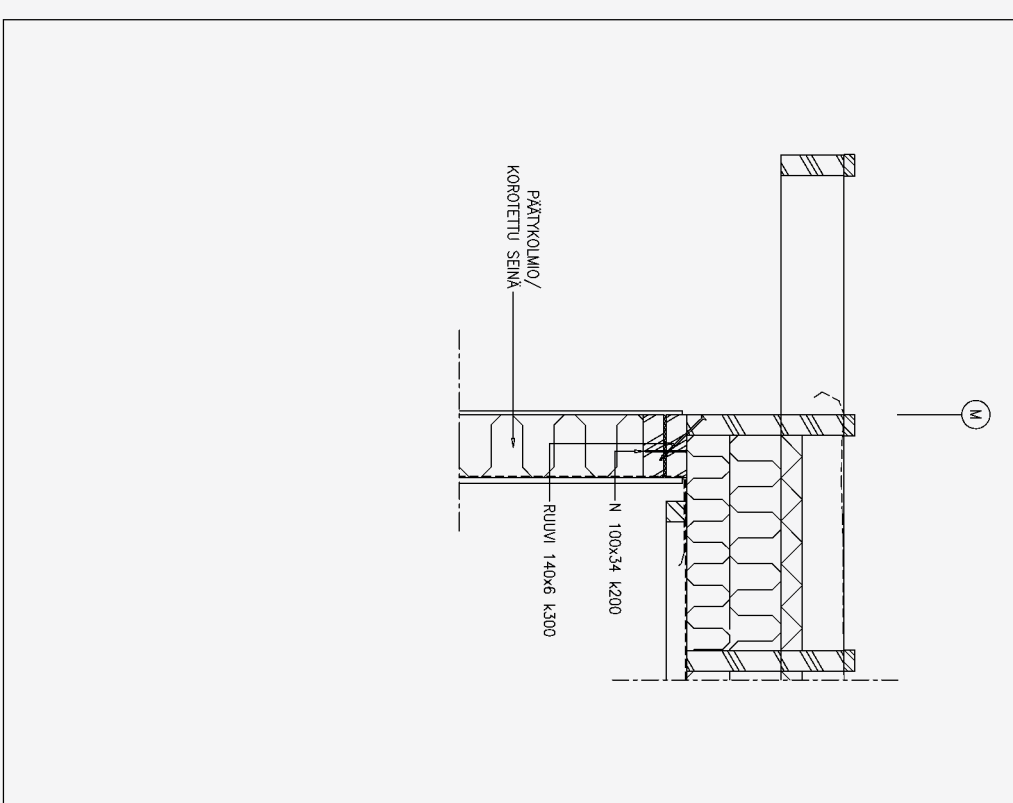




Rakennuskoode PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAKENTEELMÄ Suunnitelija	Tyylipiiri Muoto	Y505a
Sääliö YLÄPOHJA – EI-KANTAVA ULKOSEINÄ		



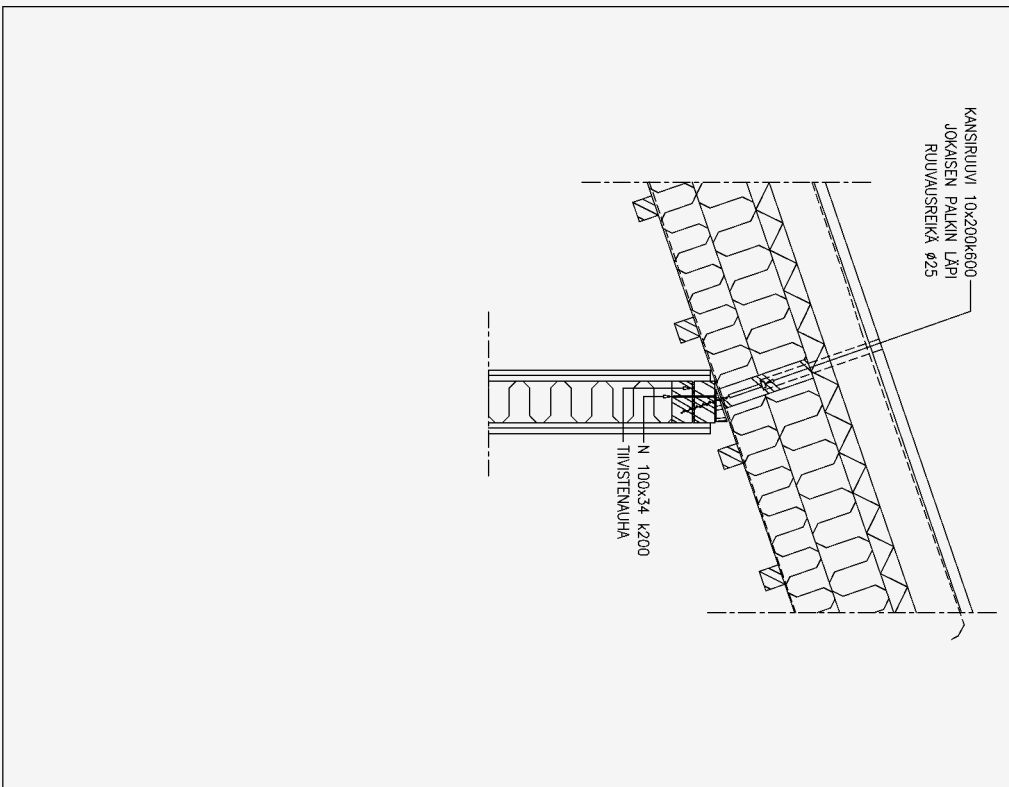
Rakennuskoode PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAKENTEELMÄ Suunnitelija	Tyylipiiri Muoto	Y505b
Sääliö YLÄPOHJA – EI-KANTAVA ULKOSEINÄ		



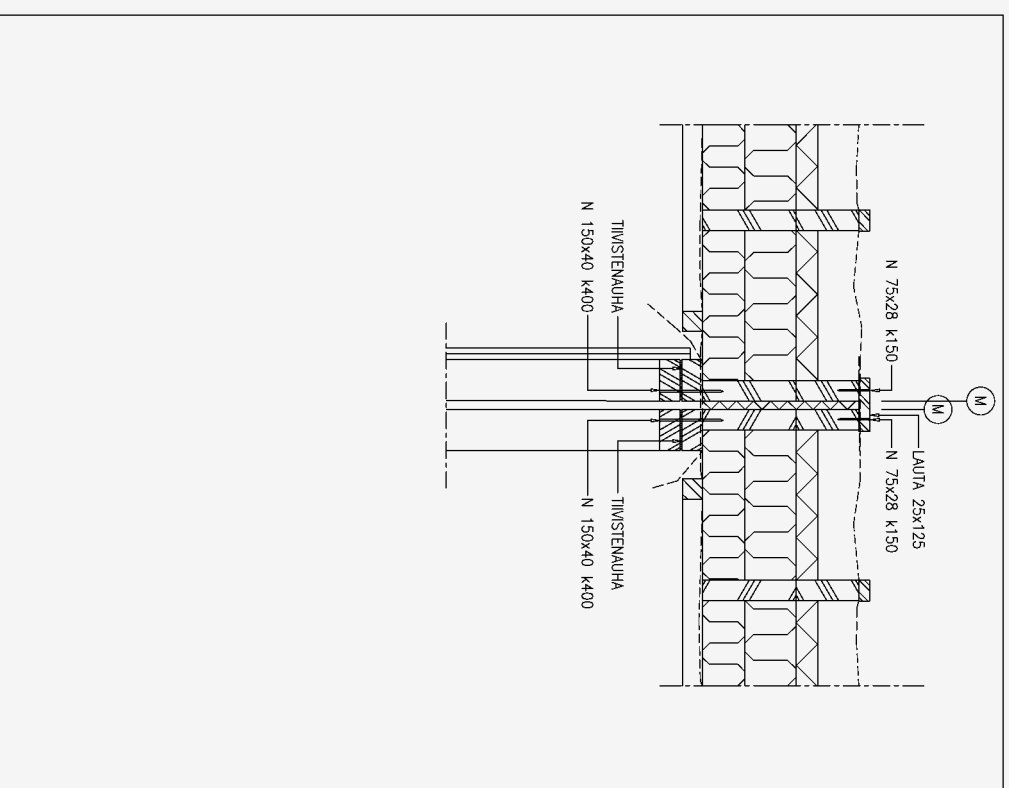
Rakennusvaihe PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAJESTELMÄ	Talvi	Kaisto	Y505d
	Parvi		
Suunnitelija	Sisäilma YLÄPOHJA – EI-KANTAVA ULKOSEINÄ		

Rakennusvaihe PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAJESTELMÄ	Talvi	Kaisto	Y510c
	Parvi		
Suunnitelija	Sisäilma YLÄPOHJA – KANTAVA HUONEISTON SISÄINEN VÄLISEINÄ		

Rakennusohje PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAKESTELMÄ Suunnitelma	Tyyppi Rakennus	Huone KANTAVA HUONEISTON SISÄINEN	Y510d
Suunnitelma Yläpohja - VÄLISEINÄ	Sääntö Yläpohja - VÄLISEINÄ		



Rakennusohje PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAKESTELMÄ Suunnitelma	Tyyppi Rakennus	Huone HUONEISTOJEN VÄLINEN SEINÄ	Y520c
Suunnitelma Yläpohja - VÄLISEINÄ	Sääntö Yläpohja - VÄLISEINÄ		



Kokonaistoimitus
PUUTALON AVOIN ELEMENTTIRAKESTELMÄ

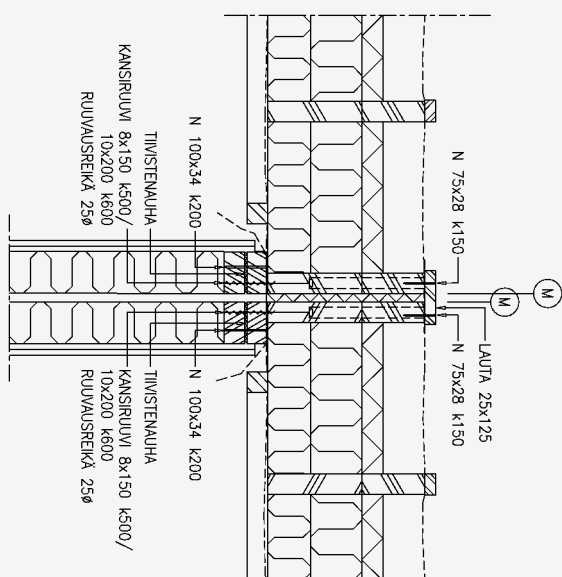
Talotyyppi Muutonta

Y520d

Suunnittelija

Suunnitelma

Yläpohja – HUONEISTOJEN VÄLINEN SEINÄ





Tässä oppaassa esitetään avoimen puurakennusjärjestelmän mukaisten elementtirakenteiden pääperiaatteet ja tärkeimmät rakenneyksityiskohdat. Järjestelmä on kehitetty pääasiassa palvelemaan ns. projektirakentamista.

Opas on jatkoa aikaisemmin julkaistuille avointa puurakennusjärjestelmää käsitteleville oppaille ja julkaisuille täydentäen niitä elementtirakenteiden osalta.

Opas on tarkoitettu rakennusalan ammattilaisille eli arkkitehti-, rakenne- ja elementtisuunnittelijoille, elementtien valmistajille sekä työmailla elementtien asennuksesta ja liitosten teosta vastaaville henkilöille. Opasta voidaan käyttää myös opetustarkoituksiin alan oppilaitoksissa.

AVOIN PUURAKENNUSJÄRJESTELMÄ **E l e m e n t t i r a k e n t e e t**

