

Harri Muikkula

ELEMENTTISUUNNITTELUOHJEISTUS

Harri Muikkula

Opinnäytetyö

Kevät 2011

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Koulutusohjelma	Opinnäytetyö	Sivuja + Liitteitä
<u>Rakennustekniikka</u>	<u>Insinööriyö</u>	<u>30 + 66</u>
Suuntautumisvaihtoehto	Aika	
<u>Rakennetekniikka</u>	<u>15.04.2011</u>	
Työn tilaaja	Työn tekijä	
<u>Finndomo OY</u>	<u>Harri Muikkula</u>	
Työn nimi		
<u>Elementtisuunnitteluohjeistus</u>		
Asiasanat		
<u>suunnitteluohjeet, ohjeet</u>		

Finndomo on suuri pohjoismaalainen konserni, joka valmistaa teollisia puurakenteisia pientaloja. Finndomo Oy:n Sonkajärven talotehdas valmistaa taloja pien- ja suurelementtijärjestelminä. Aikaisemmin talotehtaalla ei ollut rakennesuunnittelijoille omaa selkeää ohjeistusta elementtien suunnittelusta. Opinnäytetyössä laadittiin ohjeistus rakennesuunnittelijoiden käyttöön helpottamaan suunnittelua. Ohjeistuksen avulla myös pyrittiin helpottamaan tuotannon työtä.

Ohjeistus laadittiin pääasiallisesti Finndomon suunnittelijoilta ja tuotannon työntekijöiltä saatujen tietojen ja toiveiden pohjalta. Ohjeita varten hankittiin myös tietoja oppikirjoista sekä RT-korteista.

Itse ohje koostui raporttiosasta, liitteinä olevista Finndomon käytössä olevien suunnittelupakettien esittelyistä sekä liitteenä olevan ristikoiden, palkistojen, päätyjen ja räystäiden ohjeesta. Ohjeistus palvelee käyttäjää parhaimmillaan sähköisessä muodossa, jolloin turha paperimäärä saadaan minimiin. Työ otetaan tilaajayrityksessä käyttöön maaliskuun aikana ja se tulee helpottamaan suunnittelijoiden työtä. Ohjeistusta voidaan myös tulevaisuudessa helposti päivittää tietojen ja määräysten muuttuessa.

Degree programme	Thesis	Number of pages + appendices
<u>Civil Engineering</u>	<u>B. Sc.</u>	<u>30 + 66</u>
Line	Date	
<u>Structural Engineering</u>	<u>15 April, 2011</u>	
Commissioned by	Author	
<u>Finndomo Oy</u>	<u>Harri Muikkula</u>	
Thesis title		
<u>Instructions for Designing Wooden Element Structures</u>		
Keywords		
<u>Instructions</u>		

Finndomo is a great Nordic concern which produces industrial wooden detached houses. Finndomo Oy's house factory that is located in Sonkajärvi, produces houses as small elements and large panel structures. In the past there were no real instructions about designing elements made for structural engineers. This instruction was made for structural engineers as a helping hand in designing. Instruction is also made to optimize the work of the production.

The instruction was mainly based on the information and desires gathered from the designers and the workers of the production. For this instruction there was also used information gathered from books and the Finnish RT-kortisto – database. RT-kortisto –database contains guides and regulations concerning the building industry.

The instruction itself included the report part, the presentations of the designing packages used in Finndomo Oy, and the instructions for designing bars, frameworks, end walls and eaves. The instruction is best used in an electrical form when the useless stack of printed text can be adjusted to minimum. The ordering company will start using the instruction during April and it will ease the work of structural engineers. The instruction may also be easily updated in the future when knowledge increases and the regulations change.

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 JOHDANTO	3
2 ELEMENTTIRAKENTAMINEN	4
2.1 Elementtirakentamisen periaatteet	5
2.2 Käytettävät järjestelmät	8
2.2.1 Pre-cut-järjestelmä	9
2.2.2 Pienelementtijärjestelmä	10
2.2.3 Suurelementtijärjestelmä	12
3 ELEMENTTISUUNNITTELUOHJEISTUS	15
3.1 Ohjeistuksen tarve ja hasteet	15
3.2 Ohjeistuksen rakenne	16
4 ELEMENTTISUUNNITTELU	18
4.1 Perustietoa suunnitteluun	18
4.2 Osaluettelo	19
4.3 Mitoitus	20
4.3.1 Mitoitustavat	21
4.3.2 Mittaluvut	22
4.3.3 Korkeusasemat	23
5 POHDINTA	25
LÄHTEET	26
LIITTEET	28

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehdään Finndomo Oy:n Sonkajärven talotehtaalle. Finndomo Oy on pohjoismaiden johtava teollisesti valmistettavien puurakenteisten pientalojen valmistaja. Suomessa sen tuotemerkkejä ovat Omatalo ja FinndomoKoti. Finndomo konserni valmistaa taloja myös muiden Pohjoismaiden, Baltian ja Venäjän alueille. (1, s. 1.)

Finndomon visiona on tuottaa asiakasläheisiä, persoonallisia taloja, minkä vuoksi muunneltavuusmahdollisuuksia on oltava paljon. Tämä luo ongelmia teolliselle valmistamiselle, jonka lähtökohtana on tuottaa mahdollisimman paljon vakioitallistettua tavaraa (2, s. 1.). Kun erilaisia ratkaisuja on paljon, myös ohjeita ratkaisuihin on paljon ja lopputuloksena saattaa olla sekava kasa papereita, joista suunnittelijan on talo suunniteltava.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on laatia rakennesuunnittelijoille selkeä ohjeistus, jonka avulla Finndomolla saadaan yhteinen linja suunnitteluun. Suunnitteluohjeistus tulee olemaan eräänlainen porrastettu suunnittelun ja tuotannon välillä; ohjeistusta tehdään kuunnellen kummankin osapuolen mielipiteitä. Finndomolla on ennestään suunnitteluohjeita, mutta ne eivät ole järjestelmällisesti missään vaan suunnittelijan on etsittävä tietoja sekavista kansioista. Tavoite on siis luoda selkeä ohje, josta suunnittelija löytää tarvitsemansa tiedot elementtitalon suunnitteluun. Tavoitteena on myös yhtenäistää suunnitteluun liittyvää terminologiaa.

Ohjeistus tehdään täysin uudelta pohjalta, eikä käytettävissä ole mitään pätevää suunnitteluohjeistusta. Ohje tulee olemaan riittävän yksityiskohtainen, jotta kokemattomampikin suunnittelija kykenee suunnittelemaan elementtitalon. Tämä ohjeistus antaa apuvälineet niin pien- kuin suurelementtitalojenkin suunnitteluun.

2 ELEMENTTIRAKENTAMINEN

Teollisen rakentamisen ensiasketeet otettiin 1800-luvulla Yhdysvalloissa, Ruotsissa ja Norjassa, kun päättäjillä heräsi ajatuksia alkaa tuottaa rakennusosia teollisesti puusta. Varmin tieto ensimmäisestä puuelementtivalmisteisesta rakennuksesta on peräisin Ruotsista, jossa majuri ja arkkitehti Fredrik Blom sai vastuulleen suunnitella Rosendahliin elementtirakenteisen kuninkaallisen huvilan. Huvilaa alettiin rakentaa 1820-luvulla. (3, s. 216.)

1800-luvulla Norjassa vaikutti arkkitehti ja teollisuusmies Christian Tams, joka perusti tiettävästi maailman ensimmäisien puutalotehtaan, joka vei rakennuksia jopa Intiaan saakka. Eräs Tamsin talo oli esillä jopa Pariisin maailmannäyttelyssä 1889, jossa talo palkittiin kultamitalilla. (4, s. 49.)

Varhaisin esimerkki suomalaisesta elementtirakentamisesta on vuodelta 1891. Kyseessä on Sörnäs Anghyfleri & Snickeri Fabriks Bolag –nimisen yrityksen myyntiesite, jossa kaupataan tehdasvalmisteista huvilaa. (3, s. 217.)

Varsinaisesti nykyaikainen puutaloteollisuus on lähtöisin 1920-luvun Ruotsista. 1920-luvun loppupuolella myös Suomessa aloitti kaksi yrittäjää valmistamaan teollisia puutaloja. Kuitenkin Suomen puutaloteollisuus alkoi kehittyä merkittävästi vasta talvisodan aikaan, jolloin puolustusvoimien käyttöön tarvittiin runsaasti parakkeja. (3, s. 217.)

Suomen puutaloteollisuuden toiminta perustui aluksi vientiin, ensiksi Saksaan. Myöhemmin Neuvostoliitolle alettiin maksaa sotakorvauksina teollisesti valmistettuja puutaloja. Kaiken kaikkiaan vapaana kauppana kymmenen vuoden kuluessa vietiin noin 100 000 taloa. Kun Neuvostoliittoon vienti loppui 1955, alalla tapahtui suuria supistuksia. (4, s. 49.)

Kotimaan myynti kasvoi merkittävästi 1970-luvun alussa, kun puutaloteollisuus kehittyi. Myynti, joka oli vuonna 1965 noin 20 miljoonaa markkaa, kasvoi vuonna

1978 yli 300 miljoonaan markkaan. 1970-luvulla ollut energiakriisi myös kannusti taloteollisuutta kehittämään entistä energiatehokkaampia ratkaisuja. (4, s. 50.)

2.1 Elementtirakentamisen periaatteet

Elementtirakentamisessa tavoitteena on saavuttaa mahdollisimaan suuri esivalmiusaste. Mitä suurempi esivalmiusaste on, sitä laadukkaampaa ja tuottavampaa työ on. Työkustannuksien osuus rakentamisessa on todella merkittävä ja säästöjä voidaankin saavuttaa kokonaistyöpanosta pienentämällä. (5, s. 12.)

Elementtirakenteisten pientalojen laadukkuus selittyy sillä, että talotehtailla, joissa elementit valmistetaan, työskentelevät rakennusalan ammattilaiset valvoituissa olosuhteissa. Inhimilliset virheet ovat tietenkin mahdollisia, mutta tietotaito ja edellytykset laadukkaalle rakentamisella ovat olemassa. Myös tiukentuvat rakennusmääräykset asettavat haasteita rakentamiselle, jolloin ammattimainen työ takaa määräykset täyttävän lopputuloksen. (2, s.1)

Sisällä suojatuissa olosuhteissa rakentaminen lyhentää rakennusaikaa. Kun rakennusaikaa saadaan lyhennettyä, säästöjä saavutetaan esimerkiksi työmaan yleiskustannusten pienentymisellä. Myös rakennusajan pääomakustannukset pienenevät. (5, s. 12.)

Elementtirakentamisen etuihin voidaan myös laskea talvirakentamisen helpottaminen. Kun suurin osa runkotyöstä siirretään sisätiloihin, rakenne on suojassa lumisateilta ynnä muilta haitallisilta sääolosuhteilta. Puuteollisuus on vahvasti kesäkauteen painoittuva, joten pyrkimällä ajoittamaan valmisosatoimitukset talvisaikaan voidaan tehokkaammin saada kaikki potentiaali irti talvisaikaan vajaan tehoisesti toimivilla talotehtailla. (5, s.12.)

Talotehtaiden maantieteellinen sijainti on myös yksi niiden etu. Tehtaat sijoitetaan yleensä alueelle, jossa työvoiman ja raaka-aineiden saanti on riittävää. Talotehdas on monesti vähän pienemmän kunnan suurimpia

työnantajia, minkä ansiosta muuttoliikennettä poispäin kunnasta pystytään vähentämään. (3, s.12.)

Elementtirakentamisena kaiken perustana on **moduulimitoitus**. Moduulimitoituksessa rakennus jaetaan vaakasuunnassa tietyn levyisiin moduuleihin, jotka muodostavat moduuliverkon. 600 mm:n runkotolppajako ja siihen sopivat levy- ja eristemitat ovat yleisin käytetty moduulimitoituksen perusta. Moduulimitoitus aloitetaan lähtökohtaisesti aina rakennuksen ulkoseinärungon ulkopinnasta. (5, s. 18.)

Moduulimitoituksessa käytetään merkintää nM. Esimerkiksi 6M tarkoittaa 600 mm, 3M 300 mm jne. Moduulimitoituksessa puhutaankin, että pyritään käyttämään 6M-jakoa, eli 600 mm:llä jaollisia lukemia. Luonnollisesti 6M:n jako on joissakin tapauksissa liian suuri, esimerkiksi ikkuna- tai oviaukoissa, joten joudutaan käyttämään pienempää moduulia. Tällöin suositus on että käytetään 3M:n jakoa, eli 300 mm:llä jaollisia lukuja. (3, s. 218.)

Pystysuunnassa moduulimitana pidetään seinärungon korkeutta. Seinärungon vakiokorkeus vaihtelee talotehtailla, mutta vakiona voidaan pitää 2 774 mm. Kerros- ja välipohjan korkeus myös vaihtelevat tapauskohtaisesti. (5, s. 19.)

Finndomo Oy:n Sonkajärven talotehtaan tuotantopäällikkö Matti Sirviön mukaan, moduulijärjestelmän etuna on vakiomittaisten osien käyttö. Kun rakennuksen rungon korkeus on vakio, pystytään rakennuslevyt katkaisemaan tietyn korkuisiksi. Lisäksi kun tiedetään, että käytetään 3M:n ja 6M:n moduulijakoja, levyt pystytään katkaisemaan myös leveysuunnassa esimerkiksi 300, 600 ja 900 mm:n levyisiksi. Kun runkotolpat ovat vakiolevyiset ja ne noudattavat vakiojakoa, myös niiden väliin tulevat lämmöneristelevyt voidaan leikata oikean kokoiisiin paloihin. Vakiomittaisia osia pystytään siten katkomaan varastotäyteen ja tuomaan aina työpisteen viereen tarvittava määrä tiettyä kokoa.

Elementtirakentamisessa on mahdollista, että **rakennesuunnittelu** jaetaan useamman suunnittelijan kesken. Yleinen tilanne on, että kohteessa on

pääsuunnittelija sekä erillinen elementtisuunnittelija, jonka vastuulla on elementtien rakenteellinen suunnittelu. (5, s. 23.)

Pääsuunnittelijan tehtäviin kuuluvat (5, s. 23.):

- rungon päämittojen määrittäminen ja elementtijako
- rakenteiden kuormitusten määrittäminen
- rungon stabiilisuudesta vastaaminen
- rakenteiden ja liitosten riittävän lujuuden huolehtiminen
- suunnitelmien yhteensopivuudesta vastaaminen
- elementtisuunnitelmien tarkastaminen ja hyväksyminen
- rakenne- ja elementtisuunnitelmien viranomaistarkastusten huolehtiminen.

Rakennesuunnittelijan tarvitsee esittää piirustuksissa vain ne tiedot, joita tarvitaan elementtien asennuksessa ja liitosten teoissa. Näitä ovat esimerkiksi rakenteisiin kohdistuvat kuormat ja elementtien asennusjärjestys. Rakennesuunnittelijan tulee esittää detaljipiirustuksissa elementtien kiinnitykset toisiinsa sekä muihin rakenteisiin. Talotehtailla on olemassa omat liitosdetaljinsa, joten suunnittelijan tehtäväksi jää lähinnä oikean liitoksen valitseminen oikeaan paikkaan ja liitoksen kestävyuden laskeminen. (5, s. 23.)

Elementtisuunnittelijan vastuulla on elementtien valmistukseen tarvittavien kuvien tuottaminen. Vakioelementeistä on yleensä talotehtailla valmiit piirustukset, mutta kun kyseeseen tulee erikoinen elementti, siitä tulee tehdä aina oma piirustuksensa. Oleellista on esittää vain se tieto, joka tuotannossa tarvitaan elementin valmistuksessa. (5, s. 23.)

Elementtirakentamisessa on tärkeää, että elementtien väliset **saumat ja liitokset** on suunniteltu ja valmistettu oikein. Niiden tulee täyttää sekä toiminnalliset- että asennustekniset vaatimukset. Myös taloudelliset vaatimukset tulee ottaa huomioon, sillä mitä halvempi ja toimivampi liitosratkaisu on, sitä tuottavampi se on taloudelliselta kantilta. (5, s. 52.)

Toiminnallisuuden kannalta olennaista on, että liitokset ovat riittävän lujia ja jäykkiä ja kestävät myös palotilanteissa. Liitosten tulee täyttää ääni-, lämpö- ja kosteustekniset vaatimukset. Liitosten on myös oleellista tehdä mahdolliseksi elementtien yhteistoiminta, jotta rungon jäykistäminen on mahdollista elementtien avulla. Liitosten olisi hyvä olla pitkäikäisiä sekä esteettisiä. Liitosten huollettavuus ja tarkastettavuus ovat myös asioita, joihin tulee liitosten suunnittelussa kiinnittää huomiota. (5, s. 52.)

Liitoksia suunniteltaessa on oleellista, että elementtien kytkeminen toisiinsa työmaalla sujuu mahdollisimman helposti ja yksinkertaisesti. Mitä helpommat ja yksinkertaisemmat liitokset ovat, sen nopeampaa niiden asentaminen työmaalla on. Huomiota on myös kiinnitettävä liitosten asennuksen turvallisuuteen. Elementtien valmistuksessa voi tulla mitta- tai muotoeroja, jotka tulee niin ikään ottaa huomioon liitosten suunnittelussa. (5, s. 52.)

Varsinkin pienemmällä talotehtailla ongelmia tulee joskus siitä, ettei heillä ole omasta takaa mahdollista valmistaa jotain osaa, joten se tulee tilata joltakin muulta taholta. Tämän vuoksi tärkeää olisikin, että liitokset mahdollistaisivat eri valmistajien tuotteiden käyttämisen ja että erilaisia tuotantotapoja olisi mahdollista yhdistellä. Pyrkimys olisi myös, kuten muutenkin elementtirakentamisessa, käyttää mahdollisimman paljon samoja vakioituja osia, liittimiä ja tiivisteitä. (5, s. 52.)

2.2 Käytettävät järjestelmät

Elementtirakentamisessa on käytössä erilaisia järjestelmiä, joilla jokaisella on omat tunnuspiirteensä, etunsa ja haittansa. Tässä työssä niistä esitellään Pre-cut-järjestelmä, pienelementtijärjestelmä ja suurelementtijärjestelmä. Käytössä on myös muitakin järjestelmiä, mutta koska insinööriyön tilaajayrityksessä käytetään vain käytännössä näitä kolmea järjestelmää, tarvetta niiden esittämiseen tässä työssä ei ole.

2.2.1 Pre-cut-järjestelmä

Pre-cut on englantia ja se tarkoittaa valmiiksi katkaistua. Nimi kertookin jo itsestään, mistä järjestelmässä on kyse. Tässä järjestelmässä siis työmaalle toimitetaan valmiiksi katkaistua ja lovetettua puutavaraa. Teollinen esivalmistus on näin ollen vähäistä. Järjestelmän edut saavutetaankin muista asioista. (4, s. 57.)

Pre-cut-järjestelmää käyttäessä erittäin tärkeässä ja keskeisessä asemassa on suunnittelu. Järjestelmää ei varsinaisesti voi pitää elementtirakentamisena samalla lailla kuin pien- ja suurelementtijärjestelmiä, vaan se on ennemminkin tehdasvalmisteisten komponenttien avulla toteutettavaa rakentamista. Tämän vuoksi suunnittelussa on tärkeintä työpiirustusten laadinta, rakennustyön suunnittelu sekä materiaalmäärien laskeminen. (4, s. 57.)

Suomessa arvostetaan edelleen paljon omaa työpanosta rakennettaessa omaa kotia. Pre-cut-järjestelmän suurin etu onkin juuri tällä saralla. Tarkat ja erittäin yksityiskohtaiset suunnitelmat antavat mahdollisuuden niin sanotulle hartipankkirakentamiselle, jossa mahdollisimman moni työvaihe tehdään itse. Kun työmaalle tuotava tavara on valmiiksi oikeanmittaista ja sille on tarkka paikka rakennuksessa, rakentajan työ helpottuu huomattavasti. (4, s. 58.)

Pre-cut-järjestelmissä tyypillisesti tarkkaan määrämittaan on katkaistu kantavan rungon osat sekä ulkoverhouslaudat, jotka useimmissa tapauksessa toimitetaan työmaalle pohjamaalattuina. Tasausvaraa jätetään yleensä väliseinien runkotolppiin sekä aukkojen sisäpuolisiin listoihin. Jotkut osat on huomattu järkevimmiä toimittaa työmaalle pituuspaketoituna. Pituuspaketoidut osat rakentaja voi itse katkoa työmaalla sopiviin mittoihin. Tällaisia osia ovat esimerkiksi räystään aluslaudat ja koolaukset. (4, s. 57.)

Järjestelmä antaa arkkitehtuurillisesti lähes rajoittamattomat mahdollisuudet. Kuitenkin mikäli Pre-cut-järjestelmästä halutaan hyötyä, suunnittelussa on otettava huomioon vakiorakenteet. Vakiorakenteita ovat esimerkiksi autovajat.

Mikäli kaikki Pre-cut-järjestelmällä toteutetut rakennukset olisivat erikorkuisia ja niissä käytettäisiin erikorkuisia ikkunoita, ovia jne., materiaalin katkaisu varastoihin olisi ellei mahdotonta, niin ainakin turhaa. Taloudelliset hyödyt saavutetaankin silloin, kun käytetään rakennuskomponenteissa yleisesti alalla vallitsevia mittoja sekä vakiomittaisia, työstettyjä, puutavaroita. (4, s. 59.)

Finndomo Oy:n Sonkajärven tehtaassa ei varsinaisesti valmisteta taloja Pre-cut-järjestelmällä. Kuitenkin Pre-cut-järjestelmä on osallisena sekä pien- että suurelementtijärjestelmissä. Molemmissa järjestelmissä käytetään valmiiksi määrämittaan katkaistuja vakio-osia, pre-cut -osia. Näissä elementtijärjestelmissä käytetään suurissa määrissä vakiomittoja, joten varastoon katkominen on erittäin tärkeää ja nopeuttaa huomattavasti tuotantoa. Jokaisen työpisteen viereen tuodaan elementtiin tarvittavat osat valmiiksi katkottuna, jolloin osien asentajan ei tarvitse erikseen niitä katkoa, vaan hän pelkästään asentaa oikean kokoiset osat paikoilleen.

Pre-cut-järjestelmää myös käytetään siten, että Finndomo Oy:llä työmaalle toimitetaan ne osat, joita ei tehtaassa ole mahdollista kytkeä, irrallisina. Useimmissa tapauksissa nämä ovat määrämittaan katkaistuja. Tämä on mahdollista siten, että suunnittelija tekee aina rakennuksesta määrälaskennan, josta käy ilmi, mitä osia ja komponentteja rakennukseen tulee.

2.2.2 Pienelementtijärjestelmä

Pienelementtijärjestelmän perusajatuksena on, että rakennuksen ulkoseinät kootaan pienelementeistä. Tietyissä tapauksissa on myös mahdollista, että alaja yläpohjat sekä väliseinät tai niiden osat elementoidaan. Pienelementtijärjestelmän etuna on se, että elementit ovat kevyitä, miesvoimin liikuteltavissa olevia, valmiita rakenteita. Keveyden takaamiseksi pienelementtisen ulkoseinän maksimileveys on yleensä 1 200 mm. Kevyemmissä rakenteissa, kuten aukkoelementeissä, voidaan kuitenkin maksimi pituutena pitää 2 400 mm. (4, s. 63.)

Elementit tulisi pyrkiä suunnittelemaan hyödyntämällä 3M moduulijakoa. 3M-moduulijakoa tulisi suosia, koska rakennuslevyissä ja lämmöneristeissä ovat olemassa standardimitat, jotka pohjautuvat tähän jakoon. Eli mitä vähemmän poiketaan 3M moduulimitoituksesta, sitä vähemmän joudutaan tuotannossa katkomaan erikoismittaisia levyjä ja eristeitä. Standardimitoissa pysyminen siis kasvattaa työn tehokkuutta, ja näin ollen myös sen tuottavuutta, sekä helpottaa tuotannon työntekijöiden työskentelyä. (4, s. 63.)

Pienelementtirakenteinen ulkoseinä koostuu sisäverhouksesta, kantavasta rungosta, lämmöneristeestä, höyrynsulusta, tuulensuojalevystä sekä mahdollisesta ulkoverhouksesta. Luonnollisesti mikäli elementti on niin sanottu aukkoelementti, eli ikkunan tai oven sisältävä elementti, siihen tulevat kaikki niihin liittyvät osat. (4, s. 63.)

Suunnittelun kannalta pienelementtijärjestelmä antaa vähemmän mahdollisuuksia kuin Pre-cut-järjestelmä. Mutta vaikka käytettäisiin vain pientä valikoimaa vakioelementtejä, päästään suureen vapauteen pohja- ja julkisivuratkaisuissa. Tärkeintä on pysyä 3M-moduulissa, sillä elementtivalmistajille on olemassa yleensä valmiit piirustukset tässä moduulissa oleville elementeille, joten määrälaskenta ja tuotanto on helppoa ja nopeaa. Moduulista poikkeaminen aiheuttaa erikoiselementtejä, joihin tarvitaan piirustukset ja jotka joudutaan kasaamaan käsityönä. (4, s. 64.)

Suuren pohjaratkaisujen määrään päästään, koska elementit ovat kapeita joten lyhyet erkkerit ja syvennykset on helppo ja taloudellisesti kannattavaa valmistaa. Suurelementteinä sama ei ole kannattavaa, sillä sen järjestelmän perustana on että, mitä vähemmistä elementeistä talo saadaan rakennettua sitä taloudellisemmin kannattavaksi se tulee. (4, s. 64.)

Pienelementtijärjestelmässä tehdasvalmiusaste on yleensä noin 7 - 10 %:in luokkaa. Järjestelmä nopeuttaa rakentamista oikeastaan vain runkovaiheessa, joka toisaalta on kaikista kriittisin vaihe rakentamisessa, kun otetaan huomioon

sääolosuhteet. Järjestelmällä on toisaalta monia muitakin hyötyjä, varsinkin pienelle kirvesmiesryhmälle tai omatoimiselle rakentamiselle:

- runko voidaan asentaa omatoimisesti ilman nostokalustoa
- oman työn käyttömahdollisuus on suuri
- toimitukseen sisältyvät rakennesuunnittelu- ja arkkitehtipalvelut
- pienelementtivalikoimien runsaus ja varastotuotteiden lyhyet toimitusajat
- talvirakentamisen mahdollisuus. (4, s. 67.)

Finndomo Oy:n Sonkajärven talotehtaassa on käytössä elementtilinja, jolla täydellä kapasiteetilla pystytään valmistamaan jopa viiden talon ulkoseinät kahdella miehellä yhden työpäivän aikana. Elementtilinjan käyttö onkin siis näin ollen erittäin tehokasta. Jotta elementtilinjaa pystytään käyttämään tehokkaasti on oleellista, että käytetään mahdollisimman paljon vakioelementtejä, joita siis pystytään valmistaa erittäin suuria määriä päivässä. Pienelementtejä valmistetaan myös paljon varastoon.

2.2.3 Suurelementtijärjestelmä

Suurelementti tarkoittaa koko seinän kokoista rakennetta. Suurelementteinä voidaan rakentaa ulko-, väli- ja huoneistojen välisiä seiniä, ala-, väli-, ja yläpohjia sekä täydentäviä osia, kuten palokatkoja, päätykolmioita jne. Kaikki nämä rakennetaan, kuten järjestelmän nimestä voi päätellä, suurista niin kutsutuista levyelementeistä. (4, s. 68.)

Finndomo Oy:n Sonkajärven talotehtaalla suurelementteinä valmistetaan rakennuksen ulkoseiniä, väliseiniä, huoneistojen välisiä seiniä, palokatkoelementtejä sekä päätykolmioita.

Suurelementtijärjestelmässä ulkoseinäelementtien suurimmaksi pituudeksi suositellaan kymmentä metriä, jolloin sen kuljetus ja käsittely on vielä suhteellisen helppoa. Elementin paksuuteen vaikuttaa luonnollisesti sen valmistusaste, eli onko esimerkiksi ulkoverhous asennettu valmiiksi ja jos on niin millainen verhoilu on. Suurelementin korkeutta rajoittaa elementtien kuljetus työmaalle. Runkotolppien vakiokorkeutena voidaan pitää 2 774 mm, jolloin

vaikka elementtiin kytkettäisiin verhoilu valmiiksi, kuljetuskorkeus ei ylittyisi. Yleisesti suurin mahdollinen kuljetuskorkeus on kolmea metriä. (5, s. 31.)

Suurelementtirakenteisen ulkoseinän rakenne on samanlainen kuin normaalissakin rakentamisessa. Seinä sisältää runkotolpat, lämmöneristeet, höyrynsulut, sisäverhouslevyt, tuulensuojalevyt sekä asiakkaan niin halutessa, jo tehtaalla asennetut ulkoverhouspaneelit sekä niiden koolaukset. Suurelementtirakenteinen ulkoseinä voi olla kantava tai esimerkiksi kerrostalon kevytrakenteinen seinä. (4, s. 68.)

Suurelementtirakenteiset väliseinät voivat olla samankokoisia kuin suurelementtirakenteiset ulkoseinätkin. Ne ovat luonnostaan kevyempiä kuin ulkoseinät. Väliseinä voi olla myös kantava tai ei-kantava. Huoneistojen välinen seinä taas on seinä, joka tarvitaan esimerkiksi paritaloissa erottamaan kaksi asuntoa toisistaan. Huoneistojen väliset seinät muodostavat ääni- ja palotekniset katkot asuntojen välille. (4, s. 68.)

Ala-, väli- ja yläpohjaelementit ovat normaalisti rakennuksen runkosyvyyden pituisia. Maksimipituutena voidaan pitää kuljetusteknisistä syistä johtuen kymmentä metriä. Elementtien korkeudet vaihtelevat tapauskohtaisesti. Leveydeltään elementit ovat normaalisti maksimissaan 2 400 mm. (5, s. 40; 4, s. 68.)

Suurelementtijärjestelmä antaa arkkitehtoniseen suunnittelun enemmän vapausasteita kuin pienelementtijärjestelmä, sillä niin sanottuja vakioelementtejä ei käytetä. Myöskään moduulilinjoista poikkeaminen ei aiheuta samanlaisia ongelmia kuin pienelementeissä. Kuitenkin suurelementtijärjestelmässäkin pyrkimyksenä on käyttää mahdollisimman paljon vakiomittaisia levyjä ja mitä pidemmistä seinistä ja mitä vähemmistä seinistä rakennus saadaan kasattua, sitä tehokkaampaa suurelementtijärjestelmän käyttäminen on. (4, s. 68-69.)

Suurelementin ja pienelementin suurin ero on se, ettei suurelementtiä voida asentaa ilman nostokaluston apua, sillä elementit ovat suurikokoisia sekä painavia. Suurimmat elementit voivat painaa jopa yli 3,5 tonnia. Elementin kokoa käytännössä rajoittaa vain käytettävä kuljetuskalusto. (4, s. 68.)

Suurelementit ovat useimmiten jo tehtaalla valmiiksi verhoiltuja. Luonnollisesti eri valmistajien ratkaisut poikkeavat hiukan toisistaan, mutta usein myös ovien pielet ynnä muut ulkoseinän viimeistelyn tarvikkeet ovat valmiiksi asennettuja. Suurelementtijärjestelmässä on myös mahdollista asentaa tehtaalla valmiiksi sähköputkitus rasiapohjineen. (4, s. 69.)

Suurelementtirakentamisen etuina voidaan pitää, samoin kuin pienelementtirakentamisessa, sisällä hallituissa olosuhteissa tapahtuvaa rakentamista. Sisällä tapahtuva rakentaminen mahdollistaa ympärivuotisen tuottamisen ja tuotteen laatu pysyy tasaisena riippumatta vuodenajoista. Tuotekehitystä on myös helpompi saada jatkuvaksi toiminnoksi kuin työmaalla, jossa helposti sorrutaan improvisointiin. (4, s. 71.)

Suurelementtijärjestelmän haittana voidaan mainita rakentamisen kausiluonteisuuden, sillä vaikka järjestelmät kehittyvät ja ihmisten tietoisuus elementtirakentamisesta kasvaa vuosi vuodelta, silti talvirakentamista karsastetaan. Koska suurelementit ovat aina asiakaskohtaisesti valmistettuja, niiden varastoon valmistaminen on käytännössä mahdotonta. Myös elementtien kuljetus työmaille rajoittaa suurelementtien kokoja ja näin ollen niistä saavutettavaa hyötyä. (4, s. 71.)

3 ELEMENTTISUUNNITTELUOHJEISTUS

3.1 Ohjeistuksen tarve ja hasteet

Finndomo Oy:n Sonkajärven talotehtaalla sekä suunnitellaan että valmistetaan pien- ja suurelementtejä. Sekä suunnittelun että tuotannon sijainti samassa rakennuksessa luo erinomaiset edellytykset tiedon kulkuun eri tahojen välillä. Tuotannosta pystytään varmistamaan epäselvät suunnitelmat käymällä kysymässä suunnitteluosastolla ja, mikäli suunnittelijalle on epäselvää jonkin rakenteen toiminta, hän pystyy käymään tarkastamassa hyvinkin lyhyessä ajassa, miten rakenne toimii. Myös yhteisten palaverien pitäminen suunnittelun ja tuotannon kesken on helppoa, eikä palavereiden pitäminen vaadi toisen osapuolen matkustamista toisen luo.

Huolimatta hyvistä edellytyksistä tiedon kulku eri osapuolten välillä takkuu. Finndomon rakennesuunnittelijat eivät aina tiedä, miten jokin ratkaisu tehdään. Tuotannon työntekijät taas ovat tuoneet esille, etteivät he aina ole varmoja, mitä suunnittelija kuvien perusteella haluaa toteutettavan. Kaiken lisäksi tuotannon mukaan eri suunnittelijoilla on eri tiedot ja erilaiset tavat tuottaa piirustuksia ja sisällyttää piirustuksiin eri informaatiota.

Finndomo Oy:n Sonkajärven talotehtaalla on olemassa vanhoja suunnitteluohjeita, mutta ne ovat epäselviä ja tietoa on välillä vaikea löytää. Monesti myös paperiversiona oleva tieto on vanhentunut. Tätä insinööriä tehtäessä ollaan siirtymässä myös eurokoodiaikaan, mikä tarkoittaa sitä, että iso osa vanhasta materiaalista on päivitettävä ja muutettava.

Sonkajärven talotehtaalla olevilla arkkitehtisuunnittelijoilla on olemassa oma suunnitteluohjeensa, joka helpottaa huomattavasti heidän työtään. Rakennesuunnittelijoille sama ohje on vain pieniltä osin hyödyksi, minkä vuoksi rakennesuunnittelijat tarvitsevat oman, selkeän ohjeistuksen. Ohjeistuksen tarkoitus olisi palvella sekä vanhoja suunnittelijoita että varsinkin uusia taloon

tulevia suunnittelijoita. Näin uusien suunnittelijoiden olisi sitten helppo aloittaa talossa, eikä joka vaiheessa tarvitsisi kysyä neuvoja kokeneemmilta suunnittelijoilta.

3.2 Ohjeistuksen rakenne

Elementtisuunnitteluohjeistus on tarkoitettu Finndomon käyttöön, minkä vuoksi julkiseen jakoon menevään työhön ei voi sisällyttää kaikkea samaa tietoa kuin Finndomon käyttöön menevään versioon. Finndomolla on ratkaisuja, jotka ovat täysin heidän itse kehittelemiä ja jotka he haluavat pitää salaisina. Ohjeistus on kaikista hyödyllisin elektronisena versiona, jolloin pystytään käyttämään hyväksi hyperlinkki-ominaisuutta, jonka ansiosta suuret määrät paperiliitteitä voi jättää pois. Sähköisessä muodossa myös ohjeistuksen päivittäminen on helppoa.

Itse elementtisuunnitteluohjeen ensimmäisessä osassa käsitellään perustietoja, joita kaikissa myöhemmin esiteltävissä, liitteinä olevissa, paketeissa käytetään. Ensimmäisessä osiossa on lisäksi osaluettelon tekoon liittyvä ohjeistusta sekä tuotannon toivomuksesta vuodelta 1997 peräisin olevan RT ohjekortti-15-10641:en mukaiset lyhennetyt mitoitusohjeet.

Ohjeistuksen seuraavat osiot muodostavat liitteinä 1, 2 ja 3 olevat eri pakettien ohjeistukset. Finndomo Oy:n Sonkajärven talotehtaalla on käytössä kolme eri pakettia, joiden mukaan asiakas voi tilata rakennuksen itselleen. Jokaisella paketilla on omat ohjeistuksen tarpeensa, koska jokaisen paketin suunnittelu poikkeaa toisistaan.

Liitteenä 1 on omatoimirakentajapakettiohjeistus. Omatoimirakentajapakettin perustana ovat pienelementit. Rakennuksen ulkoseinät ja mahdolliset huoneistojen väliset seinät toimitetaan työmaalle talotehtaassa valmistettuina pienelementteinä.

Liitteenä 2 on rakentajapakettiohjeistus. Rakentajapakettin perustana ovat elementtilinjalla valmistettavat valmiskomponentit. Valmiskomponentit kytketään toisiinsa jo talotehtaalla. Tällaisista elementeistä käytetään nimitystä

vakiosuurelementit. Rakentajapakettissa elementit ovat jo sen kokoisia, että työmaalla tarvitaan asennusvaiheessa nostokalustoa. Vakiosuurelementteihin on mahdollista asentaa tehtaalla myös sähkörsioiden reiät ja vetonaru johdotuksia varten.

Varsinaisina suurelementtirakenteisina valmistettavien rakennusten ohjeistus on liitteenä 3, ja se on nimeltään ”Rakentajapakettiplus”. Suurelementit valmistetaan valmiiksi talotehtaalla ja toimitetaan sieltä työmaalle. Suurelementtien ja vakiosuurelementtien ero on se, että suurelementit valmistetaan kaikki käsityönä, eli (sarjatuotantona) elementtilinjalla niitä ei ole mahdollista tehdä. Suurelementteinä on myös mahdollista valmistaa kantavat ja huoneistojen väliset väliseinät.

Liitteenä 4 olevassa osiossa käsitellään jokaiseen pakettiin liittyvien ristikoiden, palkistojen, päätyjen ja räystäiden suunnittelua. Osioista selviää, mitä rakenteita ja ratkaisuja voi missäkin paketissa käyttää. Pääasiassa kaikkia ratkaisuja voi käyttää kaikissa paketeissa, minkä vuoksi osio on irrallaan omana liitteenä. Lisäksi osiossa on oma ohjeensa katon mittakuvan tekoon.

4 ELEMENTTISUUNNITTELU

4.1 Perustietoa suunnitteluun

Moduulimitoituksen tarkoitus on suunnittelun ja rakentamisen helpottaminen, sekä moduulimitaisten komponenttien (levyt, eristeet) käyttäminen. Moduuliverkot ovat tarpeellisia, sillä elementtien valmistusmitat ja sijainti sidotaan niihin kiinni. Rakennuksen tai osaston ympärysseiniä rungon ulkopintoja käytetään moduuliverkon moduuliviivojen aloitus ja lopetus sijainteina. (5, s. 19.)

Elementeissä elementin yläpuun päällä pitkillä sivuilla käytetään jatkuvaa kertopuupalkkia 75x200. Kun elementin sisään joudutaan lisäämään palkki, pyritään käyttämään lujuusluokan C24 60x198 palkkia. Tarvittaessa käytetään kahta palkkia rinnakkain. Lujuusluokaltaan palkit ovat 24 N/mm² tai 30 N/mm². Euronormi SFS-EN 338:n (8) mukaan ne tulisi nimetä C24 ja C30. Mikäli kyseistä ratkaisua ei voi käyttää, on seuraava vaihtoehto käyttää 75x200 -kertopuuta. Runkotolpat ovat vakioituja ja niiden paksuus on 42 mm ja leveys 246 mm. (6.)

Elementtien ylä- ja alapuut ovat aina vakioituja. Finndomo Oy:lla käytössä ovat 33 mm paksut valmiiksi uritetut puut. Pienelementtien alapuun uraan laitetaan ohjuririma 30x66x300, jonka avulla elementit sidotaan toisiinsa ja elementtien kiinnitys perustuslankkuun tapahtuu asennusvaiheessa elementin sisäpinnan puolelta elementin alapuun ja ohjuririman läpi vinosti. Yläpuussa uraan laitetaan vanerikaista 6,5x66x400, jonka avulla seinälinja oikaistaan yläpäässä suoraksi. (6.)

Pienelementeillä on omat nimikkeensä sekä tunnuksensa. Elementtikuvissa käytetään lyhyitä ja selkeitä nimikkeitä, kuten FU6, joka tarkoittaa 6M levyistä normaalikorkuista pienelementtirakenteista umpielementtiä, kun taas osaluettelossa tämän tunnus on 1A170030, joka taas sisältää enemmän tietoa

kuin elementtikuvassa oleva tunnus (6). Elementtikuviin tulevien tunnuksien käyttö käydään erilaisissa elementeissä läpi omissa osioissaan.

Lähtökohtana on se, että mitä tarkemmin aikatauluissa pysytään, sitä helpompaa on elementtirakentaminen ja rakenteiden suunnittelu. Aikataulut on myös suunniteltava järkevästi ja huolellisesti niin, että suunnittelija esimerkiksi pystyy laskemaan kuormitukset tarkoilla rakenneosilla, eikä niin, että kuormitukset olisi jo laskettu valmiiksi ennen kuin tarkkoja mittoja tiedetään. Kiire aiheuttaa aina enemmän virheitä kuin järkevällä aikataululla toimiminen. Oleellista on myös, että suunnittelija toimittaa valmiit kuvat riittävän aikaisessa vaiheessa tuotannolle, jotta näille jää riittävästi aikaa valmistaa elementit ennen työmaalle toimitusta. (6.)

Kun pääpiirustuksiin joudutaan tekemään muutoksia elementti- ja rakennesuunnittelun jälkeen, se tietää aina työmäärän lisääntymistä. Muutoksista johtuen joudutaan aina tekemään tarkistuksia ja muutokset lisäävät reklamaatoriskiä. Sopimuksen jälkeisistä muutoksista on aina tehtävä kirjallinen merkintä dokumentteihin, eli pelkästään puhelimesta sopiminen ei riitä. Tämä kirjallinen dokumentti on nimeltään muutosopimus ja se löytyy aina kyseessä olevan asiakkaan tiedostokansiosta myynnin alta. Suunnittelijan tulee olla varma siitä, että muutokset on ymmärretty ja oikeat tahot ovat tietoisia muutoksesta. (6.)

4.2 Osaluettelo

Jokaisessa projektissa oleellisena ja tärkeänä osana on osaluettelo, joka on myös tehtävä jokaisessa projektissa. Osaluetteloon merkataan kaikki tavara, joka toimitetaan työmaalle. Osaluettelo tuotetaan tekstinkäsittelyohjelmalle elementtikuvasta saatujen tietojen perusteella. Suunnittelijalle tärkeää ja oleellista osaluettelon teossa on oikeat merkintätavat. Kaikille osille on osaluettelossa omat numeronsa, jotka löytyvät Finndomon tietokannassa olevasta nimikelistasta. (6.)

Kun osaluetteloon tulee jokin erikoiselementti, tulee suunnittelijan tuotantoa varten esittää mahdollisimman selkeästi, mikä elementissä on erikoista. Tieto voidaan merkitä joko elementtitunnuksen perään tai tyhjään väliin, joka on koodisarjan ja elementtitunnuksen välissä. Esimerkiksi lisätolpallinen erikoiselementti merkitään jommallakummalla alla esitetyllä tavalla:

1A199910| | FU9E VAALEA PP LISÄTOLPAT, KUVA
1A199910| LISÄTOLPAT, KUVA | FU9E VAALEA PP

Suunnittelijan on syytä aina tarkistaa osaluettelon paikkansapitävyys. Tuotannossa kaikki työ tehdään osaluetteloiden mukaan, joten virheellinen tai puutteellinen tieto osaluettelossa aiheuttaa turhaa työtä. Tuotannon mukaan syytä olisi aina tarkistaa ainakin seuraavat asiat:

- luettelossa ovat oikeat elementit ja niitä on oikea kappalemäärä
- erikoiset elementit on merkitty oikein
- luettelossa on esitetty verhoillaanko rakenne tuotannossa, vai toimitetaanko verhoilu työmaalle
- luettelossa ovat oikeat ristikkomerkinnot.

4.3 Mitoitus

Lähtökohta rakenteiden mitoitukselle on, että mitoitettavassa kohteessa on helposti luettavissa kaikki tarvittava informaatio. Mitat esitetään piirustuksessa, joka selvimmän kuvaa mitoitettavan kohteen. Selkeyden vuoksi mittamerkintöjen sijainti on ensisijaisesti kuvion ulkopuolella. Mikäli kohteesta on erimittakaavaisia piirustuksia, tulee mitoituksen olla johdonmukaista näissä kaikissa kuvissa. (7, s. 2.)

Mittayksikkönä suositellaan käytettäväksi millimetrejä. Korkeusasemaa ilmoittaessa voi kuitenkin käyttää myös metrejä. Korkeusaseman ilmoituksessa tarkkuutena voidaan pitää kolmea desimaalia ja luvun eteen tulee etumerkki. Kun käytetään millimetrejä tai metrejä, luvun perään ei tarvitse merkitä mittayksikköä. (7, s. 5.)

Mikäli suunnittelija haluaa käyttää muuta mittayksikköä kuin millimetriä tulee luvun perään merkitä käytettävä mittayksikkö. Samassa piirustuksessa ei tule missään tapauksessa käyttää eri mittayksiköitä.

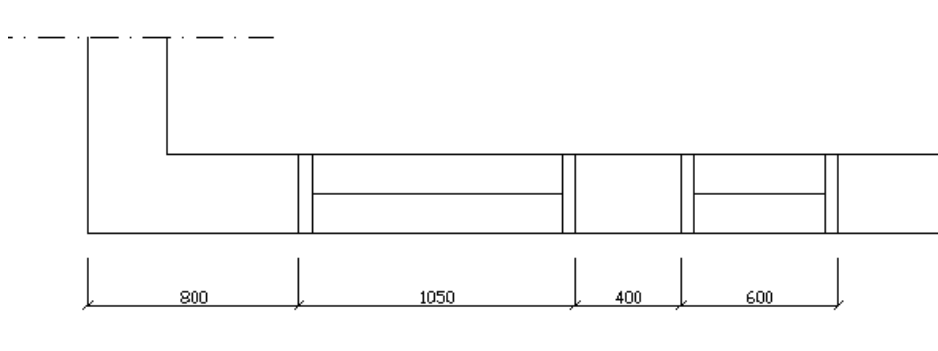
Finndomo Oy:n käytäntönä on, että kaikki mitoitukset aloitetaan rungon ulkoreunasta. Eli jos ja kun elementeissä on levy-ylityksiä, mitoitusta ei tule aloittaa niiden ulkoreunasta. Mikäli suunnittelija välttämättä haluaa, ja piirustus selkeyden vuoksi sitä vaatii, aloittaa mitoituksen jostakin muusta kuin rungon ulkoreunasta, sen tulee olla merkitty korostetusti ja näkyä merkintänä piirustuksessa helposti huomattavissa olevassa paikassa.

4.3.1 Mitoitustavat

Kohteen muotojen ja ulottuvuuksien mitoituksessa tulee käyttää osamitoitusmenetelmää. Osamitat ilmoitetaan mittaketjuna eli ketjumitoituksena. Ketjumitoitus on yleisin rakennussuunnittelussa käytettävä mitoituksimenetelmä. On kuitenkin huomioitava, että tätä mitoituksimenetelmää käytettäessä valmiin kohteen mittatarkkuus voi kärsiä. (7, s. 3.)

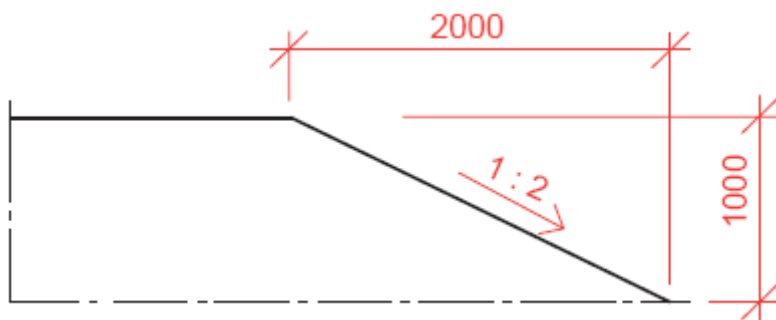
Suurelementtien suunnittelussa on myös käytettävää juoksevaa mitoitusta selkeyttämään kuvaa. Tämän mitoitustavan etuna on, että elementin kasaajat pystyvät ilman erityisiä laskutoimenpiteitä sijoittamaan esimerkiksi tietyn tolpan elementtiin.

Vuodelta 1997 peräisin oleva RT-ohjekortti 15-10641 ohjeistaa ketjumitoituksessa käyttämään lyhyitä vinoviivoja 45°:n kulmassa mittaviivaan nähden mittaosien päätteissä. Mittaviivojen tulee olla piirrettynä katkaisemattomana, vaikka esimerkiksi kohde joudutaan tilan puutteessa piirtämään katkaistuna. Mikäli piirustuksen selkeyttämiseksi rajaviivat joudutaan piirtämään muuhun kulmaan, niiden tulee olla yhdensuuntaiset. Kuvassa 1 on esimerkki ketjumitoituksesta.



KUVA 1. Ketjumitoituksen esittäminen

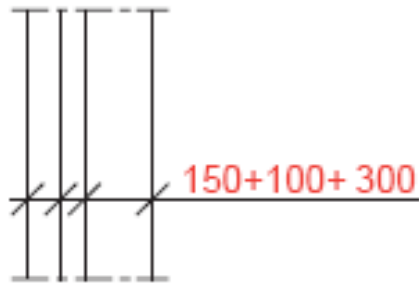
Vinujen pintojen mitoituksessa RT 15-10641 –ohjekortti (1997) neuvoo käyttämään hyväksi suorakulmaisen kolmion sivupituuksia. Kaltevuudet tulisi merkitä kuvaan suhdelukuina kuvan 2 mukaisesti.



KUVA 2. Kaltevuuden esittäminen (7,s. 5.)

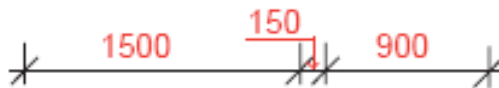
4.3.2 Mittaluvut

Mittaluvut pyritään sijoittamaan keskelle mittaviivaa, hieman sen yläpuolelle. Mittaluvun tulee olla luettavissa paperin oikeasta reunasta tai alareunasta katsottuna. Mikäli mittaluku ei mahdu mittaviivan sisälle, se tulee sijoittaa mittaviivan jatkeelle. Jatke suositellaan piirrettäväksi mittaviivan oikealle puolelle. On myös mahdollista sijoittaa rakennusosien rakennekerroksien mittaviivat kuvion ulkopuolelle. Jos tehdään näin, mittaluvut tulee ilmoittaa samassa järjestyksessä kuin kerrokset ovat. Lisäksi mittalukujen väliin tulee lisätä yhteenlaskumerkki kuvan 3 mukaisesti (7, s. 6.)



KUVA 3. Rakennekerroksien mittaluvut (7, s. 7.)

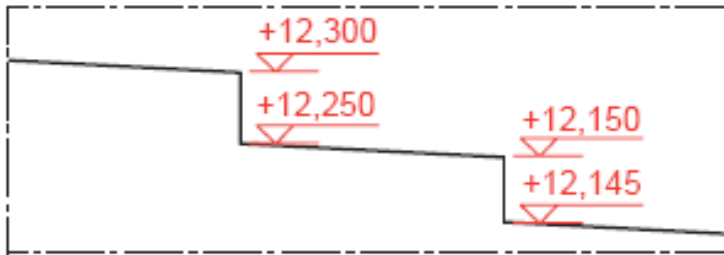
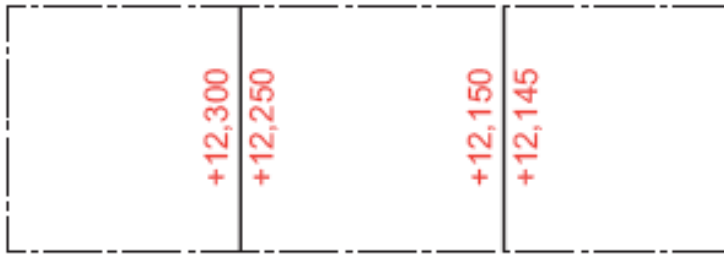
Pääsääntönä voitaneen pitää sitä, että mittaluku on helposti löydettävissä piirrustuksesta. Mikäli mitoitettavassa kohteessa on paljon pieniä etäisyyksiä, täytyy suunnittelijan pyrkiä esittämään ne mahdollisimman selkeästi. Hyvä tapa mitoittaa pieni väli on esimerkiksi nostaa pienen välin mittaluku korkeammalle muista mittaluvuista ja piirtää siitä nuoli mittaviivalle. Missään nimessä mittaluvut eivät saa jäädä piiloon esimerkiksi toisen mittaluvun alle. Kuva 4 esittää, kuinka mittaluku olisi syytä nostaa esille.



KUVA 4. Lyhyen välin mitoituksen esittäminen (7, s. 7.)

4.3.3 Korkeusasemat

Korkeusasema merkitään leikkauksissa ja pystykuvissa viiteviivalla ja nuolella. Ulkoseinän pinnan taso ja vesikaton leikkauskohta määrittävät rakennuksen virallisen korkeuden. Porrasmainen ero korkeusasemissa tulee merkitä molemmin puolin porrastusta (kuva 5). (7, s. 11.)



KUVA 5. Porrastuksen merkitseminen piirustuksiin (7, s. 11.)

5 POHDINTA

Työn tarkoituksena oli tuottaa Finndomo Oy:n Sonkajärven talotehtaan rakennesuunnittelijoiden käyttöön oma suunnitteluohjeistus, joka valmistuttuaan helpottaisi ja kehittäisi sekä suunnittelijoiden että tuotannon työskentelyä. Ohjeistukseen tuli sisällyttää kaikki oikea ja tarpeellinen tieto, jota elementtisuunnittelussa tarvitaan. Tuloksena saatiin elementtisuunnitteluohjeistus, joka tulee käyttöön Finndomo Oy:n Sonkajärven talotehtaalle.

Vanhoja suunnitteluohjeita Finndomo Oy:llä oli olemassa ennestään, mutta niitä en juurikaan käyttänyt hyväksi työtä tehdessäni. Vanhat ohjeet olivat isoja kansioita, joissa oli paljon vanhentunutta ja käytöstä poistettua tietoa ja joita suunnittelijat eivät juurikaan enää käyttäneet. Aloitin työn tyhjältä pöydältä ja tarkoituksena oli luoda kokonaan uusi, selkeä ohjeistus. Ohjeistuksen pohjana ovat lähinnä olleet Finndomo Oy:lta saamani piirustukset, taulukot, tekstit ja muu kirjallinen materiaali sekä suunnittelijoilta ja tuotannolta saamani tiedot.

Elementtisuunnitteluohjeistus on todella laaja nimike, joka kattaa alleen hurjan määrän tietoa. Esimerkiksi pelkästään detaljipiirustuksia on Finndomolla olemassa lähemmäs tuhat. Työn laajuuden vuoksi ohjeistuksessa on keskityttävä oleellisimman ja tärkeimmän tiedon välittämiseen, eikä kaikista pienimpiin yksityiskohtiin voinut takertua. Lisäksi ongelmia ohjeistuksen työstämisen yhteydessä tuli mm. pitkistä välimatkasta talotehtaalle ja elementtirakentamiseen liittyvän kirjallisuuden niukkuudesta.

Ideana on, että työ toimii runkona jatkotöille, jotka voivat mahdollisesti tarkentaa ja ohjeistaa jotakin pienempää kokonaisuutta. Lisäksi ohjeistus on tehty helposti muokattavaksi, mikäli puutteita ja virheitä jatkossa työstä löytyy. Lisäksi Finndomo Oy:n Sonkajärven talotehtaan rakennesuunnittelijoille laadittiin suunnitteluohjeistuksen käyttö- ja muokkausohje.

LÄHTEET

1. Finndomo – pohjoismaiden suurin pientalojen valmistaja. 2007. Saatavissa: <http://www.finndomo.fi/index.php?id=442>. Hakupäivä 3.2.2011.
2. Valmistus sisätiloissa varmistaa laadun. 2007. Saatavissa: <http://www.finndomo.fi/index.php?id=431>. Hakupäivä 3.2.2011.
3. Siikanen, Unto 1998. Puurakennusten suunnittelu. 4., täysin uudistettu painos. Helsinki: Rakennustieto Oy.
4. Laitinen, Eero 1995. Teollinen puurakentaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy.
5. Kilpeläinen, Mikko – Ukonmaanaho, Antti – Kivimäki, Marko 2001. Avoin puurakennusjärjestelmä. Elementtirakenteet. Helsinki: Wood Focus Oy.
6. Finndomo Oy:n Sonkajärven talotehdas. Sisäinen dokumentti.
7. RT ohjekortti 15-10641. 1997. Mitoituksen esittäminen rakennepiirustuksissa. Helsinki: Rakennustieto Oy.
8. Euronormi SFS-EN 338. 2003. Rakenteellinen sahatavara. Lujuusluokat. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.
9. RunkoRYL 2000. 1998. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen runkotyöt. Helsinki: Rakennustieto Oy.
10. RT ohjekortti 82-10605. 1996. Puutalon ikkuna- ja ulko-oviliittymät. Helsinki: Rakennustieto Oy.

11. RT ohjekortti 85-10495. 1993. Puuristikot ja kehät. Helsinki: Rakennustieto Oy.

12. Kevarinmäki, Ari 2010. Eurokoodi 5. Puurakenteiden suunnittelu. Lyhennetty suunnitteluohje. 2., painos. Helsinki: Puuinfo Oy.

13. Venermo, Tuomas. 2008. Vesikaton valinnassa ratkaisee ulkonäkö. Saatavissa: <http://www.rakennaoykein.fi/fi/artikkelit/vesikaton-valinnassa-ratkaisee-ulkon%C3%A4k%C3%B6-ja-toimivuus?page=0%2C1>. Hakupäivä 3.2.2011.

LIITTEET

- Liite 1. Omatoimirakentajapakettiohjeistus
- Liite 2. Rakentajapakettiohjeistus
- Liite 3. Rakentajapakettiplusohjeistus
- Liite 4. Ristikot, palkistot, päädyt ja räystäät
- Liite 5. Pienelementti-ikkunoiden vakiokoot
- Liite 6. Aukkuuettelo esimerkki
- Liite 7. Sähköohje
- Liite 8. Sähkörsioiden merkintä
- Liite 9. Kääntöelementin esimerkkikuva
- Liite 10. Ristikkokaaviot 2011

FINNDOMO

OMATOIMIRAKENTAJAPAKETTIOHJEISTUS

1.1 Vakioelementit

Omatoimirakentajapaketissa talon ulkoseinät valmistetaan talotehtaalla pienelementteinä. Asiakkaan toivomuksista ja verhoilutyypistä riippuen seinät toimitetaan työmaalle joko valmiiksi verhoiltuna, tai tuulensuojalevy pintaisina. Finndomo Oy:n käytössä olevien pienelementtien vakiokorkeudet ovat 2 650, 2 790 sekä 2 250 mm. Finndomo Oy:ssä pienelementteinä valmistetaan vain talon ulkoseiniä sekä huoneistojen välisiä kantavia väliseiniä. Ensimmäisen kerroksen kantavat sekä kevyet väliseinät rakennetaan vasta työmaalla. Toisen kerroksen seinät ja päätyelementit valmistetaan suurelementtirakenteisina. Omatoimirakentajapaketissa sivuseinillä elementtien päällä oleva kertopuupalkki 75x200 asennetaan vasta työmaalla.

Leveysmitoiltaan vakioelementit ovat 300 mm:stä 1 800 mm:iin 300 mm:n jaolla. Mahdollisia ovat myös 248 mm:n, 124 mm:n sekä pelkän runkotolpan paksuiset eli 42 mm:n elementit, joita käytetään erkkerin nurkissa. Vakioelementeistä on olemassa valmiit piirustukset, joten suunnittelijan tehtäväksi jää elementtikaavioon oikeiden elementtien valitseminen. Vakioelementeiksi lasketaan sekä umpi- että aukkoelementit. Aukkoelementit kuitenkin käsitellään tässä ohjeistuksessa omassa luvussaan.

Suunnittelijan tulee huomioida, että puhuttaessa 1 200 mm elementistä ainoat osat elementissä, jotka ovat 1 200 mm leveitä, ovat rakennuslevyt. Ne sijoitetaan elementtiin niin, että toiselta laidalta levyt ovat 34 mm yli runkotolpan ulkoreunan ja toiselta puolelta 24 mm runkotolpan ulkoreunasta sisäänpäin. Rakennuslevyt sijoitetaan edellä mainitulla tavalla, jotta elementtien saumat saadaan eristettyä 15 mm villalla joka tiivistyy 10 mm paksuuteen. Näin saumat tulevat mahdollisimman tiiviit. Sisäpuolen sisäverhouslevynä oleva 13 mm paksuinen erikoiskova Gyproc-levy jatkuu korkeussuunnassa koko elementin matkan alajuoksun alareunasta yläjuoksun yläreunaan. Ulkopuolella oleva 12 mm:n tuulensuojalevy alkaa elementin alapuolen alareunasta, mutta yläpäästä se lopetetaan 10 mm ennen elementin yläpuolen yläreunaa. Rakennuslevyt ja niiden ylitysten ja alitusten mitat ovat samat kaikissa leveyksissä.

Runkotolppien väli keskeltä keskelle on esimerkiksi 1 200 mm elementissä 574 mm. Runkotolppien ollessa vakioita 42 mm paksuja, saadaan esimerkkinä olevan 1 200 mm pienelementin uloimpien runkotolppien ulkoreunojen mitaksi 1 190 mm. 900 mm:n elementissä taas runkotolppien etäisyys on toisessa reunassa 574 mm ja toisessa reunassa 274 mm. Runkotolppien ulkoreunojen mitaksi tulee siis 890 mm. Elementtien leveysmitta jää 10 mm vajaaksi elementin moduulimitasta, koska elementtien saumoihin jää 10 mm villalla eristettävä tila. Työmaalla saumaan asennetaan 15 mm villakaistat, jotka tiivistyvät 10 mm mittaan. Näin ollen elementtien saumatkin ovat täysin eristettyä tilaa.

Umpielementit nimetään elementtikuviin moduulileveyden mukaan. Esimerkkeinä olevien 1 200 mm ja 900 mm umpielementtien tunnuksukset ovat FU12 ja FU9. Matalina umpielementteinä, eli 2 250 mm korkeina, saman levyisten elementtien tunnuksukset ovat FU12M ja FU9M.

Huoneistojen väliset seinät ovat ulkoseinien kanssa samankorkuiset. Huoneistojen väliin tulevat elementit ovat paksuudeltaan 120 mm, minkä vuoksi käytetään 120 mm leveää runkotolppaa. Vakiomittaisten elementtien leveydet ovat 5,6,7,9 ja 12 M. Myös 1 300 mm leveä seinä kuuluu vakiotuotantoon. 7,9 ja 12M leveät elementit vaativat 3 runkotolppaa. Väliseinistä verhotaan vain toinen puoli sisäverhouslevyllä, koska seinä koostuu kahdesta elementtirungosta. Runkojen väliin tulee ilmarako, jolloin seinän kokonaispaksuus on 300 mm. Huomioitavaa on, että kipsilevyjä tulee kaksi päällekkäin. Ulompi kipsilevy asennetaan työmaalla kipsilevyjen limityksien takia.

Huoneistojen välisen seinän elementtitunnus on HVS. Tunnuksen perään tulee numero, joka ilmaisee elementin moduulimitan. 1 300 mm leveiden elementtien merkintä eroaa kuitenkin tästä. Niiden tunnus on HVS12, jonka perään tulee joko 120/1 tai 120/2, riippuen kummalle puolelle lisätolppa elementissä tulee. 120/1-tunnuksen omaavassa elementissä lisätolppa tulee verhoilemattomalta puolelta katsottuna oikealle puolelle ja 120/2-tunnuksella varustetussa

elementissä päinvastoin. Suunnittelussa on myös huomioitava, että HVS-elementtien ala- ja yläpuut ovat muista elementeistä poiketen 30 mm paksuja.

Rakennuksen nurkkiin on myös omat vakioidut elementtinsä, joista on olemassa valmiit piirustukset Finndomon tietokannoissa. **Nurkkaelementit** valmistetaan pienelementtihallissa käsityönä. Omatoimirakentajapakettissa käytetään tavallisina ulkonurkkina FUN1–nurkkaa, johon voidaan asentaa verhouskoolaus jo valmiiksi tehtaalla. Sisänurkkina käytetään FSN-sisänurkkaa.

Ulkonurkkaelementtiin tulee kaikkiaan neljä runkotolppaa, joiden lisäksi elementissä on villaa, elementin ylä- ja alapuut sekä rakennuslevyt ja –muovit. Sisänurkkaelementeissä on kaksi runkotolppaa ja kaksi nurkkarimaa. Se sisältää samat materiaalit kuin ulkonurkkaelementti, tosin erimittaisina ja eri paikoissa.

Vino erkkerinurkan tunnus on FENO tai FENV. Kun tunnuksen lopussa on O kirjain, se tarkoittaa erkkerin oikeaa ja V kirjain erkkerin vasenta puolta, sisäverhouksesta päin katsoen. Erkkerin ulkonurkkaan tulevan vinon kappaleen tunnus on FEUN.

1.2 Aukkoelementit

Aukkoelementeiksi lasketaan ikkuna- ja ovialementit. Aukkoelementtien rakenne on luonnollisesti sama kuin umpielementeissä. Vakioaukkoelementeistä on olemassa piirustukset valmiina Finndomo Oy:n tietokannassa, joten vain erikoisista aukkoelementeistä tulee tuottaa elementtikuvat. Erikoiselementit käsitellään myöhemmin omassa osiossaan.

1.2.1 Ikkunaelementit

Ikkunaelementtejä suunnitellessa suunnittelijan tulee olla erityisen tarkkana ikkuna-aukon korkojen kanssa. On myös tärkeää, että suunnittelija tarkastaa ja merkitsee kuvaan oikean ikkunan tunnuksen.

Ikkuna sijoittamiseen seinän syvyysuunnassa vaikuttavat karmin syvyysmitta sekä seinän paksuus. Lämpötekniisesti edullisinta on, että ikkuna sijoitetaan lämmöneristeen kohdalle ja että sisäpuite jää hieman sisäverhouksen tason alapuolelle. (8, s. 11.)

Ikkunan sijainti vaikuttaa oleellisesti vesipellityksen sijaintiin ja sen kokoon. Finndomo Oy:llä on vakioikkunoissa vakioratkaisu niin ikkunan sijoitukseen kuin vesipellityksen sijoitukseen ja rakenteeseen.

On syytä muistaa, että vakiomitoista ja –väreistä poikkeaminen lisää ikkunaelementin valmistuskustannuksia. Tästä syystä olisi pyrittävä käyttämään pienelementti-ikkunoiden vakiomittoja, jotka ovat liitteenä 5. Ikkunoiden koot vaihtelevat korkeussuunnassa 4M:n korkuisista 22M:n korkuisiin ikkunoihin, ja leveysuunnassa 5M:stä 17M:n leveisiin ikkunoihin. Leveysuunnassa ikkunoissa on 3M jako.

Ikkunaelementit nimetään ikkunan korkeusaseman mukaan. Ikkunaelementeissä ikkunan korko annetaan elementin alajuoksun alapinnasta ikkuna-aukon yläpuun alapintaan.

FY-alkuisten ikkunaelementtien ikkunan korko on 2 340 mm ja niissä on 6M-korkeat ikkunat. **FYS**-alkuisten ikkunaelementtien ikkunan korko on 2 140 mm, ja ikkuna on joko 6M ja 4M korkea ikkuna. **FYS**-alkuiset ikkunaelementit ovat 2011 alkaen vakioelementtejä 6M ja 4M korkeille ikkunoille, eli ne korvaavat **FY**-alkuiset elementit.

Saunan ikkunaelementin tunnuksen alku on **FYSP** ja siinä ikkunan korko on 2 140 mm. Saunan ikkunana voi olla 6M tai 4M korkeita ikkunoita, joissa sisäpuite on lakattua puuta. Matalien ikkunoiden elementtejä ovat vielä **FV**-tunnuksiset ikkunat, joiden korko on 1 340 mm ja ikkunat ovat aina 4M korkeita.

FN-alkuisten elementtien korko on 2 340 mm ja ne ovat 14M:n korkuisia. **FK**-alkuisten elementtien ikkunoiden korko on myös 2 340 mm ja ikkunat ovat M16,

M18 ja M22 korkeita. Ikkunoiden koko merkitään elementtitunnukseen seuraavasti:

- Pelkkä **FK**- tunnus tarkoittaa **M18** korkeaa ikkunaa.
- **M16** korkea ikkuna ilmoitetaan elementin tunnuksessa, tunnuksen alkuosan jälkeen olevan kauttaviivan jälkeen numeroin. Esim. FK12O / 16.
- **M22** korkea ikkuna ilmoitetaan samalla tavalla. Esim. FK12O / 22

Ikkunoiden tunnuksissa on myös löydyttävä ikkunan käтisyuden määräävä, joko O tai V merkintä. Luonnollisesti O on oikealle aukeava ja V vasemmalle aukeava ikkuna. Lisäksi vuodelle 2011 vakioksi tulleiden ulkopuolelta harmaitten ikkunoiden tieto pitää esiintyä elementtitunnuksissa. Esim. FK12O / 16 MA – HA, tarkoittaa elementissä olevaa ikkunaa jossa sisäpuoli on valkoinen ja ulkopuoli on harmaa.

Erikoismuotoisten, eli ei suorakaideikkunoiden, suunnittelussa on suunnittelijan merkittävä kuvaan kaikki tarpeellinen tieto, kuten kaarevissa ikkunoissa kaarevuussäde. Kun erikoisikkunaelementtejä suunnitellaan, tulee elementtitunnuksen perään lisätä E merkintä, jolla tarkoitetaan erikoista.

1.2.2 Ovielementit

Ovielementtien suunnittelussa tärkeätä on oikeantyyppinen mahdollisen yläikkunan tai levikkeen merkitseminen. Tuotannon mukaan yläikkunan puutteellisen merkinnän tai mittojen uupumisen vuoksi tulee kaikista eniten ongelmia ovielementtejä tehdessä. Ovielementin nimeäminen tulee olla myös johdonmukaista ja noudattaa samaa linjaa kaikissa piirustuksissa. On myös muistettava, että erikoisulko-ovet ovat irrallaan toimitettavia, eli elementissä on pelkästään aukko oven kohdalla.

Finndomo Oy:llä käytettävät vakio pääulko-ovet ovat rakenteeltaan samanlaisia. Ne ovat valkoisia lämpöovia, joissa on mahdollisuus sisällyttää eristyslasillisia

lasiaukkoja. Niiden karmit ovat valkoiset ja ne ovat valmiiksi tehdasheloitettuja. Pienelementeissä vakio ulko-ovet ovat aina valmiiksi tehtaalla asennettuja.

Kuten ikkunaelementeissä, myös ovielementeissä on suosittava vakioelementtejä. Syyt ovat samat eli työn tehokkuus ja taloudellisuus on parempaa, mitä enemmän vakio-ovellisia vakioelementtejä käytetään. Ovet ovat moduulikorkeuksiltaan 21M tai 23M. Leveydet vaihtelevat yksiovisista 10M leveistä pariovellisiin tai levikkeellisiin 16M leveisiin oviin. Autotallin ovien mitat ovat näistä poikkeavia. Autotallin toimitetaan irtotavarana.

Finndomolla pienelementteinä on mahdollista valmistaa vain rakennuksen ulko-ovielementtejä, eli pääulko-ovielementtejä sekä ns. varaston- ja terassin ovielementtejä. Kaikkien ulko-ovielementtien karmisyvyys on 115 mm. Pääulko-ovielementin ja varaston-/terassin ovielementin ero on siinä, että pääulko-ovielementissä ei ole elementin alapuuta, esteettömyyden takaamiseksi. Tämän seurauksena oven asema on hieman erilainen; terassin ja varaston ovi on 33 mm korkeammalla kuin pääulko-ovi.

Ulko-ovi on sijoitettu elementtiin niin, että karmin ulkopinnasta elementin ulkoverhouksen ulkopintaan on sama mitta kuin ikkunoissakin. Näin ollen sekä ovissa että ikkunoissa käytetään 120 mm leveitä ulkoverhouksen smyygilautoja.

FO-alku tunnuksessa viittaa aina siihen, että kyseessä on ovielementti. FIO-15 on taas ovi, jossa toisella puolella on levike. FIOxxV merkintä kertoo, että kyseessä on levikkeellinen ovi, joka on vasenkätinen. Tällöin levike tulee ulkoapäin katsottuna oikealle puolelle. FIO18 ovielementissä levike tulee molemmille puolin ovea.

Jos tunnuksen lopussa on O merkintä, tarkoittaa se että ovi on oikeakätinen, jolloin levike on vasemmalla puolella. Levikkeen vakio leveysmitta on 3M. Korkeudeltaan se on joko 21M tai 23M. Kuten ikkunaelementeissä, myös ovielementeissä tunnuksen jälkeen tuleva numero ilmaisee elementin leveyden.

Elementin leveydessä tulee huomioida oven leveys sekä mahdollis(t)en lisäkkeen/lisäkkeiden leveydet.

Mikäli on mahdollista, olisi syytä merkitä ovielementin perään merkintä +YI, joka tarkoittaa, että ovielementissä on yläikkuna. Myös kuvaan on merkittävä yläikkuna ja sen mitat. Suunnittelijan tulee huomioida, että pien- ja suurelementtien ikkuna- sekä ovikartoissa on eroja. Myös eri talotyyppien ikkuna- ja ovikartat eroavat toisistaan.

1.2.3 Aukkuuettelo

Rakennuksessa olevien aukkojen mukaan tuotetaan jokaisesta rakennuksesta aukkuuettelo, josta on esimerkki liitteenä 6. Aukkuuetteloon merkitään kaikki tontille toimitettavat ovet ja ikkunat. Aukkuuettelo tehdään ennen osaluettoa jo pääkuvien valmistuttua, jotta ikkunatehtaalta saadaan tilattua ikkunat tarpeeksi aikaisessa vaiheessa. Näin ikkunat ovat valmiina tehtaalla kun elementtejä aletaan valmistaa.

Omatoimirakentajapakettissa aukkuuetteloon merkitään ikkuna tai ovielementin elementtitunnuksin, mikäli se toimitetaan elementtinä työmaalle. Tällöin aukkuuetteloon merkitään kirjain T. Irtoikkunat tai -ovet, eli omatoimirakentajapakettissa esimerkiksi yläkerran ikkunat tai erikoiselementteihin tulevat ikkunat tai ovet, merkitään aukkuuetteloon ikkuna- tai ovityypin mukaan.

Suunnittelijan tehtävänä on tarkistaa myöhemmin aukkuuettelon ja osaluetelon yhteensopivuus. Mikäli suunnitteluvaiheessa on tullut jotain muutoksia esimerkiksi ikkunoiden kokoihin, tulee suunnittelijan olla tarkkana, että oikea tieto välittyy tuotantoon.

1.3 Erikoiselementit

Erikoiselementti on jokin vakioista poikkeava elementti. Erikoiselementtejä ovat erikoismittaiset elementit, erikoisen ikkunan sisältävät elementit, palkilliset

elementit, lisätolpalliset elementit sekä lovetut elementit sekä lisätolpalliset erikoisnurkat. Kaikista erikoiselementeistä on tehtävä mitoitettu elementtipiirustus.

Erikoiselementin ns. naamakuva piirretään aina ulkoapäin. Kuvasta on käytävä ilmi tolppien sijainti, elementin mitat, mahdollisten aukkojen sijainti ja mitat elementissä, suunnittelijan tiedot sekä päivämäärä. Mikäli rakenteen yksityiskohtien selvittämistä helpottaa pysty- tai vaakaleikkaus, sellainen olisi hyvä myös valmistaa kuvasta.

Erikoiselementit nimetään käytännössä samalla lailla kuin vakioelementit. Esimerkiksi 9M levyinen normaalikorkuinen umpielementti nimetään FU9E. Merkintä E siis kertoo tuotannolle kyseessä olevan erikoiselementti. E tulee aina merkitä tunnuksen loppuun.

Lisätolpallisia elementtejä käytetään kun vakioelementin kantavuus ei riitä. Lisätolppa tarvitaan esimerkiksi ristikon kohdalle suuren pistekuormituksen vuoksi. Lisätolppien välit tulevat olla vähintään 8 mm, koska niiden väliin pitää voida asentaa tiivisteeksi villaa.

Palkkeja käytetään, jotta pystykuormat saadaan ohjattua aukkojen päältä runkotolpille. Palkin sisältävissä elementeissä on tärkeää, että suunnittelija merkkää selkeästi ratkaisussa käytettävän palkin mitat sekä paikan johon palkki elementissä sijoitetaan. Umpielementteinä palkillisia elementtejä ei juuri ole. Palkkeina käytetään suunnitteluohjeistuksen alussa esitettyjä palkkeja.

Elementin runkotolppia voidaan joutua joissain tapauksissa loveamaan. Tätä pyritään kuitenkin välttämään pienenäelementeissä ja pyritään suosimaan ulkopuolisia pilareita. Lovettuun ratkaisuun päädytään esimerkiksi kun kuistin palkkia ei korkosyistä voida viedä elementin yläpuolelle, vaan se joudutaan viemään ulkoseinäelementin läpi. Tällöin ulkoseinäelementtiin tarvitaan palkin kohdalle lisätolpat ja ne lovetaan palkin vaatimalta osin.

Lovetuissa elementeissä pätee sama merkintätapa kuin muissakin erikoiselementeissä, eli tärkeää on muistaa E merkintä tunnuksen loppuun. Lovetussa elementissä on oleellista, että loven mitat ovat merkitty kuvaan selkeästi ja oikein. Lovetusta elementistä olisi hyvä esittää myös pystyleikkaus.

Lisätolpallinen erikoisnurkka on aina työmaalla kasattava. Palkillisia erikoisnurkkia käytetään esimerkiksi, kun palkki on toisesta päästä tuettu pilarilla ja toisessa päässä nurkkaan. Mikäli vakionurkan kestävyys ei riitä kuormituksen johdosta, siihen lisätään pystytolppia. Pyrkimyksenä on käyttää 2x60x120 ratkaisua. Lisätolpallisen erikoisnurkan tunnus on FUNP.

1.4 Verhoukset

Finndomo Oy:llä on käytössään 14 eri vakioverhousmallia. Omatoimirakentajapakettiin on mahdollista käyttää näistä 12:ta. Verhousmalleilla on oma tunnuskirjain, josta suunnittelija ne tunnistaa. Alla luettelo tähän pakettiin mahdollisista verhouksista:

- A = Pystyverhous, UYV 23x110 + Pääty ja uuma UYV23x146 urapaneeli
- B = Perinnerverhous, UYV 23x146, pysty/vaaka/pysty
- C = Vaaka/pystyverhous, UYV 23x146
- H = Pysty/vaakaverhous, UYV 23x110
- I = Linetrend, vaakaclassic, UYV 23x146
- N = Linetrend, vaakaclassic, UYV 28x170
- L = Citytrend 1, UYV 23x146, alumiiniprofiili
- M = Citytrend 2, UYV 23x146, koristeritilä
- O = Profiletrend, päädyn ja uuman verhoilu irrallaan, UYV 23x110 + pystyrima 33x33 (toimitus irrallaan) jokaisessa paneelivälissä
- S = Stonetrend, rappauslevy + rappaus
- P = Hirsiclassic 1, STH 28x170
- R = Hirsiclassic 2, STH 28x170 hirsinurkilla ja –ulokkeilla.

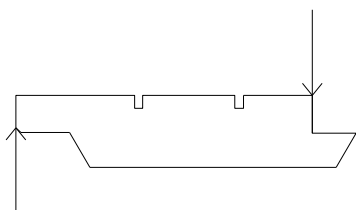
Kaksi verhoilutyyppeä, jotka eivät sovellu omatoimirakentajapakettiin ovat:

- D = Sekapystyverhous, pääty ja uuma UYV 23x110 urapaneeli ja ensimmäinen kerros UYV 23x146
- J = Pysty/vaakaverhous UYV 23x146

Käytännössä suunnittelijan on tehtävä verhoilukuva tuotantoon vain erikoistapauksissa. Tuotannossa on olemassa tiedot miten milläkin vakioverhouksella toimitaan esimerkiksi alakerran elementin ylityksissä jne. Erikoistapaus, joissa verhoukkuva tarvitaan, on esimerkiksi kuistin harjan kohdalla olevan elementin verhoilu.

1.4.1 Vakioverhous

Finndomo Oy:llä vakioverhous pystypaneelina pienelementeissä käytetään 110 mm:stä valkoista pohjamaalattua UYV-ulkoverhouslautaa. Tämä on ainoa ulkoverhoustyyppi, joka on mahdollista verhoilla jo valmiiksi talotehtaalla omatoimirakentajapakettissa. Elementtilinjalla on mahdollista verhoilla ulkoseinäelementtejä, ei esimerkiksi päätyelementtejä, jotka verhoillaan käsityönä. Vakioverhouksista on jo olemassa kuvat Finndomon järjestelmissä, ja kun on käytetty alusta asti mahdollisimman paljon vakioelementtejä, myös verhoilukuvissa selvittää helpommalla, kun voidaan käyttää valmiita piirustuksia. Kuvassa 7 on UYV-ulkoverhouslaudan profiili.



KUVA 7. UYV-laudan muoto sekä mitoituksen aloitus ja lopetus -paikat

Pienelementteinä verhotaan valmiiksi vain alakerta. Kaksikerroksisissa rakennuksissa siis yläkerta verhoillaan vasta työmaalla. Aukkoelementeistä verhoillaan valmiiksi pelkästään ikkunaelementit. Ovielementteihin on olemassa omat ovielementin verhouksen yläkappaleet, jotka asennetaan vasta työmaalla.

1.4.2 Erikoisverhoukset

Omatoimirakentajapaketissa on siis mahdollista verhoilla tehtaalla valmiiksi vain yhtä verhoustyyppiä. Kun muunlaista verhoususta on myyty rakennukseen, tulee suunnittelijan toimittaa asiakkaalle oikean verhoustyyppin leikkauskuva, jonka avulla asiakas asentaa verhouksen itse paikan päällä.

Kaikista verhoustyypeistä löytyy valmiit leikkauskuvat Finndomon järjestelmistä. Suunnittelijan tulee olla tarkkana, että asiakkaalle menevät oikeat leikkauskuvat. Suunnittelijan tehtävänä on myös laskea rakennuksen verhoukseen tarvittava tavara juoksumetreinä, minkä pohjalta työmaalle osataan toimittaa riittävä määrä tavaraa.

FINNOMO

RAKENTAJAPAKETTIOHJEISTUS

1.1 Elementit

Rakentajapaketissa elementit kootaan elementtilinjalla valmistettavista komponenteista talotehtaalla. Verrattuna omatoimirakentajapakettiin, rakentajapaketissa elementtien verhoilussa on suurempi tehdasvalmius. Rakentajapaketissa toisiinsa kytketyt komponentit muodostavat vakiosuurelementin. Vakiosuurelementin maksimipituutena pidetään M84, eli 8 918 mm. Tavoitekoko on noin kuusi metriä. Vakiokorkeudet ovat 2 650, 2 790 sekä 2 250 mm

Erona omatoimirakentajapaketissa ja rakentajapaketissa on, että nurkkaelementeissä rakentajapaketissa käytetään FUN2 ulkonurkkaa, kun nurkka kytketään valmiiksi tehtaalla. FUN nurkkaa voi käyttää, jos nurkkaelementti toimitetaan irrallisena työmaalle. Erilaista nurkkaa käytetään, koska FUN-nurkan rakenne ei mahdollista kytkemistä jo tehtaalla valmiiksi viereiseen elementtiin. Sisänurkka toimitetaan aina omana irrallisena elementtinä työmaalle, eli sitä ei voi kytkeä tehtaalla valmiiksi.

Elementteihin, joiden päälle suunnitellaan kertopuupalkki, asennetaan suunniteltu palkki valmiiksi jo tehtaalla. Kertopuupalkkia pidetään suunnittelussa jatkuvana, mutta tuotannossa saatetaan joskus asentaa hukkapaloja palkiksi, minkä vuoksi on tärkeää, että tuotannossa on tiedossa ristikon paikat. Näihin paikkoihin hukkapaloja ei missään nimessä voi asentaa. Kun elementin jatkoksien sauman kohdalle tulee kertopuupalkki, se päättyy aina rungon tasaan, eli se ei ylitä tai alita elementin ulomman runkotolpan ulkoreunaa. Kun kertopuupalkki ulottuu ulkonurkan päälle, sen ylitys on elementin päässä 264 mm.

1.1.1 Elementtijakokuva

Elementtijakokuva tehdään samalla periaatteella kuten normaali rakennepiirustuskin, mutta siihen lisätään elementtimitoitus. Suunnittelijan tehtävänä on siis oikeiden komponenttien sijoittaminen oikeisiin paikkoihin. Mitä tarkemmin on pysytty 3M-moduulimitoituksessa, sitä vähemmän joutuu

rakennesuunnittelija suunnittelemaan vakioimitoista poikkeavia erikoiselementtejä.

Elementtimitoituksessa suunnittelija sijoittaa elementtilinjalla valmistettavia komponentteja kuvaan, mutta koska komponentit kytketään toisiinsa jo tehtaalla, tulee suunnittelijan määrittää, mitkä niistä kytketään toisiinsa. Tämän jälkeen suunnittelija numeroi ja mitoittaa sen jälkeen vakiosuurelementit systemaattisesti. Elementtijakokuvaan on siis tärkeää merkitä elementtien katkaisukohdat. Pitkillä suorilla sivuseinillä tulee kokorajoitukset vastaan, minkä vuoksi ne joudutaan suunnittelemaan esimerkiksi kahdessa osassa. Mitoitusjärjestelmänä käytetään jonomitoitusta, joka aloitetaan aina uuden elementin rungon ulkoreunasta. Mitoitus lopetetaan elementin ulomman runkotolpan ulkoreunaan.

Elementtikuvaan tulee myös merkitä käytettävien palkkien ja pilarien sijoitukset sekä niiden mitat. Oleellista on myös merkitä päätyräystäselementit katkoviivoin kuvaan.

1.1.2 Naamakuvat elementeistä

Suunnittelijan ei tarvitse tehdä naamakuvaa vakiosuurelementeistä. Naamakuvat löytyvät kaikista elementtilinjalla valmistettavista komponenteista tehdasjärjestelmässä. Periaatteessa ainoastaan erikoisverhouksissa, esim. kuistin kohdalla tarvitaan tehdä naamakuva vakiosuurelementistä, mutta tässäkin tapauksessa kuvaan riittää pelkästään vakiosuurelementin uloimmat ääriviivat ja verhouksen mitoitus.

1.1.3 Erikoiset rakenteet

Rakentajapakettissa erikoisia rakenteita, kuten kääntöelementtejä ei pitäisi olla myytynä. Mikäli jostain syystä on kuitenkin päädytty ratkaisuun, jossa erikoisia rakenteita käytetään, toimitaan kuten rakentajapakettiplussassa.

1.2 Verhoukset

Finndomo Oy:lla on käytössään 14 eri vakioverhousmallia. Rakentajapakettiin on mahdollista käyttää näistä kaikkia. Verhousmalleilla on oma tunnuskirjain, josta suunnittelija ne tunnistaa. Alla luettelo tähän pakettiin mahdollisista pohjamaalatuista verhouksista:

- A = Pystyverhous, UYV 23x110 + Pääty ja uuma UYV 23x146 urapaneeli
- B = Perinneverhous, UYV 23x146, pysty/vaaka/pysty
- C = Vaaka/pystyverhous, UYV 23x146
- H = Pysty/vaakaverhous, UYV 23x110
- I = Linetrend, vaakaclassic, UYV 23x146
- N = Linetrend, vaakaclassic, UYV 28x170
- L = Citytrend 1, UYV 23x146, alumiiniprofiili
- M = Citytrend 2, UYV 23x146, koristeritilä
- O = Profiletrend, päädyn ja uuman verhoilu irrallaan, UYV 23x110 + pystyrima 33x33 (toimitus irrallaan) jokaisessa paneelivälissä
- S = Stonetrend, rappauslevy + rappaus
- P = Hirsiclassic 1, STH 28x170
- R = Hirsiclassic 2, STH 28x170 hirsinurkilla ja –ulokkeilla
- D = Sekapystyverhous, pääty ja uuma UYV 23x110 urapaneeli ja ensimmäinen kerros UYV 23x146
- J = Pysty/vaakaverhous UYV 23x146.

Kun halutaan myös pintamaalata verhoukset, käytettävien verhouksien määrä vähenee. Kertaalleen pintamaalattuina voidaan tässä paketissa käyttää B, C, D, I, J, N, L sekä M –mallin verhouksia.

1.2.1 Verhottavat elementit

Kun myytyyn talopakettiin tulee joku rakentajapaketin vakioverhous, se on mahdollista verhoilla valmiiksi talotehtaalla. Voi myös olla, että asiakas ei ole

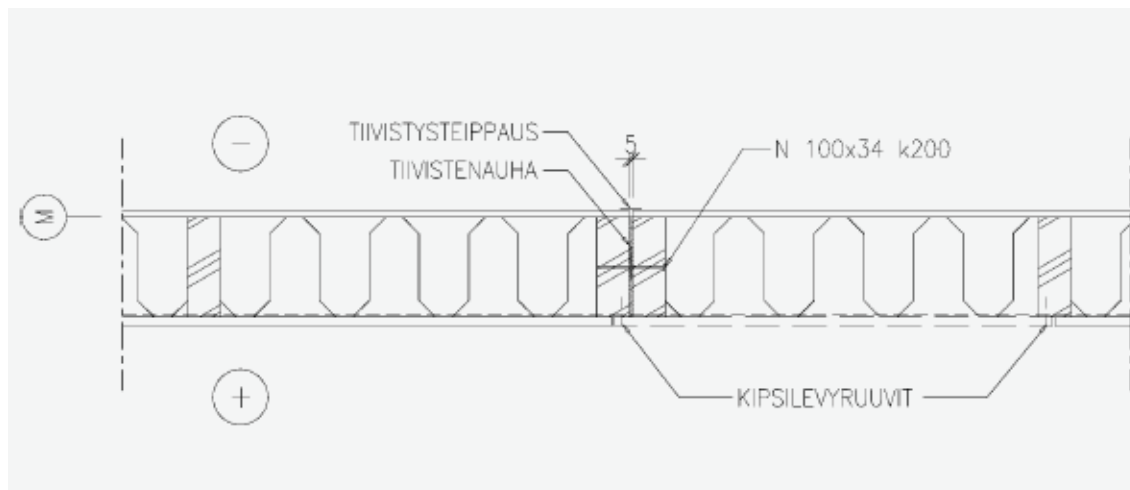
tilannut elementtejä valmiiksi verhoiltuna, tai talo on tiiliverhottu, jolloin elementit toimitetaan työmaalle tuulensuojalevyypintaisina.

Tuotannolla on detaljit valmiina vakioverhouksista, joten kun verhoiltava elementti on esimerkiksi pelkkiä ikkuna-aukkoja sisältävä rakennuksen ulkoseinä, ei elementistä tarvitse tehdä verhoilukuvaa. Kuitenkin jos elementissä on jotain mikä katkaisee verhoilun tietyin osin, tulee siitä silloin tehdä piirustus. Tällainen ongelma tulee vastaan esimerkiksi kuistin kohdalla. Piirustukseen olisi syytä lisätä vinon osan kaltevuus, sekä käytettävä verhous, sillä näin ollen tuotannossa saadaan sama tieto luettua yhdestä lapusta. Mikäli piirustukseen ei näitä tietoja lisätä, tulevat ne löytyä selkeästi osaluettelosta.

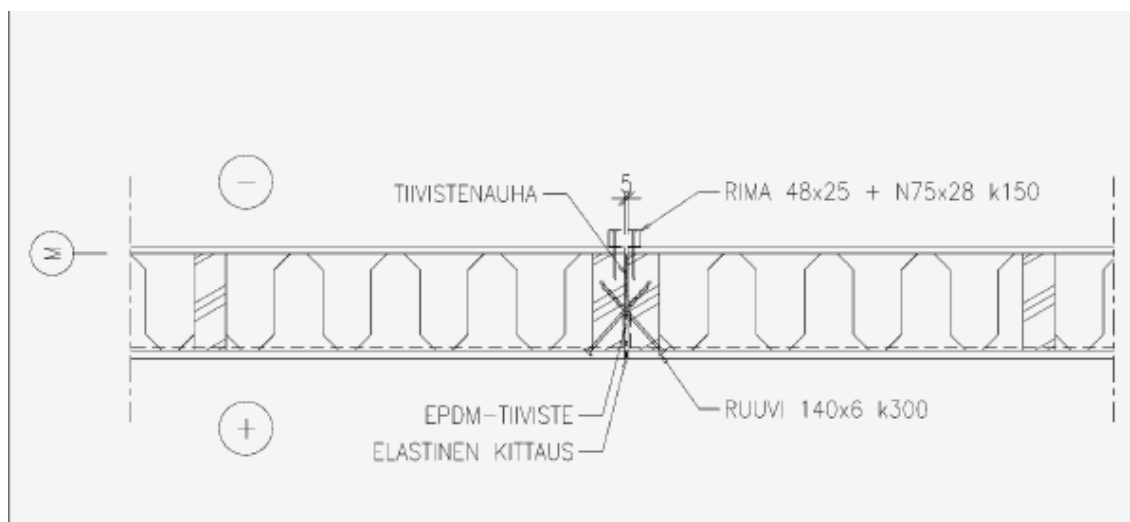
1.2.2 Saumat

Komponenttien saumat ovat aina samanlaiset tuulensuojapintaan asti. Tuulensuojalevy ylittää toisessa elementissä 34 mm, jolloin kun se toisessa elementissä on asennettu 24 mm ulommaisena runkotolpan ulkoreunasta sisäänpäin, elementtien saumat saadaan tiiviiksi sekä niiden väliin jää 10 mm tilaa mineraalivillakäistalle. Väliin jäävään tilaan asennettava mineraalivillakäista on kooltaan 15x250 mm.

Avoin puurakennusjärjestelmän – elementtirakenteet (2001), opus esittää kaksi vaihtoehtoista tapaa tehdä suurelementtien ulkoseinien liitoksia. Nämä tavat pätevät myös vakiosuurelementeissä. Finndomolla käytettävät ratkaisut kuitenkin eroavat joiltain osin kuvissa 1 ja 2 esitettävien ratkaisuihin verrattuna.



KUVA 1. Ulkoseinä-ulkoseinä sauma, elementtien välissä tiivistenauha (5, s. 83.)



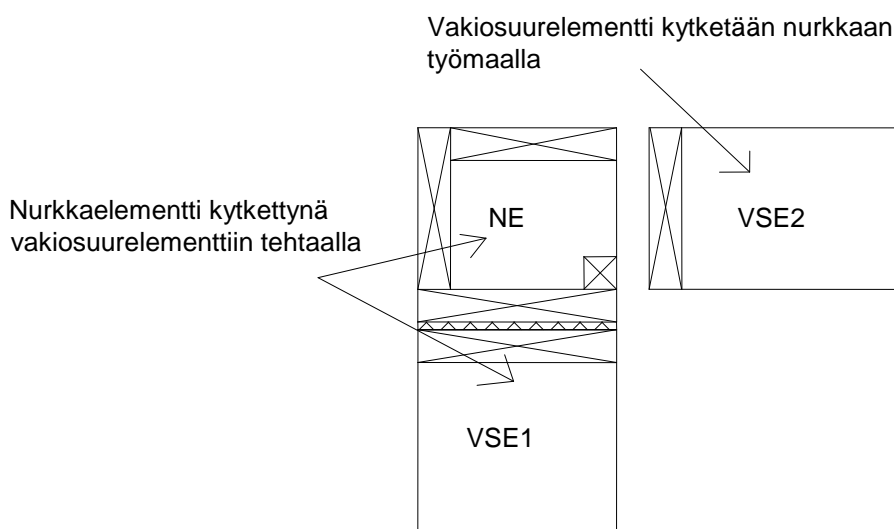
KUVA 2. Ulkoseinä-ulkoseinä sauma, elementtien välissä tiivistenauha ja epdm-tiiviste (5, s. 84.)

1.2.3 Nurkat

Vakiosuurelementeissä ulkonurkkaelementit voidaan kytkeä valmiiksi tehtaalla, joten niiden verhoilussa on otettava huomioon eheän kokonaisuuden syntyminen. Tämä tarkoittaa sitä, että verhoilujen ja tuulensuojalevyjen on limityttävä oikein, jotta rakenteesta tulee tiivis ja hyvän näköinen. Se, kytetäänkö nurkka tehtaalla vai toimitetaanko nurkkaelementti irrallisena, riippuu ulkoverhousmateriaalista.

Vakioverhoiluissa eli UYV 23x110 pystypaneeliverhoiluissa käytetään FUN nurkkaa. Kuten jo elementit osiossa mainitaan, FUN–nurkkaa ei ole mahdollista kytkeä valmiiksi tehtaalla, vaan se toimitetaan työmaalle irrallisena verhoilemattomana nurkkaelementtinä. Lisäksi työmaalle toimitetaan nurkan tekoon tarvittavat nurkkarimat ja villakaista.

Vaakaverhotuissa ulkonurkissa käytetään FUN2-nurkkaa. Nurkkaelementti on kytkettynä vakiosuurelementissä kiinni (kuva 3). Vakiosuurelementissä, johon nurkka kytketään, verhoilun ylitys on 45 mm ulommaisesta runkotolpan ulkoreunasta. Vakiosuurelementissä, johon nurkallinen elementti kytketään, verhoilun ylitys on 335 mm ulommaisesta runkotolpan ulkoreunasta.



KUVA 3. Vakiosuurelementin ulkonurkka -periaate

Sisänurkkaelementti on aina FSN-elementti, joka toimitetaan irrallisena työmaalle. Elementin verhoilussa on otettava huomioon, että tuulensuojalevyt ja itse verhoilu limittyvät kulmissa oikein.

45 asteen erkkerinurkissa sisänurkkaelementti FEN toimitetaan aina irrallisena työmaalle. 45 asteen erkkerinurkassa ulkonurkkaelementti FEUN taas kytketään jo talotehtaalla kiinni vakiosuurelementtiin.

1.2.4 Verhoilun porrastukset

Porrastukset tulee olla merkittynä tuotantoon menevään kuvaan. Porrastuksista tulee olla merkittynä sekä sen porrastus että sen paikka. Verhoilun porrastuksen oikeanlainen merkintätapa elementtien kuvissa on esimerkiksi: ”porrastus +400”. Porrastuksen määrä vaikuttaa siihen, minkä mittainen on ensimmäinen verhouslauta.

Verhoilun porrastuksista on olemassa omat detaljit Finndomon tietokannoissa 23x145 UYV-ulkoverhouslaudalle, sekä 28x170 UYV-ulkoverhouslaudalle.

1.3 Sähkösuunnitelmat

Asiakkaan päätettävänä on, teettääkö hän sähkösuunnitelmat omalla sähkösuunnittelijalla, vai antaako hän sähkösuunnitelmat talotehtaan vastuulle. Kun asiakas haluaa, että Finndomo vastaa sähkösuunnitelmista, ne tilataan Sähköurakointi Aho Oy:lta.

Vakiosuurelementeistä ei tehdä naamakuvia, minkä vuoksi sähkösuunnittelija tuottaa pelkän tasokuvan sähkösuunnitelmista. Rakennesuunnittelija liittää tämän tasokuvan elementtikaavioon, jonka perusteella tuotannossa tehdään rasiareiät ja asennetaan vetonarut elementteihin. Kuva toimitetaan aina DWG-muodossa.

Sähkömerkinnät tehdään liitteen 7 mukaan. Tuotannosta haluttiin erityisesti korostaa, että suunnittelija kiinnittää huomioita merkintään siitä, tuleeko putken ulostulo seinän etu- vai takapuolelle. Oleellista on myös, että suunnitelmat on tehty selkeästi ja, että kaikki mitat ja luvut ovat helposti luettavissa.

Vakiosuurelementeissä pistorasioille on omat suositellut vakiokorkeudet. Kylmälaitteiden pistorasiat ovat 2 100 mm:n korkeudessa lattian pinnasta. Välitilan pistorasiat taas ovat 1 250 mm:n korkeudessa. Valokytkimet ovat metrin korkeudessa niin, että metri lattian pinnasta tulee alimman rasian

keskelle. Rj-rasiat tulevat 200 mm:n korkeuteen. Lieden rasian paikka on 100 mm:n korkeudella lattian pinnasta.

Sähkörsioiden halkaisija on 68 mm. Lieden rasia on ainoa poikkeus ja sen halkaisija on 90 mm. Sähkörsioiden merkinnät löytyvät liitteestä 8.

1.4 Uumaelementit

Uumaelementtejä tarvitaan kehätaloissa harjan suuntaisille sivuille. Uumaelementit ovat ensimmäisen kerroksen seinän ja kehäristikon yläpaarteen väliin jääviä matalia seinäelementtejä. Uumaelementit tehdään suurelementtirakenteisina, joten ne käsitellään tarkemmin oman otsikon alla rakentajapakettiplus-osiossa.

FINNDOMO

RAKENTAJAPAKETTIPLUSOHJEISTUS

1.1 Elementit

Rakentajapakettiplusissa rakennus valmistetaan suurelementtirakenteisena. Jokainen elementti on tapauskohtaisesti suunniteltava, eli ns. vakioelementtejä ei ole. Finndomo Oy:llä on suurelementtien suunnittelussa käytössä FD CAD – ohjelma, johon on oma ohjeistuksensa.

Rakentajapakettiplusissa on mahdollisuus myös valmistaa rakennuksen kantavia väliseiniä elementteinä tehtaalla. Kehätalojen kantavan väliseinäelementin tunnus on SEKVS1. Vakiona sen kokonaiskorkeus on 2 665 mm. Väliseinä koostuu elementin yläsidepuusta (2x60x120), 2 515 mm korkeista runkotolpista (42x120 k600) sekä elementin alasidepuusta (30x120).

Taloissa, joissa väliseinien päällä ei ole kuin ristikot päällä, käytettävän kantavan väliseinäelementin tunnus on SEKVS2. Vakiona se on kokonaiskorkeudeltaan 2 625 mm. Se koostuu elementin yläsidepuusta (60x120), 2 535 mm korkeista runkotolpista (42x120 k600) sekä elementin alasidepuusta (30x120).

Suurelementtien suunnittelussa on aina otettava huomioon niiden kuljetus työmaalle. Suurelementit tulisi suunnitella niin, ettei oviaukko olisi ikinä keskellä elementtiä. Mikäli ovi on keskellä elementtiä, se saattaa aiheuttaa kuljetuksen ja nostojen aikana taipumista. Varsinkin trukilla siirreltäessä ongelma tulee eteen, sillä nostot tapahtuvat elementin keskeltä 2 050 mm:n levyisellä nostoalustalla. Olisi myös syytä muistaa, ettei raskaita ikkunoita tule sijoittaa elementin päihin. Mikäli elementissä on oviaukko keskellä tai raskaita ikkunoita sen päissä, tulee elementti jakaa kahdeksi pienemmäksi elementiksi.

Kun elementteihin joudutaan loveamaan palkkeja, pyritään käyttämään ensisijaisesti 60x198 palkkia, kuten ohjeistuksen luvussa 4.1 on kerrottu. Mikäli kyseisen palkin kestävyys ei riitä, toimitaan luvun 4.1 mukaan seuraavissakin palkkikooissa.

1.1.1 Kokorajoitukset

Suurelementit pyritään suunnittelemaan niin, että ne ovat pituudeltaan maksimissaan M84 eli 8 918 mm. Kuitenkin umpiseinä, eli talon umpipääty, voidaan suunnitella 10 500 mm pitkäksi. Mikäli elementit ovat tätä pidempiä, niiden kuljetukseen tarvitaan puoliperävaunuautoa, mikä lisää kuljetuskustannuksia. Minimimitana pyritään pitämään 3 600 mm.

Finndomo Oy:n valmistamien suurelementtien vakikorkeus on 2 650 mm ja 2 790 mm. Maksimikorkeus normaalille seinäelementille on 2 800 mm. Tätä korkeammat elementit tehdään ns. kääntöelementteinä, joista löytyy tietoa omassa osiossaan. Minimikorkeutena suurelementille voidaan pitää 2 200 mm.

Suurelementeille on myös olemassa ohjeet siitä, kuinka suuria poikkeamia mitoissa pidetään vielä hyväksyttävänä. Nämä mitat ovat ehdottomia maksimeja, sillä elementtirakentaminen perustuu tarkkaan mittajärjestelmään, jossa on oleellista sovituisissa mitoissa pysyminen. Taulukossa 1 on esitetty suurelementtien toleranssit.

Suurelementti seinän valmistustarkkuudet			
		Luokka 1	Luokka 2
Seinän leveys:	< 2,1 m	± 3 mm	± 5 mm
	2,1 m...6,0 m	± 0,15 %	± 0,25 %
	> 6,0 m	± 10 mm	± 20 mm
Seinän korkeus:	< 3,0 m	± 3 mm	± 5 mm
	3,0 m...6,0 m	± 0,15 %	± 0,25 %
	> 6,0 m	± 10 mm	± 20 mm
Nurkkapisteiden välisten ristimittojen ero			
Seinän leveys:	< 2,1 m	± 4 mm	± 7 mm
	2,1 m...6,0 m	± 0,15 %	± 0,25 %
	> 6,0 m	± 15 mm	± 28 mm
Ovien ja ikkunoiden sijainti:		3 mm	5 mm

TAULUKKO 1. Suurelementtiseiniä valmistustarkkuudet (9, s. 289.)

Luokka 1 on ylesimmin käytetty luokka elementtirakentamisessa. Luokan 1 elementtejä käytetään asunto-, toimisto-, liike- tai vastaavien rakennusten rakenneosina. Luokan 2 toleransseja voidaan käyttää elementeissä, jotka ovat rakenneosina esimerkiksi varastorakennuksissa, joissa ei erityisen tarkkaa mittatarkkuutta vaadita. (9, s. 289.)

Taulukossa esitettyjen toleranssien lisäksi mittatarkkuudet elementtien seinissä on annettu sen paksuudelle. Kiinnitystuella paksuus ilman ulkoverhousta saa poiketa luokassa 1 maksimissaan kolme millimetriä. Luokassa 2 se saa poiketa viisi millimetriä. Kiinnitystukien välillä ulkoverhous saa luokassa 1 poiketa neljä millimetriä ja luokassa 2 kuusi millimetriä. (9, s. 289.)

1.1.2 Naamakuvat elementeistä

Elementtien naamakuvat tuotetaan FD CAD –ohjelmalla. Tällä ohjelmalla on mahdollista tuottaa niin runko-, tuulensuoja- kuin verhoiluasemille omat kuvansa. Luonnollisesti runkoasemalla ei tarvita kuva kuin runkotolppien ja mahdollisten aukkojen sijainneista jne.

1.1.3 Erikoiset rakenteet

Erikoisia rakenteita suurelementeissä ovat esimerkiksi kääntöelementit ja erikoispaksuiset rungot. Kääntöelementeistä on ohjeet tämän ohjeistuksen luvussa 1.1.7. Tarkoituksena olisi välttää erikoisia rakenteita, sillä niiden tekeminen vaatii yleensä aina enemmän töitä kuin vakioitujen rakenteiden käyttö. Esimerkiksi jo pelkästään linjan siirtäminen erikoispaksuisen rungon mittoihin ja takaisin vakioon säätäminen vie työaikaakin ainakin kuusi tuntia.

Erikoisia rakenteita joudutaan kuitenkin joskus tekemään, jolloin suunnittelijan on oltava erittäin huolellinen piirustuksia tehdessä. Mitä yksityiskohtaisemmat ja selkeät suunnitelmat tuotannolle toimitetaan, sitä helpompi heidän on rakenne valmistaa. Kaikista vakioista poikkeavista mitoista, käytettävistä materiaaleista ym. on oltava selkeät merkinnät piirustuksissa.

1.1.4 Nostolenkit

Nostolenkkien paikat ja niiden asentaminen on tuotannon vastuulla. Rakennesuunnittelijan on kuitenkin hyvä olla tietoinen, millä periaatteella suurelementtien nostokohtia määritellään.

Nostokohtien lukumäärän määrittää elementin pituus. Alle viisimetrisissä elementeissä riittää kaksi nostokohtaa. Yli viiden metrin elementeissä kaikissa tarvitaan neljä nostokohtaa. Nostolenkit sijoitetaan elementtiin niin, että ulommaiset nostolenkit tulevat noin 21 % elementin pituudesta ulkoreunasta sisäänpäin runkotolppien kohdalle. Kahden nostolenkin elementissä nämä ovat luonnollisesti ainoat nostolenkit. Kun nostolenkkejä on neljä, kummallekin puolen elementtiä tulee kaksi nostolenkkiä noin metrin päähän toisistaan.

Nostoliinalle tehtävä reikä on 25 mm. Reikä sijoitetaan tolpan päästä 200 mm alaspäin kantavan rungon keskelle. Tuotannolla on käytettävissä joko kolmen tai neljän metrin nostovöitä.

1.1.5 Osaluettelo-ohjeet

Tuotantoon menevä osaluettelo-ohje on syytä tehdä huolella. Suunnittelijan on aina hyvä tarkistaa osaluettelon paikkaansa pitävyys, sillä mitä täsmällisemmin ja selkeämmin luettelo on tehty, sitä helpompaa ja nopeampaa on elementtien valmistaminen tuotannossa.

Ensimmäiseksi luetteloon tehdään puutavaraluettelo-osio. Osion alla on heti syytä olla merkittynä työnumero, asiakas, päivämäärä sekä suunnittelijan tiedot. Näiden tietojen alle merkitään elementtien valmistukseen tarvittava puutavara. Suunnittelija merkitsee ensimmäiseksi vasemmalle käytettävän puutavaran, esim. 75x200 KP, minkä jälkeen keskelle merkitään puutavaran mitta millimetreinä jonka jälkeen lopuksi merkitään kuinka monta kappaletta tietyn mittaista puutavaraa elementteihin menee.

Seuraavaksi osaluetteloon tehdään levyluettelo-osio jokaisesta elementistä. Jokaisen elementin levyluettelo-osion alla tulee olla merkittynä työnumero, asiakas, elementin numero, elementin ulkomitat, päivämäärä sekä suunnittelijan tiedot. Kuten puutavaraluettelo-osiossa, myös levyluettelo-osiossa ensimmäiseksi vasemmalle tulee käyttävä levy, sitten rivillä seuraavana on levyn koko ja lopuksi kappalemäärä.

Kun kaikista elementeistä on levyluettelot tehty, seuraavaksi tehdään niille elementeille, joihin ulkoverhous asennetaan, ulkoverhouspuutavaraluettelo. Luettelon osion tietoihin tulevat samat tiedot kuin levyluettelon tieto-osioihin. Itse luetteloon merkitään käytettävä verhous, sen väri, mitta, suunta ja kappalemäärä.

Itse talotoimituksen osaluetteloon tulee tiedot kaikesta työmaalle menevästä tavarasta. Suunnittelijan tulee tarkistaa osaluettelon paikkaansa pitävyys. Luettelossa on syytä eritellä esimerkiksi työmaalle menevät villat, irrallaan menevät ovet ja ikkunat jne. omiin osioihin. Syytä on myös tarkistaa, että tavaralle on oikeat yksiköt.

1.1.6 Tasopöytäelementit

Tasopöytäelementit ovat elementtejä, joita tehdään nimensä mukaan tasopöydällä. Tasopöytäelementit tehdään aina käsityönä. Elementtien tekoon on varattu suurelementtihallissa omat tilansa.

Tasopöydällä tehtäviä elementtejä ovat uumaelementit, kääntöelementit, päätyelementit sekä yläkolmiot. Päätyelementit ja yläkolmiot käsitellään liitteessä 4.

Uumaelementit ovat kehätaloihin tulevia pitkien sivujen ”toisen kerroksen” seinäelementtejä. Uumaelementit tehdään suurelementteinä. Käytännössä uumaelementit ovat matalia suurelementtejä. Uumaelementin korkeuteen

vaikuttaa, minkä tyyppinen ristikko on kyseessä. Eri ristikkotyypeillä on omat tukikorkeutensa, ja uumaelementin korkeus määräytyy tukikorkeuden mukaan.

Uumaelementin alapään liitos on samanlainen kuin kaksikerroksisen rakennuksen ensimmäisen ja toisen kerroksen liitos. Yläpään liitos taas on kuten kaksikerroksisen rakennuksen yläpään liitos. Huomioitavaa on, että uumaelementti tulee yleensä rakennuksen pitkälle sivulle (poislukien erkkerit yms.), jolloin uumaelementin päälle tulee lisätä palkki, yleensä kertopuupalkki 75x200.

Kääntöelementit ovat hyvin korkeita elementtejä. Nimitys kääntöelementti tulee siitä, että se kuljetetaan työmaalle kyljellään, missä se nostettaessa käännetään oikein päin. Kääntöelementin kokoa rajoittaakin siis sen leveys, joka kuljetuksessa on sen korkeus. Leveys saa maksimissaan olla kolme metriä. Elementin korkeutta rajoittaa lähinnä vain käytettävä kuljetuskalusto.

Patentoidun runkotolpan maksimipituus on 2 725 mm. Tätä korkeammat runkotolpat ovat kertopuuta. Kääntöelementeissä runkotolppien pituudet kasvavat yleensä niin suuriksi, että niissä käytetään näitä kertopuusta valmistettuja runkotolppia.

Suunnittelijan on syytä olla tarkkana kääntöelementtien piirustuksia tehdessä. Esimerkkikuva kääntöelementistä löytyy liitteenä 9. Tärkeää on tehdä selkeät ja helppolukuiset piirustukset tuotannon käyttöön. Syytä on ainakin muistaa tarkastaa seuraavat kohdat:

- Kaltevuuskulman oikea merkintä
- Vinopäisen runkotolpan mitta on sen pisin mitta.

1.2 Verhoukset

Suurelementtirakenteisissa seinissä on mahdollista asentaa tehtaalla valmiiksi lähes minkälaista verhoilua tahansa, mutta suositeltavaa on pysyä vakioverhouksissa. Pyrkimyksenä on, että tehtaalla asennettavat verhoukset

ovat taloudellisesti sekä tehokkaasti asennettavissa. Verhouksiin liittyvät asiat päätetään yleensä myyjän ja asiakkaan välisissä neuvotteluissa, jolloin myyjän vastuulla on varmistaa talopakettin tehokkaaksi tekeminen verhouksia koskien. Asiakas voi myös halutessaan tilata seinät ilman tehtaalla valmiiksi asennettavaa verhoilua, jolloin elementit toimitetaan tuulensuojalevyypintaisina työmaalle. Rakentaja- ja rakentajaplius -paketeissa on käytettävissä pohjamaalattuina samat verhousmallit.

Suurelementtien verhoilun detaljikkaan on olemassa oma Excel-tiedosto, josta selviää tarkat tiedot verhoilun ylityksistä, koolauksista jne. Tiedostossa olevien verhoilun nimikkeet menevät taulukon 2 mukaan.

KVS1	KVS = Kantava väliseinä
PPK	PPK = Päädyn palokatko
UKP110	U = Ulkoseinä 1. kerros
UKP	UK = Ulkoseinä yläkerta 1½ kerroksinen kattolyhtypääty
UKPO	UY = Ulkoseinä yläkerta 1½ kerroksinen pääty
UKT	110 = Kapea paneeli k110
UKTO	P = Pystypaneeli
UKV	O = Omatalo
UKVO	T = Tiiliverhous, ts-pintainen
UL	V = Vaakapaneeli
UP	L = Lomalauta
US	S = Sekapaneeli
UT	
UV	
UYP110	
UYP	
UYPO	
UYT	
UYTO	
UYV	

UYVO

TAULUKKO 2. Suurelementtien verhoilun tunnukset

1.2.1 Saumat

Suurelementtirakenteissa on erittäin tärkeää, että suunnittelija valitsee oikean saumatyyppin. Saumatyypeistä on olemassa detaljit Finndomon tietokannoissa, ja saumat osiossa esitetään, minkä nimisestä tiedostosta aina kukin detalji löytyy. Virheellinen saumamerkintä voi aiheuttaa tuotannossa todella paljon turhaa työtä ja pahimmassa tapauksessa jo valmiiksi rakennettu rakenne joudutaan purkamaan. Suunnittelijan on aina tarkistettava, että kyseiseen saumaan tai nurkkaan liittyvän seinän tunnus on oikein.

Yleisesti nurkkien ja saumojen tunnukset ovat muotoa NSnumero_kirjain. Numero-osuudesta käy ilmi nurkan tai sauman käyttötarkoitus ja kirjaimesta tai kirjainyhdistelmästä selviää käytettävä verhoilu. Taulukossa 3 on esitetty verhoilutyypin tunnukset.

Verhous	Tunnus
Pystypaneeli	_PP
Vaakapaneeli	_PV
Pystypaneeli pystyrimalla	_PR
Vaakapaneeli 28x170	_P28
City-verhous	_PC
Tiiliverhous	_T
Rappauslevy	_R

TAULUKKO 3. Verhoilutyypin tunnukset

Tunnus NS021_XX on **suurelementtien suorien seinien saumojen detaljin** tunnus. Toisiinsa liittyvät seinätyypit S-25 ja S-26, jotka ovat vakiorunkotolpan omaavia ulkoseiniä.

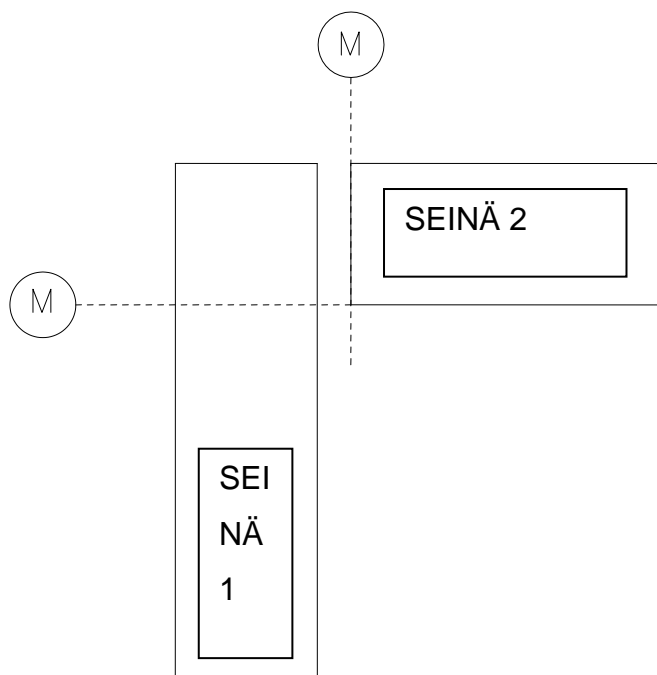
Autovajan ja asunnon välisen väliseinän liitos elementtiin löytyy detaljista NS130_. Ulkoseinän tunnus on S-13. Väliseinä rakennetaan työmaalla.

HVS220-elementin liitos suoraan ulkoseinään löytyy tunnuksella NS171_XX. Toisiinsa liittyvät seinätyypit S-17.1 ja S-17.2. HVS220-seinän tunnus on S-17.3. HVS220-seinässä on toisiinsa kytkettynä kaksi runkopaksuudeltaan 73 mm:stä HVS-elementtiä, joiden väliin jää tila mineraalivillalle.

HVS300-elementin liitos suoraan ulkoseinään löytyy tunnuksella NS191_XX. Toisiinsa liittyvät seinätyypit S-19.1 ja S-19.2. HVS300-seinässä on kaksi runkopaksuudeltaan 120 mm:stä HVS-elementtiä. Niiden seinätunnus on 19.3. Elementtien väliin jää 8 mm:n ilmarako.

1.2.2 Nurkat

Nurkissa on myös erittäin tärkeää, että suunnittelija käyttää oikeita detaljimerkintöjä. Suurelementtien nurkat poikkeavat pienelementeistä sillä, että varsinaista nurkkaelementtiä ei ole. Seinät liitetään toisiinsa niin, että toinen seinä ylittää moduulilinjan likimain toisen seinän paksuuden verran (kuva 1).



KUVA 1. Suurelementti nurkka

Vakion 246 mm:n runkotolpalla varustetun ulkonurkan detaljin tunnus on muotoa NS001_XX. Koontikuvan detaljin tunnus on NS000_. Nurkkaan liittyvien seinien numerot ovat S-05 ja S-06.

Tunnuksen NS011_XX takaa löytyvät **suurelementin sisänurkan detaljit**. Tähän nurkkaan liittyy seinät S-15 ja S-16.

Erkkerin vinon sisänurkan tunnus on muotoa NS031_XX. Detaljissa toisiinsa liittyvä seinätyypit S-35 ja S-36.

Erkkerin vinon ulkonurkan tunnus on NS041_XX. Toisiinsa liittyvät seinätyypit S-45 ja S-46.

Palokatko EI30:n ulkonurkan verhoustedaljit löytyvät tunnuksen NS105_XX takaa. Tämän palokatkon seinän numero on S-105. Huomioitavaa on, että palokatkoelementin runkotolppa on 120 mm paksu.

Tunnuksen NS111_XX takaa löytyvät **puolitoistakerroksisen rakennuksen suurelementtien ulkonurkkien detaljit**. Päätyseinän tunnus on S-115.

Kattolyhdyn/parvekkeen detaljin tunnus on NS141_XX. Siihen liittyvän seinän numero on S-14.

Asunnon ja autovajan/varaston seinä US-elementissä löytyy tunnuksen NS151_XX takaa. Seinätyypit ovat S-155, S-156 ja S-157 tai S-16.

Tunnuksen NS161_XX takaa löytyvät **asunnon ja autovajan/varaston vaakatasossa porrastava liitos**. Tässä tapauksessa **väliseinä on asunnon puoleisessa moduulissa**. Tähän liitokseen liittyvien seinien numerot ovat S-16 ja S-160. Asunnon ja autovajan/varaston välinen väliseinä rakennetaan työmaalla.

Autovajan/varaston ja asunnon vaakatasossa porrastava liitos, jossa **väliseinä on autovajan/varaston puoleisessa moduulissa**, löytyy tunnuksen

NS166_XX takaa. Tähän liitokseen liittyvät seinät ovat S-15 ja S-16. Väliseinä on paikallaan rakennettava.

1.2.3 Porrastukset

Rakentajapakettiplusissa verhoilun porrastuksissa pätevät samat säännöt kuin rakentajapaketissa. Eli porrastukset tulee olla merkittynä tuotantoon menevään kuvaan. Porrastuksista tulee olla merkittynä sekä sen porrastus että sen paikka. Verhoilun porrastuksen oikeanlainen merkintätapa elementtien kuvissa on esimerkiksi: ”porrastus +400”. Porrastuksen määrä vaikuttaa siihen, minkä mittainen on ensimmäinen verhouslautaus.

Verhoilun porrastuksista on olemassa omat detaljit Finndomon tietokannoissa 23x145 UYV-ulkoverhouslaudalle, sekä 28x170 UYV-ulkoverhouslaudalle. .

1.3 Sähkösuunnitelmat, sähköasiat

Asiakkaan päätettävänä on, teettääkö hän sähkösuunnitelmat omalla sähkösuunnittelijalla, vai antaako hän sähkösuunnitelmat talotehtaan vastuulle. Kun asiakas haluaa, että Finndomo vastaa sähkösuunnitelmista, ne tilataan Sähköurakointi Aho Oy:lta. Aho Oy lisää myös tiedot sähkörsioiden paikoista ym. elementtien kuviin.

Kun asiakas haluaa teettää sähkösuunnitelmat omalla sähkösuunnittelijalla, suurelementtikuviin sähkömerkinnät tekee alihankintana paikallinen sähkösuunnittelija. Tällä hetkellä alihankkijana on Takman Oy. Asiakkaan vastuulla on sähkösuunnitelmien toimittaminen alihankkijalle.

1.3.1 Sähkömerkinnät

Sähkömerkinnät elementteihin tekee siis joko Aho Oy, tai Takman Oy. Sähkömerkinnät tehdään liitteen 7 mukaan. Tuotannosta haluttiin erityisesti korostaa, että suunnittelija kiinnittää huomioita merkintään siitä, tuleeko putken ulostulo seinän etu- vai takapuolelle. Oleellista on myös, että suunnitelmat on tehty selkeästi ja niin, että kaikki mitat ja luvut ovat helposti luettavissa.

FINNDOMO

RISTIKOT, PALKISTOT, PÄÄDYT JA RÄYSTÄÄT

1 Ristikot

Finndomolla käytettävät ristikkotyypit ovat harjaristikko käyttöullakolla ja ilman, saksiristikko, erilaiset kehäristikot sekä aumaristikot. Omatoimirakentajapaketissa ei voi käyttää erikoissaksiristikoita eikä myöskään vaarnapalkkirakenteita.

Tarkoituksena on, että pyritään käyttämään vakiotukikorkeuksia aina tietylle kattokaltevuudelle. Nämä pätevät 1-2 kerroksisissa taloissa. Vakiorakenteista voidaan poiketa lyhyillä jänneväleillä, sekä esimerkiksi kaksikerroksisissa rakennuksissa, mikäli rakennuksen mittasuhteet niin vaativat. Taulukosta 1 löytyvät suositeltavat tukikorkeudet kattokaltevuuden suhteen.

Kattokaltevuus:	Tukikorkeus [mm]:
1:2	900
1:2,5	750
1:3	600

TAULUKKO 1. 1- tai 2-kerroksisten talojen kattokaltevuuksien suhde tukikorkeuteen

Ristikoiden mitat määräytyvät sen mukaan, minkälaista kuljetuskalustoa on käytettävissä. Korkein mahdollinen sallittu kuljetuskorkeus on 3 100 mm. Ongelmaa saattaa aiheutua ristikoista, joissa on pitkä räystäs ja matala tukikorkeus, eli räystään alapinta on alapaarten alapuolella. Valmiiksi verhoilluissa päätyristikoissa ristikon korkeuteen tulee lisäksi lisätä verhoilun ylitys, joka rajoittaa oleellisesti ristikon mahdollista kuljetuskorkeutta.

Ensimmäiseksi suunnittelijan tulee tarkastaa onko kyseiseen taloon sopivaa ristikkosuunnitelmaa jo olemassa. Jos suunnitelmaa ei ole tehdään aina ristikkokaavio, jonka pohjalta ristikkotoimittaja valmistaa ristikot. Kaaviosta tulee käydä ilmi:

- rakennuspaikka lumikuorman vuoksi
- muut kuormitustiedot

- ristikon mittatiedot
- kattokaltevuus
- ristikkojako
- ruodejako, (350 mm kaikissa muissa paitsi vaakasuorissa aumaristikoissa)
- tukileveydet ja niiden sijainti
- ristikoiden lukumäärä
- loveukset ja mahdolliset reiät.

RT ohjekortti 85-10495 (11) neuvoo lisäämään ristikkokaavioon myös kosteusluokan. Eurocode:ssa kosteusluokka on muutettu käyttöluokaksi.

Käyttöluokassa 1 puurakenteen kosteus on lämpötilaa +20°C vastaava ja ympäröivän ilman suhteellinen kosteus ei ylitä arvoa 65 % kuin muutamana viikkona vuodessa. Käytännössä se tarkoittaa, että rakenne on lämmitetyssä sisätilassa. Myös rakenteet, jotka ovat lämpöeristekerroksessa, luetaan käyttöluokkaan 1. Käyttöluokassa 2 materiaalin kosteus on myös lämpötilaa +20°C vastaava, mutta ero käyttöluokkaan 1 on siinä, että ympäröivän ilman suhteellinen kosteus ei ylitä arvoa 85 % kuin muutamana viikkona vuodessa. Käyttöluokan 2 rakenteita ovat esimerkiksi kylmän ullakkotilan puurakenteet. (12, s. 15.)

Valmis ristikkokaavio lähetetään eteenpäin tarvittavat tiedot sisältävänä ristikkosuunnittelijalle. Vakioristikkojen kaaviot löytyvät liitteestä 10.

Ristikoita suunnitellessa on suunnittelijan myös muistettava huomioida hormin paikka. Muuratun hormin ja ristikon väliin on aina jäätävä minimissään 100 mm:n rako, palomääräykset täyttääkseen. Valmishormeissa suojaetäisyydet määräytyvät valmistajien ohjeiden mukaan. Hormin paikka voi muuttaa ristikkojakoa. Myös porrasaukko aiheuttaa muutoksia vakioristikkokajaan.

Ristikon nimessä tulee löytyä ristikkotyypin tunnus, jänneväli sekä kattokaltevuus. Esimerkiksi 90M:n leveä harjaristikko 1:3 kattokaltevuudella merkitään: R 90 1:3. Kaikille ristikkotyypeille on esitetty omat tunnuksensa niiden omissa osuuksissa.

1.1 Harjaristikko

Harjaristikoita on kahta eri tyyppiä: käyttöullakoton ja käyttöullakollinen. Kummankin tunnus on R. Harjaristikot suunnitellaan yleensä 6M-moduuliin ja rakennuksen pienin jänneväli on 72M. Käyttöullakottomia ristikoita voidaan tehdä ilman väliseinää aina 102M-moduuliin asti, kun taas käyttöullakollisessa väliseinä tarvitaan 96M:stä eteenpäin. Ristikot suunnitellaan 900 mm:n kannatinjaolle.

Tukikorkeuksissa pyritään pysymään vakiokorkeuksissa. Lyhyillä jänneväleillä tulee käyttää tukikorkeutta 400 mm. Arkkitehtisuunnittelijan vastuulla on selvittää tuleeko käyttöullakosta riittävän korkea valitulla tukikorkeudella. Tähän tietenkin vaikuttaa katon kaltevuus ja rakennuksen jänneväli.

Jänneväleillä 1M – 39M, eli kuistin ristikoissa on lovi 90x198, sekä lovimahdollisuus 198x405. Kuistin käytettävä vakiopalkki on 2x42x198. 39M:ää suuremmilla jänneväleillä ristikoissa on valmiiksi lovet 80x198, sekä lovimahdollisuus 198x405 molemmissa päissä. Lovi on pienempi, koska käytettävä kannatinpalkki on vakiona kertopuupalkki 75x200. Kun tukikorkeus on suurempi kuin 650 mm, lovimahdollisuus on 450 mm.

Kun harjaristikossa on kolmas tuki, se tulee sijoittaa rakennuksen keskipisteestä 1 200 mm molemmille puolille rajoittuvalle alueelle. Tuen leveys on 150 mm, sillä siinä käytetään kahta 75x200 kertopuupalkkia rinnakkain. Kun rakennukseen tulee keskituki, sen paikka vaihtelee talokohtaisesti, joten suunnittelijan tulee olla erittäin tarkkana sen ilmoituksessa. Kaksitukisen harjaristikon ristikkokaavio löytyy liitteen 10 sivulta 1. Kolmitukisen harjaristikon ristikkokaavio taas löytyy saman liitteen sivulta 2.

1.2 Pulpettiristikko

Pulpettiristikko tulee luonnollisesti pulpettikattoon. Pulpettikatossa on joko yksi lape tai useampia eripituisia lappeita. Yleensä toinen lape on huomattavasti toista lapetta jyrkempi ja lyhyempi. Suositua on tehdä rakennukseen useita, eri tasoilla olevia lappeita. (13, s. 1.)

Pulpettiristikkoisen katon suunnittelussa pätevät samat periaatteet kuin harjaristikoissa. Poikkeavaa on, että katon ollessa pulpettiristikkorakenteinen, ei rakennusta ole mahdollista valmistaa käyttöullakollisena. Korkeammalla räystäällä on aina tuulenohjain. Ristikon tunnus on HRR. Ristikkokaavio löytyy liitteen 10 sivulta 13.

1.3 Saksiristikko

Saksiristikoissa jännevälit ovat harjaristikoiden tapaan yleensä 6M:llä jaollisia, aloittaen 72M:stä. Yli 96M mittaisen jännevälin omaava vakiosaksiristikko tulee suunnitella kolmitukisena. Erikoissaksiristikoissa eli A-ristikossa pisin jänneväli, joka voidaan kaksitukisena toteuttaa, on 78M. Kolmitukisen saksiristikon keskituki tulee aina sijaita täsmälleen ristikon keskellä. Ristikoiden vakio kannatinjako on 900mm.

Saksiristikon tukikorkeus voi olla 600, 750 tai 900 mm. Erikoissaksiristikon tukikorkeus on aina 600 mm. Saksiristikko tulee kyseeseen 1 tai 2 -kerroksisen talon suunnittelussa, joten siihen pätevät vakiotukikorkeuksien suhteet kattokaltevuuksiin. Saksiristikoissa tulee kuitenkin myös huomioida alapaarten kaltevuudet. Taulukossa 2 on esitetty saksiristikon kattokaltevuuden suhde alapaarten kaltevuuteen.

Kattokaltevuus:	Alapaarteen kaltevuus:
1:2	1:4
1:2,5	1:5
1:3	1:6

TAULUKKO 2. Saksiristikon kattokaltevuuden suhde alapaarteen kaltevuuteen (11, s. 8.)

Erikoissaksiristikoon taulukko 2 ei päde, vaan kattokaltevuus ja alapaarteen kaltevuus ovat samat. Erikoissaksiristikossa alapaarre jatkuu 800 mm:n korkeuteen katon kaltevuudella, minkä jälkeen se jatkuu vaakasuorana. Toinen puoli ristikosta on symmetrinen. Kuten edellä on jo mainittu, erikoissaksiristikkoa ei käytetä omatoimirakentajapaketissa.

Saksiristikon tunnus on SR. Erikoissaksiristikon tunnus taas on ESR. Saksiristikon ristikkokaavio on liitteen 10 sivulla 4. Erikoissaksiristikon ristikkokaavio on saman liitteen sivulla 5.

1.4 Aumaristikko

Aumakatto on muistuttaa melko lailla harjakattoa, mutta talon päädyissä se poikkeaa siitä merkittävästi. Aumakaton päädyt muodostavat kolmion muotoiset lappeet. Aumakatto on monimutkaisempi ja kalliimpi vaihtoehto kuin harjakatto, sillä siinä lappeiden väliin muodostuu ylimääräinen taite. (13, s. 1.)

Aumaristikon tunnus on AR. Aumaristikon tunnuksen tulee muistaa merkitä jännevälin suhde korkeuteen. Aumaristikon tukikorkeus on yleensä joko 600, 750 tai 900 mm. Aumaristikko on kaksitukinen. Ristikoissa on lovet 80x198 valmiina molemmissa päissä ja siinä on lovimahdollisuus 198x405. Aumaristikon ristikkokaavio löytyy liitteen 10 sivulta 3.

1.5 Kehäristikot

Kehäristikot tulevat kyseeseen suunnitellessa 1½-kerroksisia rakennuksia. Kehäristikoita on mansardikattoristikoita sekä kaksi-, kolmi- tai nelitukisia

kehäristikoita. Kehäristikoiden suunnittelussa tulee suunnittelijan olla tarkkana sen katkaisukohtien määrittelemisessä, sillä kehäristikot ovat niin korkeita, että ne joudutaan kuljettamaan kahdessa osassa työmaalle. Kehäristikoissa rakennuksen jännevälissä voi soveltaa 3M-moduulijakoa.

Mansardikattoristikoiden kannatinjako on 900 mm. Mansardikattoristikko voidaan suunnitella joko kaksi- tai kolmetukisena. Reunatuot ovat 75 mm leveät ja piirustuksiin merkitään niille valmiit lovet 80x198. Jos tarvitaan isompaa reunatukea, lovimahdollisuus on aina 198x450 asti. Keskituet ovat aina 120 mm leveät. Jos rakennus suunnitellaan kolmitukisena, on kantavan seinän mahdollinen vaihteluväli jännevälin keskeltä molempiin suuntiin:

- 72M – 78M leveillä jänneväleillä 600 mm
- 81M leveillä 450 mm
- 84M leveillä 300 mm
- 87M leveillä 150 mm
- 90M leveillä 0 mm

Nelitukisen mansardiristikon suunnittelussa, välituet tulisi pyrkiä sijoittamaan symmetrisesti kummallekin puolen rakennusta. Tarkemmat ohjeet välitukien sijoittamisesta löytyvät vakiomansardiristikon ristikkokaaviosta.

EC5:n mitoitusohjeiden mukaisena tukikorkeus on joko 1 600 tai 1 700 mm, jolloin tukivyöhyke on 6M leveä. Jos tukikorkeutta joudutaan korottamaan, tukivyöhykkeen leveydeksi tulee 9M.

Kattokaltevuus on jyrkällä osalla 63° ja loivemmalla osalla 1:2,5. Mansardikatossa tulee ottaa huomioon sen poikkeava sivuräystä mitta, joka on 669 mm tuen ulkoreunasta yläparteen yläreunaan. Käytettävä välipalkki on 42x198 C24, jonka määrittäminen on rakennesuunnittelijan tehtävä.

Mansardikaton tunnus on YR/M. Mansardikaton nimeen tulee merkitä sen jänneväli, jyrkän katto-osan kulma asteina, loivan katto-osan kulma

suhdelukuna, sekä sulkeisiin sen tukikorkeus. Vakiomansardikattoristikon ristikkokaavio on liitteen 10 sivulla 12.

Kaksitukinen kehäristikko tarkoittaa ns. ”putkiullakkoristikkoa”. Tällaiset ristikot ovat mahdollisia 72M, 78M ja 84M jänneväleillä. Kannatinjako on 900 mm ja ainoa käytettävä kattokaltevuus 1:1,5.

Tukikorkeus on EC5-mitoituksessa 1 200 tai 1 300 mm. Tukivyöhyke määräytyy jännevälin mukaan niin, että se on asuintilan leveys vähennettynä puolikkaalla jänneväleillä. Asuintilan leveys on aina vakio, 3 600 mm. Ristikkokaaviossa asuintilan leveys on 3 722, koska se on ristikkotolppien paikkojen todellinen etäisyys.

Kaksitukisen kehäristikon piirustuksissa tulee myös olla merkittynä loveus paikat. Normaaleilla 75 mm leveillä tuilla lovi on 80x198. Korkean tukikorkeuden vuoksi lovimahdollisuus on 198x450.

Suunnittelijan tulee vielä huomioida se, että uuden EC5-mitoituksen vuoksi, välipohja on paksuudeltaan vanhan 198 mm:n sijaan tässä ratkaisussa 440 mm. Tämä luonnollisesti kasvattaa vanhan tukikorkeuden 1200 mm uudeksi 1300 mm:ksi, joka taas kasvattaa ristikon kokonaiskorkeutta.

Kaksitukisen kehäristikon tunnus on YR2T. Kaksitukisessa kehäristikossa ristikon nimeen on muistettava lisätä tuen korkeus. Kaksitukisen kehäristikon ristikkokaavio löytyy liitteestä 10 sivulta 6.

Kolme- ja neljätukisia kehäristikoita on mahdollista toteuttaa 72M – 90M:n jänneväleillä 3M:n jaolla. Omatoimirakentajapaketissa mahdollisia ovat joko symmetriset tai epäsymmetriset kehäristikot.

Tukikorkeus on kummassakin tapauksessa vakiona 1:1,5 kattokaltevuudella 1 700 mm, tukivyöhykkeen ollessa 6M. Mikäli kattokaltevuus on 1:2, tukikorkeus nousee 2 100 mm:iin ja tukivyöhyke 9M:ään. Kannatinjako on 900 mm.

Reunatuet ovat vinoilla reunavyöhykkeillä leveydeltään 150 mm. Vinoilla reunavyöhykkeillä ei ole lovimahdollisuutta. Keskitukien paikka vaihtelee kuten mansardikattoristikossa. Erikoiskehäristikon ristikkokaavio löytyy liitteen 10 sivulta 11.

Vakioparikehäristikko tehdään aina kahdesta osasta, ristikon korkeuden vuoksi. Ristikon mitoitus myös poikkeaa muiden kehäristikoiden mitoituksesta. Esimerkiksi ristikosta täytyy tehdä kaksi erillistä suunnitelmaa, 900 ja 450 mm:n k jaoille. Huomioitavaa on myös, että parikehälle tulevat kurkiorren sekä kattolyhdyn seinien kuormat. Vakioparikehäristikkokaavio löytyy liitteen 10 sivulta 7. Lisäksi ohjeet ristikkokaavioiden tekoon vakiokehäpuolikasristikoille löytyy liitteen 10 sivuilta 8-10.

2 Palkistot

Eurokoodin värähtelymitoituksen vuoksi, välipohjapalkiston paksuus muuttuu. Välipohjapalkkeina käytetään 42 x 300 kertopuupalkkeja, 300 tai 600 mm:n välein rakennesuunnitelman mukaan.

Välipohjia on myös mahdollista valmistaa elementteinä. Elementin vakioleveys on 2 400 mm. Rakennuksen rungon mitoitus leveyssuunnassa ei kuitenkaan ole aina modulaarinen, minkä vuoksi kohteeseen tarvitaan myös ns. sovite-elementtejä, eli vakioleveydestä poikkeavia elementtejä. Kuljetusteknisistä syistä maksimipituutena elementille on kymmenen metriä. (5, s. 26.)

Välipohjissa on kuitenkin aina aukkoja sekä pohjat saattavat olla sellaisia, ettei 2 400 mm:n levyisiä elementtejä ole järkevä tehdä. 2 400 mm voidaan kuitenkin pitää maksimileveytenä elementille. Elementit tulee siis suunnitella esimerkiksi aukkojen mukaan. Kuvassa 1 on esitetty välipohjaelementtien sijoittelun periaate.

Elementti 4		
Elementti 3		
Elementti 1	Aukko	Elementti 2

Elementtien 3 ja 4 leveys yhteensä yli 2400 mm, jolloin tehdään kaksi eri elementtiä.

Elementtien 1 ja 2 leveys = aukon leveys + reunapalkit

Elementtien pituudet pienemmät kuin 10 000 mm.

KUVA 1. Välipohjaelementtien sijoittelu

Välipohjaelementtejä suunnitellessa on kuviin merkattava kantavien seinien paikat. Tärkeää on myös merkata elementtikuviin oikea välipohjaleikkaus numero, jolloin tuotannossa osataan tehdä oikeanlainen pää elementtiin. Pitkissä välipohjaelementeissä tarvitaan välipuita, joiden paikat on myös merkattava selkeästi kuviin.

K-jako on välipohjaelementissä vakiona 400 mm. Vanhan mitoituksen mukaan palkkeina ovat 42x198 puupalkit. EC5-mitoituksessa puupalkit on korvattu myös välipohjaelementissä 42x300 kertopuupalkeilla, värähtelymitoituksesta johtuen.

3 Päädyt

Päätyelementit ovat aina suurelementtejä. Niitä on mahdotonta toteuttaa elementtilinjalla sarjatuotantona, sillä rakennusten päädyt vaihtelevat huomattavasti rakennuskohteesta riippuen, joten varastoon teko sekä vakioelementtien valmistus on epäkäytännöllistä sekä taloudellisesti ei kannattavaa.

Päätyelementtejä käytetään lähinnä kehäaloissa. Päätyelementti on yleensä niin korkea, että sallittu kuljetuskorkeus ylittyy, jolloin rakennuksen pääty täytyy valmistaa kahdesta osasta. Yläpuolista osaa kutsutaan päätykolmioksi. Kun päätyelementti valmistetaan kahdesta osasta, joissa kummassakin on saman

suuntainen ja saman levyinen verhous, on suunnittelijan muistettava merkitä, että verhous tulee täsmätä.

Yksi- tai kaksikerroksisissa taloissa tehdään päätyelementti kuten kehätaloissa, jos talossa on vino sisäkatto, joka tulee kiinni talon päätyyn. Näihin taloihin ei yleensä tarvitse päätykolmiota, koska kuljetuskorkeus (3 100 mm) ei ylity. Palokatkopäädyissä tehdään palokatkoelementti 120mm rungolla.

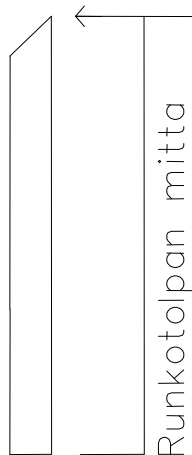
Päätykolmio ja päätyelementti ovat mahdollisia toimittaa työmaalle valmiiksi verhoiltuina. Omatoimirakentajapakettissa päätyelementit toimitetaan aina työmaalle ilman villoja, höyrinsulkua sekä sisäpuolen kipsilevyä.

Tuotannon mukaan suurimmat päätyjen teossa esiintyvät ongelmat liittyvät niiden verhoiluun. Ongelmana on ollut myös monesti se, että runkokuvia puuttuu, joten tuotannosta joudutaan kyselemään niiden perään, mikä taas lisää ajanhukkaa. Suunnittelijan tulee muistaa, että kun on kyseessä vakioverhouksin tehtävä pääty, ei siitä tarvitse tehdä erikseen verhoukuvaa, vaan pelkkä paneelin väri, koko ja suunta riittävät osaluettelon rivillä. Myös merkintä PL eli paloluukku tulee olla esitettynä osaluettelossa. Tuotannossa tiedetään, että rakennukseen täytyy tehdä paloluukku ja siellä toiseen päätyyn se tehdään automaattisesti, mutta mikäli suunnittelija haluaa vaikuttaa kumpaan päätyyn luukku tehdään, on hänen se erikseen korostettava jollain lailla.

Yläkolmiossa alapaarteen koko on 30x120 ja yläpaarre 42x120. Runkotolppana käytetään 42x120 k600. Yläkolmion mitta on aina 11 mm lyhyempi kuin siihen liittyvän päätyelementin yläpaarteen vaakamitta. Yläkolmioon tuleva tuulensuojalevy on aina täsmälleen kolmion ulkopintojen mukaisesti leikattu, eli se ei ylity missään kohtaa elementtiä. Verhoilun ylityksiin taas vaikuttavat verhouksen suunta ja koko.

Yläkolmion piirustuksessa tulee olla mitoitettuna runkotolppien paikat jonomitoksena sekä ala- että yläpaarteessa, runkotolppien pituudet niiden pisimmän mitan mukaan, paarteiden kokonaismitat, kolmion kokonaiskorkeus,

keskipiste sekä yläpaarten aloituspaikka. Runkotolpat joudutaan viistämään yläpäältä, minkä vuoksi on erittäin tärkeää, että suunnittelija mitoittaa runkotolpan sen pisimmän mitan mukaan, jotta runkotolppa sopii viistouksen jälkeen paikalleen. Kuvassa 2 esitetään runkotolpan mitoitusperiaate päätykolmiossa.



KUVA 2. Runkotolpan mitta päätykolmiossa

1- ja 2-kerroksisissa rakennuksissa tulevat kyseeseen päätyristikot. Päätyristikoissa sen alapaarten koko on vakio, 42x73. Yläpaarre on 42x148. Päätyristikon verhoilu tehdään ristikon koon mukaan. Vain erikoisverhoilluista päätyristikoista tarvitsee tehdä verhoilukuva. Verhoilukuvaan tulee ilmoittaa tuulensuojalevyjen, koolausten ja verhoilun ylitykset, käytettävä verhoilu, ristikon tyyppi merkintä sekä maininta paloluukusta tai mahdollisesta ikkunasta.

Päätyristikot pyritään verhoilemaan ristikkopuolella, kun verhous on pohjamaalattu. Pohjamaalattun verhoilun kytkennän jälkeen ristikot siirretään suurelementtipuolelle, jossa ne pintamaalataan, mikäli asiakas on päädyt pintamaalattuna tilannut.

Suunnittelijan tulee olla tarkkana, että päätyristikosta on merkitty osaluetteloon oikeat tiedot sen tehdasvalmiusasteesta sekä mahdollisesti käytettävästä verhoilutyypistä ja sen suunnasta. Osaluetteloon on myös syytä ilmoittaa erikoismittaisista päätyristikoista tehdyn kuvan numero.

4 Räystäät

Finndomo Oy:lla on käytettävissä neljän eri tyypin räystäitä: umpiräystä sekä avoräystä 1,2 ja 3. Suunnittelijan tehtävänä on riittävien lähtötietojen perusteella räystääselementtien piirustusten tuottaminen sekä räystäiden kestävyuden tarkistaminen.

RT 85-10495 ohjekortti puuristikoista ja kehistä kertoo pitkän avoräystä ongelmana olevan taipuminen. Suunnittelijan tulee aina tarkistaa, että avoräystä taipuma ei ylitä sallittuja rajoja, kulloisenkin rakennuspaikan lumikuorman ominaisarvot huomioiden. Tiilikatolla ensimmäinen ristikkoväli saa olla maksimissaan 600 mm.

4.1 Elementtipäätyräystäät

Elementteinä on mahdollista valmistaa umpiräystä sekä tyypin 1 avoräystä päätyräystä, ns. kapeina tai leveinä elementteinä. Näistä on olemassa Finndomo Oy:n tietokannassa valmiit piirustukset.

Leveää päätyräystääselementtiä käytetään perinteisesti 1,5-kerroksisissa keuhäloissa. Vakiomittaiset räystääselementit ovat 3 600, 4 800, 6 000, 6 600 ja 7 200 mm pitkät. Suunnittelijan tulee pyrkiä käyttämään näitä. Esimerkiksi jos räystään todellinen pituus on 5 500 mm, valitsee suunnittelija 6 000 mm pitkän räystään, joka sitten katkaistaan työmaalla oikeaan mittaan. Lyhyitä räystääselementtejä voidaan toimittaa työmaalle yhtenä pitkänä räystääselementtinä, joka katkaistaan työmaalla oikeisiin mittoihin. Tällaiseen ratkaisuun päädytään esimerkiksi kuistin räystäissä. Mikäli räystääselementti on pitempi kuin 7 200 mm, siitä tehdään erikoisräystääselementti.

Avopäätyräystääselementin maksimipituus on 7 200 mm. Kapean päätyräystääselementin maksimipituus on 11 000 mm ja leveän päätyräystääselementin maksimipituus on 9 000 mm. Mikäli räystääselementit ovat pitempiä kuin edellä esitetyt maksimipituudet, elementit tehdään aina kahdesta osasta. Liitoksesta on esitettävä detaljikuva.

Päätyräystäselementeille on omat nimikkeensä osaluettelossa. Päätyräystästä merkityksessä osaluetteloon tulee siitä olla merkittynä onko kyseessä leveä vai kapea elementti, elementin pituus, sekä onko kyseessä avo- vai umpiräystä. Päätyräystäisleikkaukset löytyvät Finndomon tietokannoissa olevasta Excel-tilukosta tunnuksella RY6XX_XX.

4.2 Paikalla tehtävät räystäät

Sivuräystäiden mitta on aina vakio 813mm, pois lukien mansardikatto. Sivuräystäiden teko on asiakkaan tai asennuksen vastuulla, sillä sivuräystäitä ei voi valmistaa elementteinä. Myös tyyppin 2 ja 3 avoräystäiden päätyräystäät ovat työmaalla asennettavia.

Asiakkaalle/asentajalle toimitetaan leikkaus sivuräystästä, jonka perustella tämä valmistaa räystään. Sivuräystäistä on valmiit piirustukset myös olemassa, eli suunnittelijan tulee valita käytettävän verhouksmallin, katemateriaalin ja tukikorkeuden mukainen leikkaus. Sivuräystäiden leikkauskuvat löytyvät Finndomon tietokannoissa olevasta Excel-tilukosta tunnuksella RY5XX_XX.


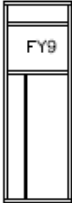
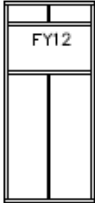


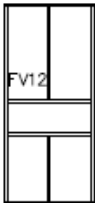


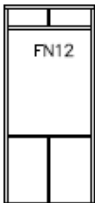
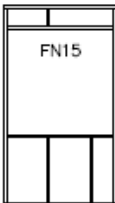
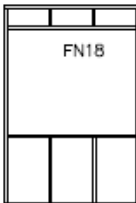



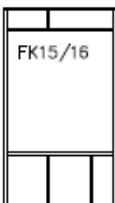




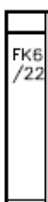



4.3 Katon mittakuva

Katon mittakuvan perusteella tilataan Ruukilta tai Monierilta katemateriaali. Katon mittakuvassa on piirretty talon julkisivut jokaiselta ilmansuunnalta. Piirustuksessa täytyy olla merkittynä selkeästi katon mitat ja kaltevuudet, kattoturvatuotteiden paikat, mahdollisten erkkerien mitat ja sen katon kaltevuudet, mahdollisten jiirien mitat.

Tekstiosioista, joka toimitetaan kuvan mukana, tulee selvittää

- katteen materiaali ja väri
- katon pinta-ala
- harjan pituus juoksumetreinä
- päätyräystäiden pituus juoksumetreinä
- sisäjiirin pituus juoksumetreinä

- suunnittelijan tiedot
- sekä muut oleellisesti katon valmistukseen vaikuttavat tiedot

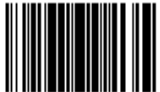
				SAUNAN IKKUNA HUOMI IKK. KORKKO 	FY6: 5X6 A TI O/V FY9: 8X6 A TI O FY12: 11X6 A TI O FYS6: 5X6 A SK/MA TI O
					FV9: 8X4 A TI A FV12: 11X4 A TI A
					FN6: 5X14 A TI O/V FN9: 8X14 A TI O/V FN12: 11X14 A O 11X14 B TI V 11X14 B4 TI O/V FN15: 14X14 A O 14X14 B TI V 14X14 B4 TI O/V FN18: 17X14 E TI 17X14 TI 4/4 17X14 B4 TI O/V 17X14 B TI V
					FK6/16: 5X16 A TI O/V FK9/16: 8X16 A TI O/V FK12/16: 11X16 A O FK15/16: 14X16 A O 14X16 B TI V 14X16 B4 TI O/V
					FK6: 5X16 A TI O/V FK9: 8X18 A O FK12: 11X18 A O 11X18 FA4A FK15: 11X18 A O
					FK6/22: 5X22 A TI O/V FK9/22: 8X22 A O FK12/22: 11X22 A O FK15/22: 14X22 A O

FINNDOMO

TOIMITUSLUETTELO

Sivu 1

30.3.2010

Tuotemerkki KOTITALO RAKENTAJAPAKETTI	Lastaus -----	Tekijä	
Edustaja -----	Ed.myyjä -----	T=Toimitetaan	
Tilaus 41XXX	Asiakas -----	X=Tontille	
	Mitat	Kpl	Määrä Yks Tarpepv Erä

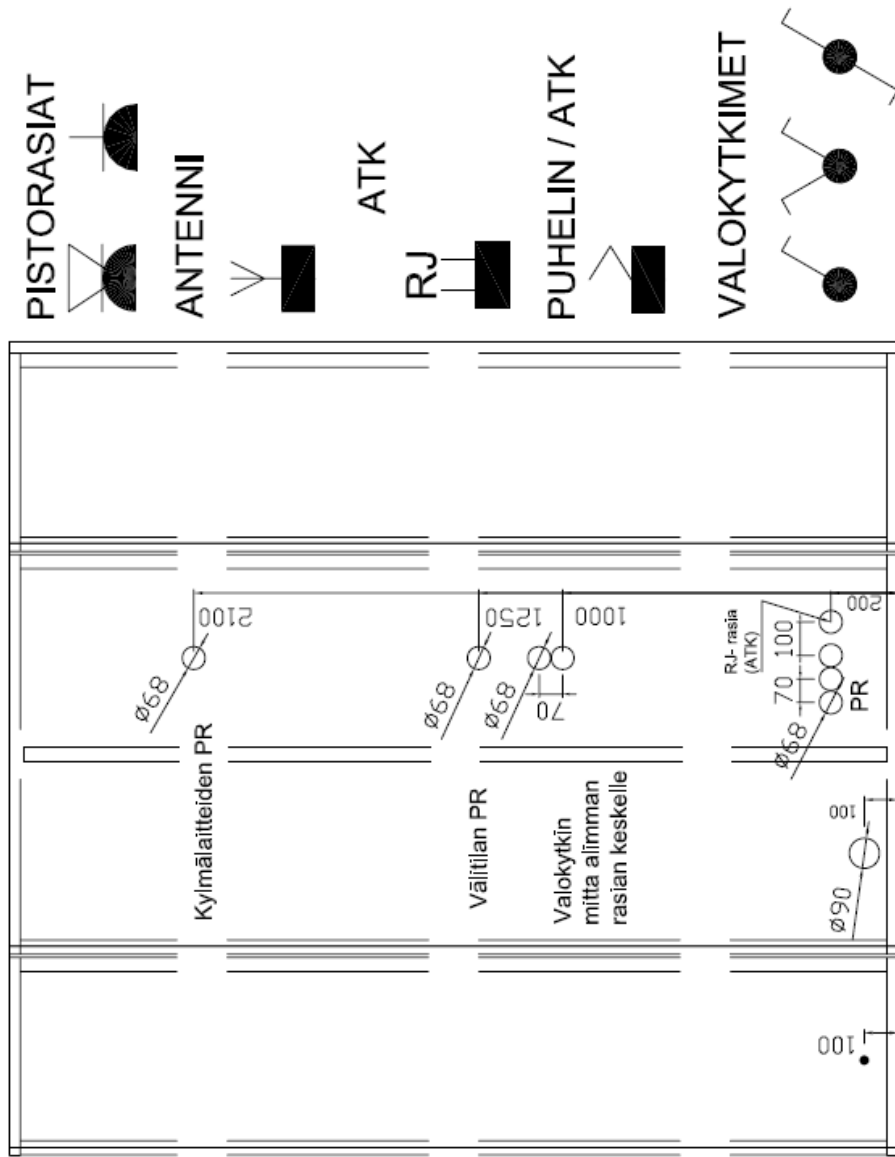
40

18202616	PL-OMA__-_/10_*21_14__V__	1,0	KPL	28-05-10
19121600	MSE2-170_-AL/5_*14__TIOMA_S__	1,0	KPL	28-05-10
19121700	MSE2-170_-AL/5_*14__TIVMA_S__	1,0	KPL	28-05-10
19127900	MSE2-170_-AL/17_*14_B_4_TIVMA_S__	1,0	KPL	28-05-10

60

1A201020	FYS60	1,0	KPL	02-06-10	1	T
1A201095	FN60	1,0	KPL	02-06-10	1	T
1A201255	FN90	2,0	KPL	02-06-10	1	T
1A201275	FN9V	2,0	KPL	02-06-10	1	T
1A201615	FK120	2,0	KPL	02-06-10	1	T
1A201715	FN15B40	2,0	KPL	02-06-10	1	T
1A201735	FN15B4V	2,0	KPL	02-06-10	1	T
1A301060	FO12V-10 UX85 OMA	1,0	KPL	02-06-10	1	T
1A301600	FO120-10L PL18 OMA VALK.	1,0	KPL	02-06-10	1	T
1A301650	FO12V-10L PL14 OMA VALK.	1,0	KPL	02-06-10	1	T

SÄHKÖRASIAREIÄT VAKIOSUURELEMENTEISSÄ

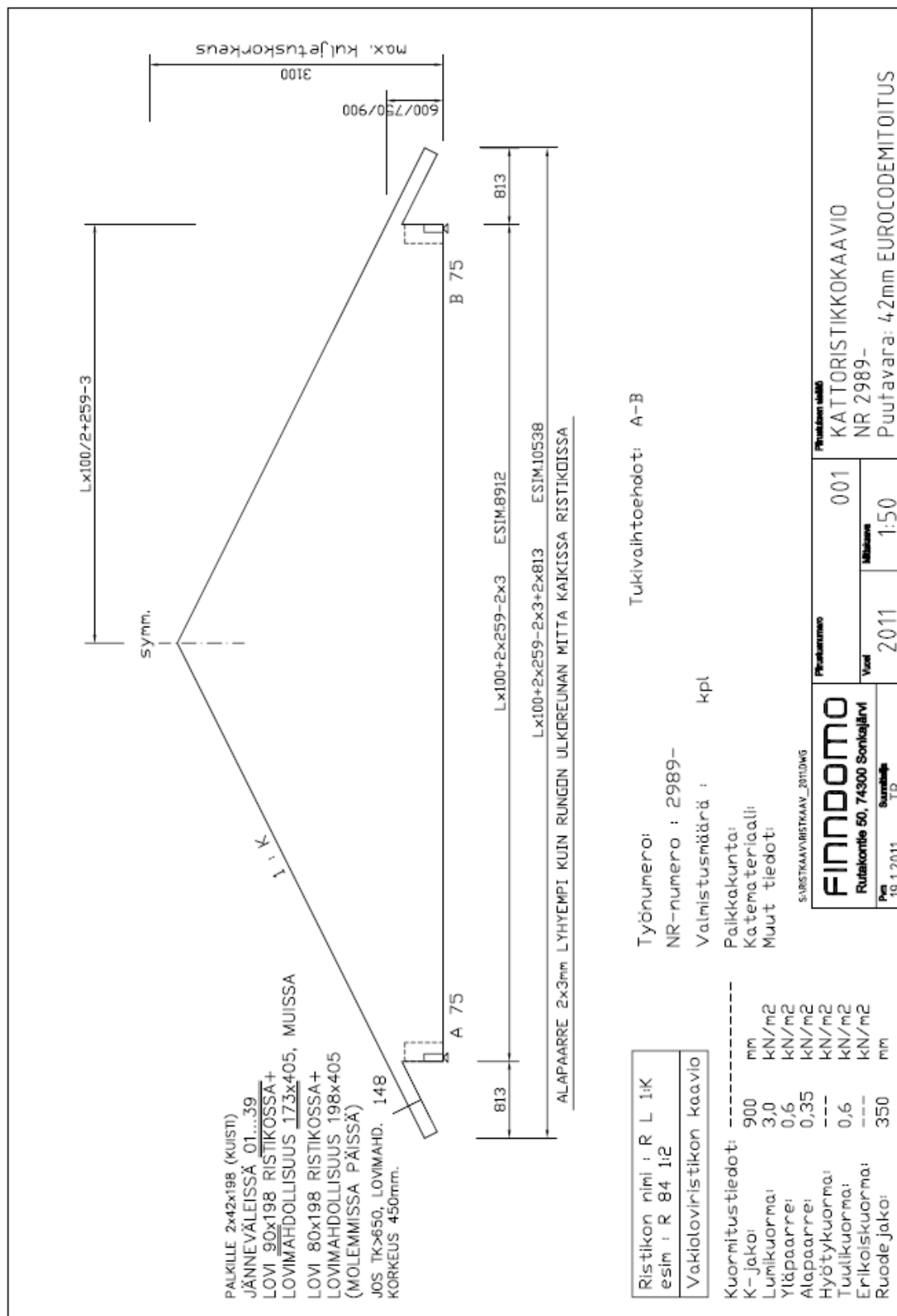


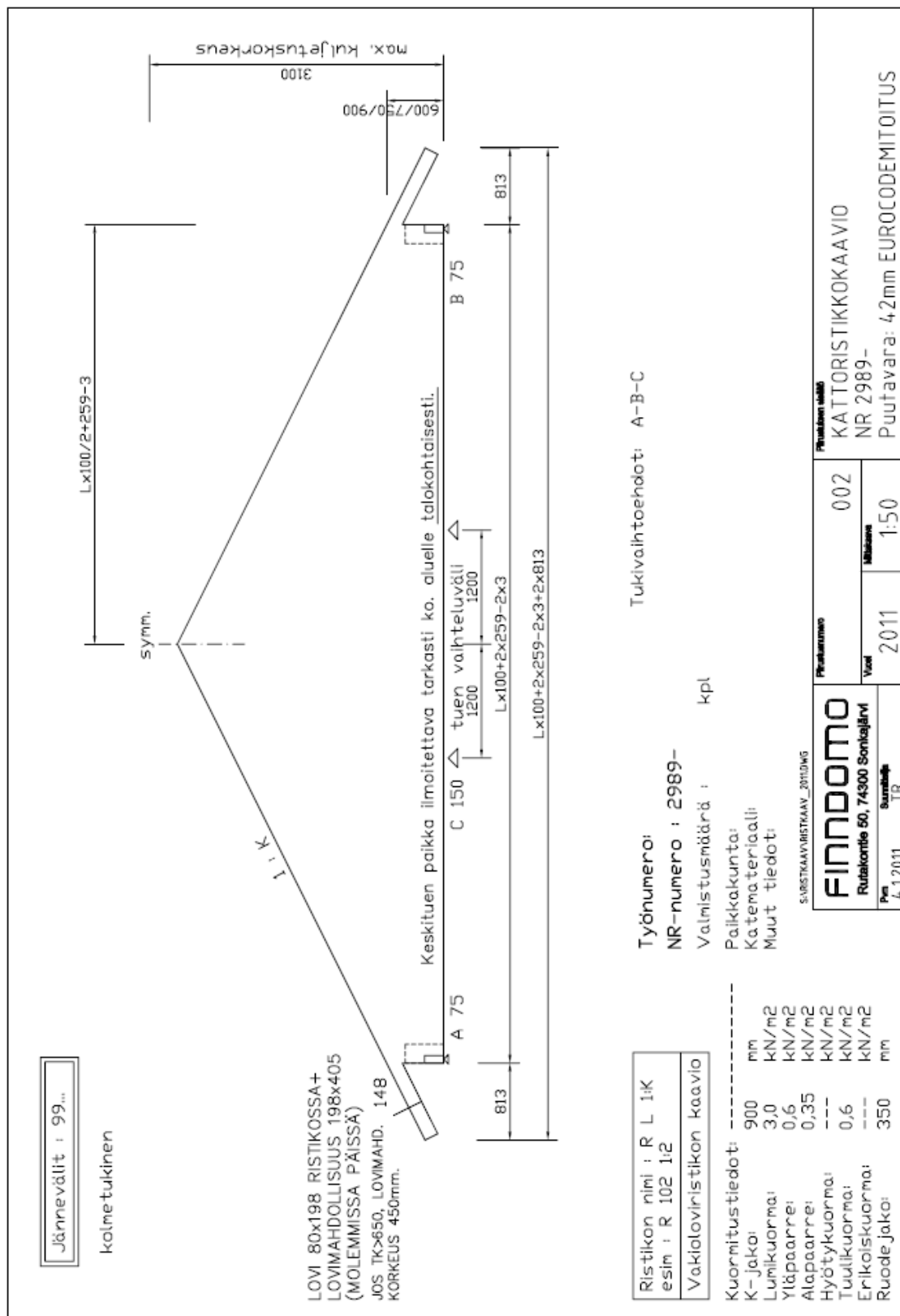
(Rasiavaihtoehtona
Enston AUS15.12
tai
AUS15.2)

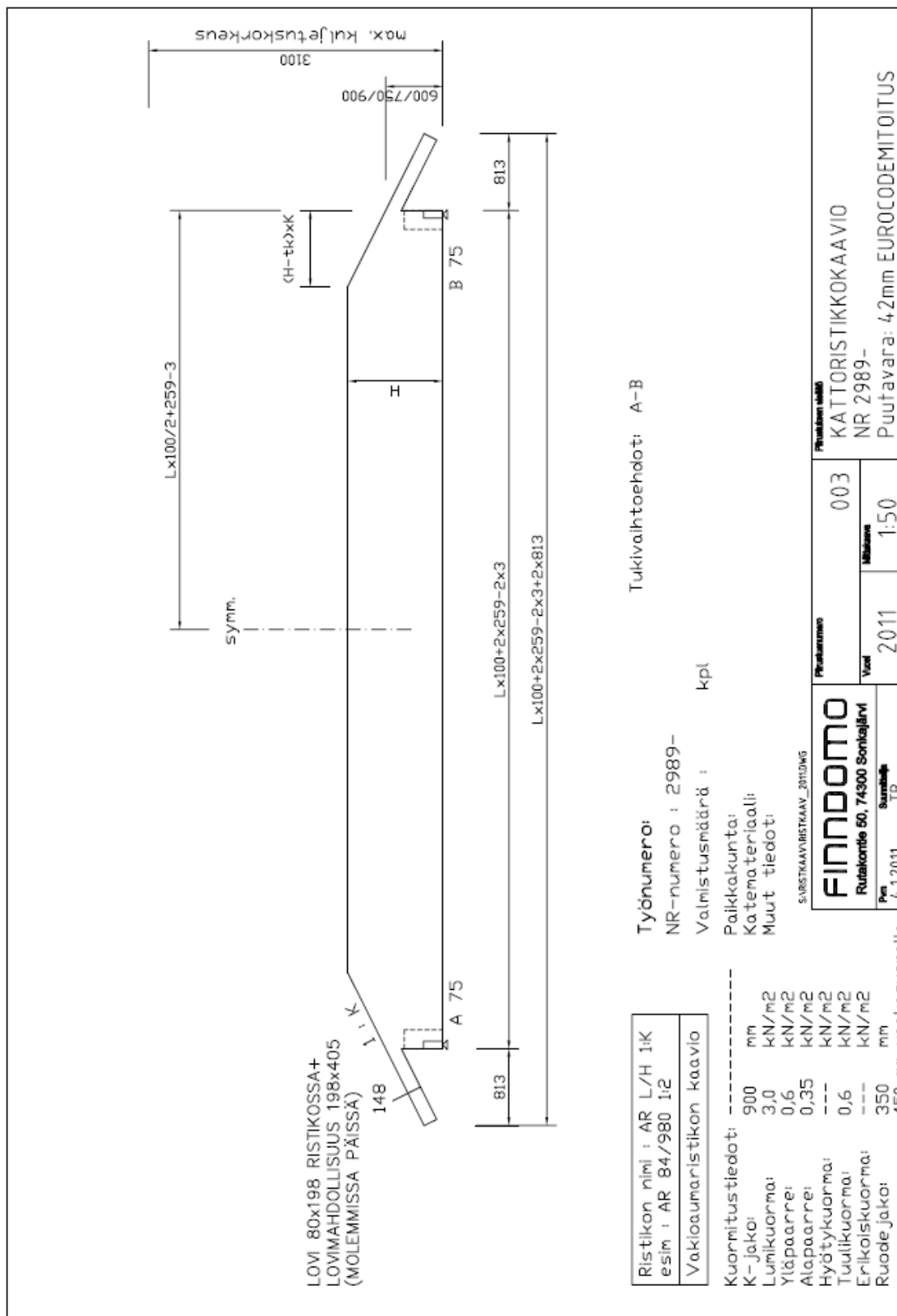
(Liesirasiavaihtoehtona
Schneider RJE 06
h=100)

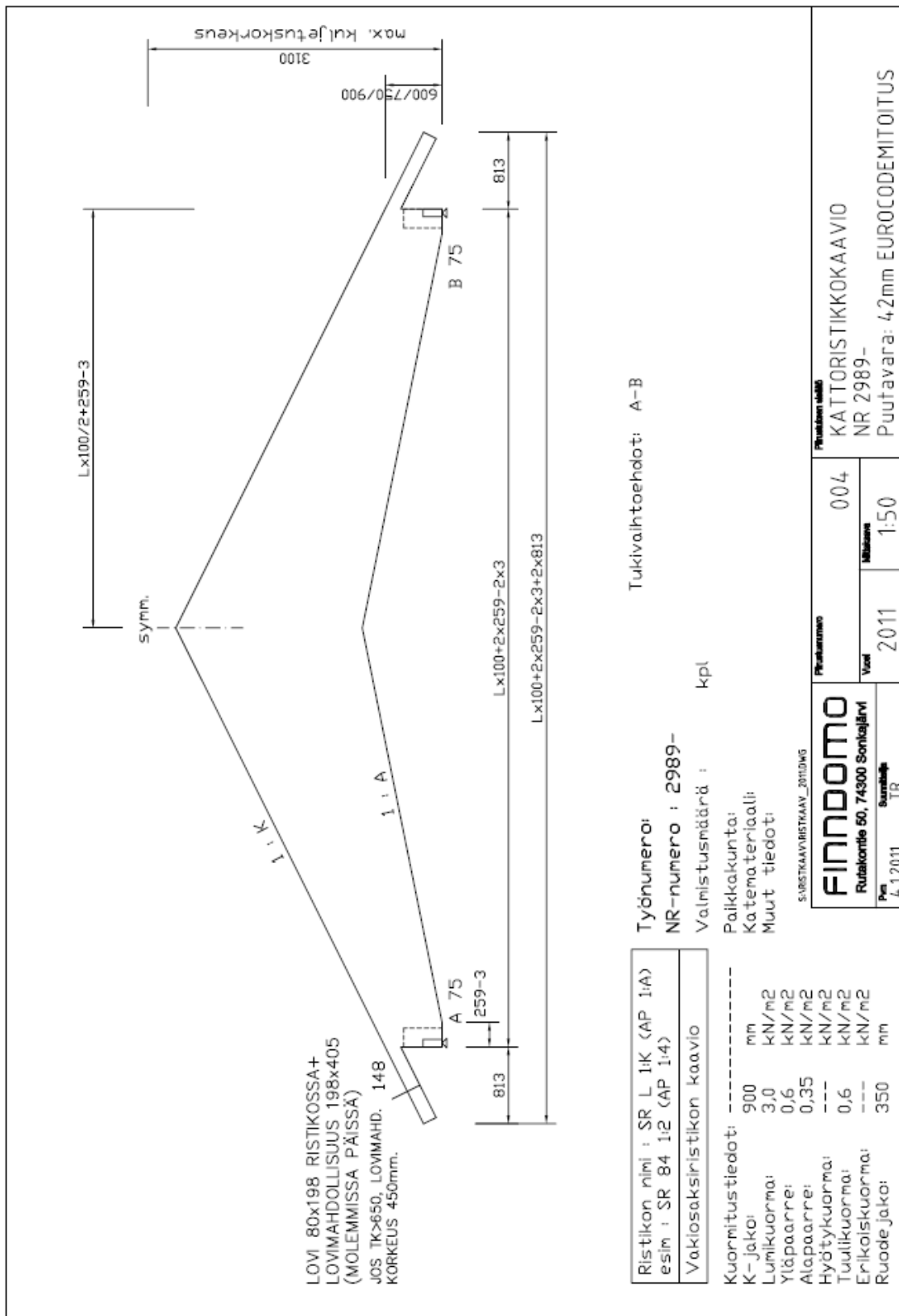
Lieden rasia halk. 90 mm
tai peikästään 22 mm reikä
putkelle.

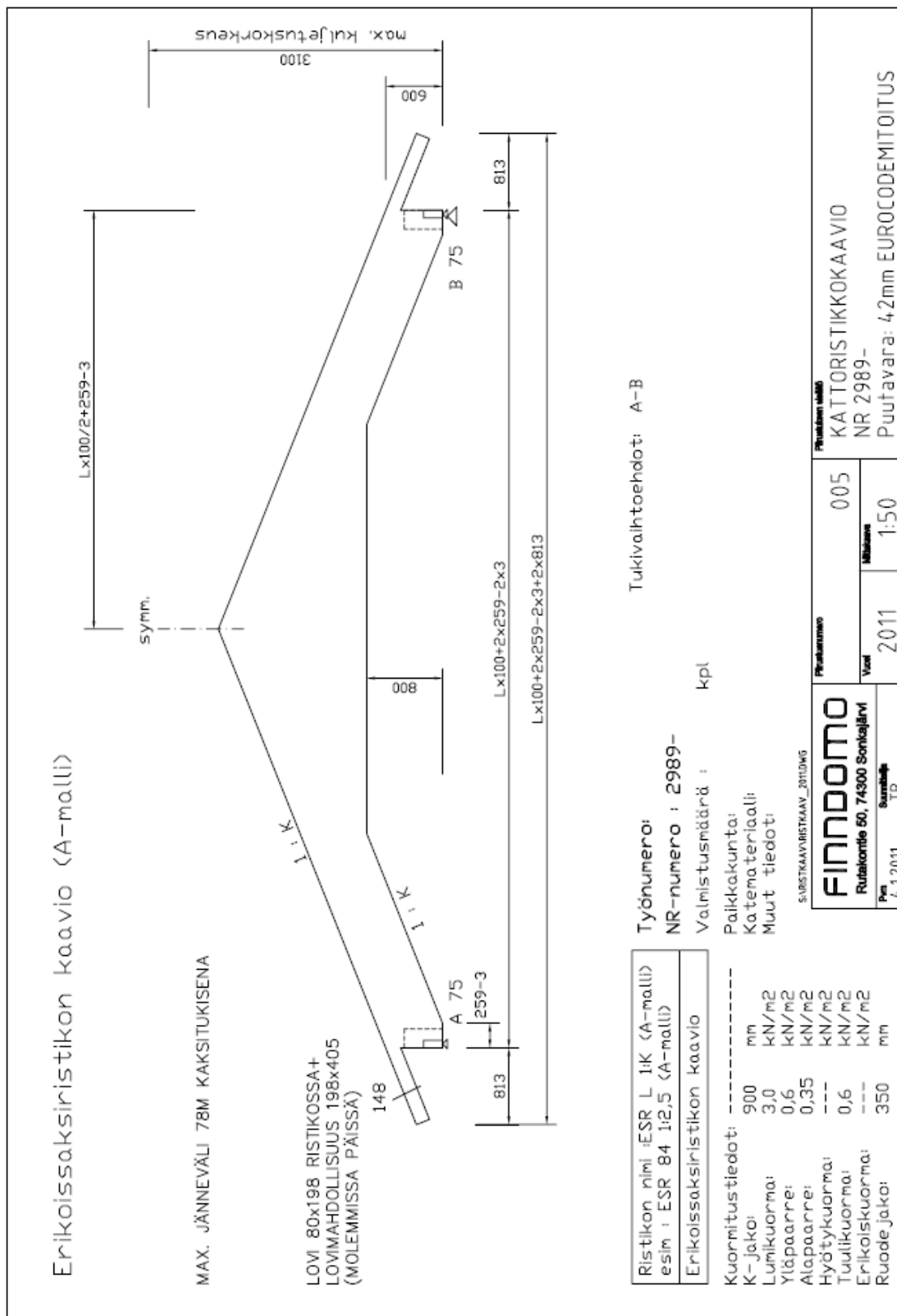
**Rasiat
runkotolppplen
välillä keskelle.**

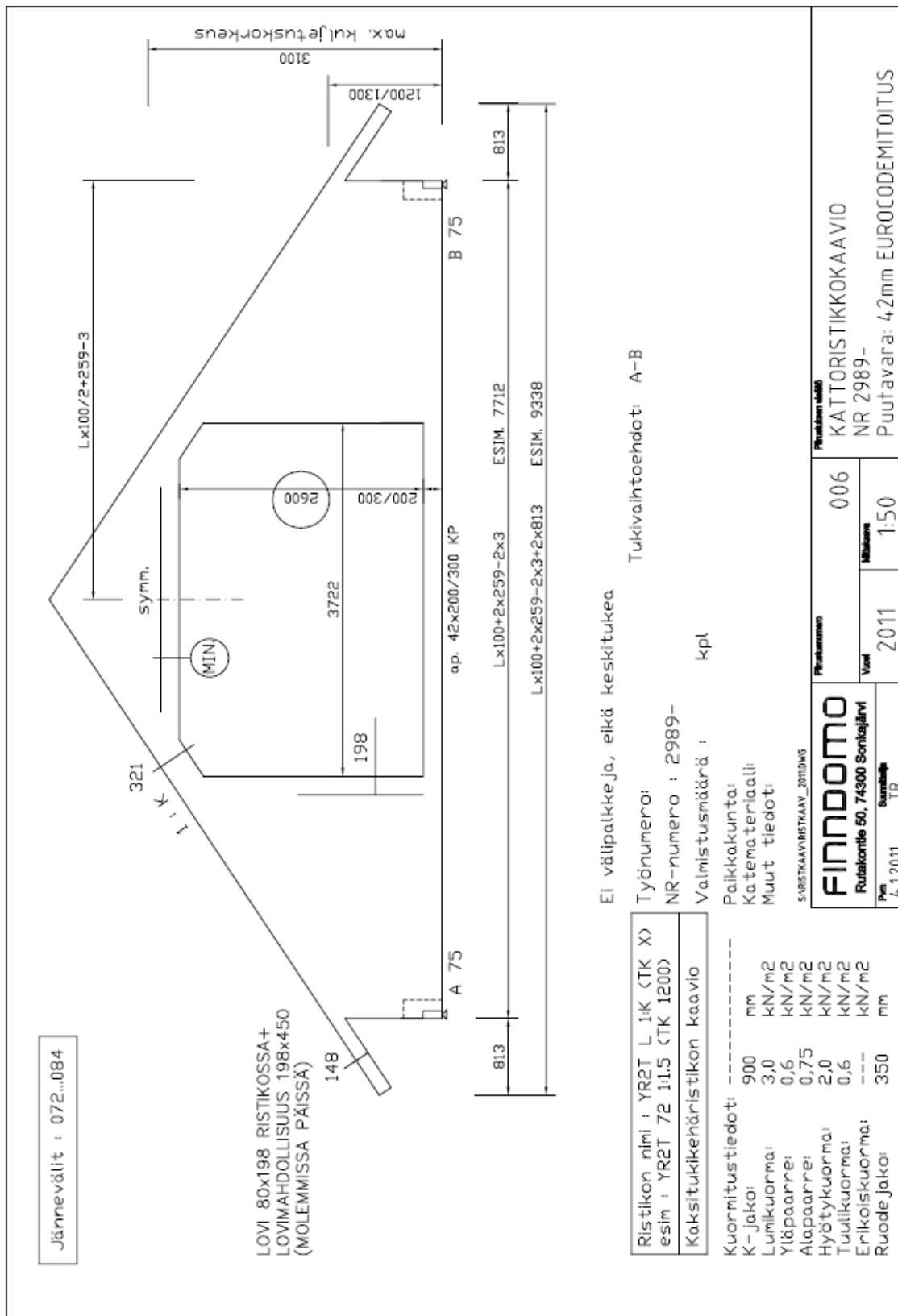


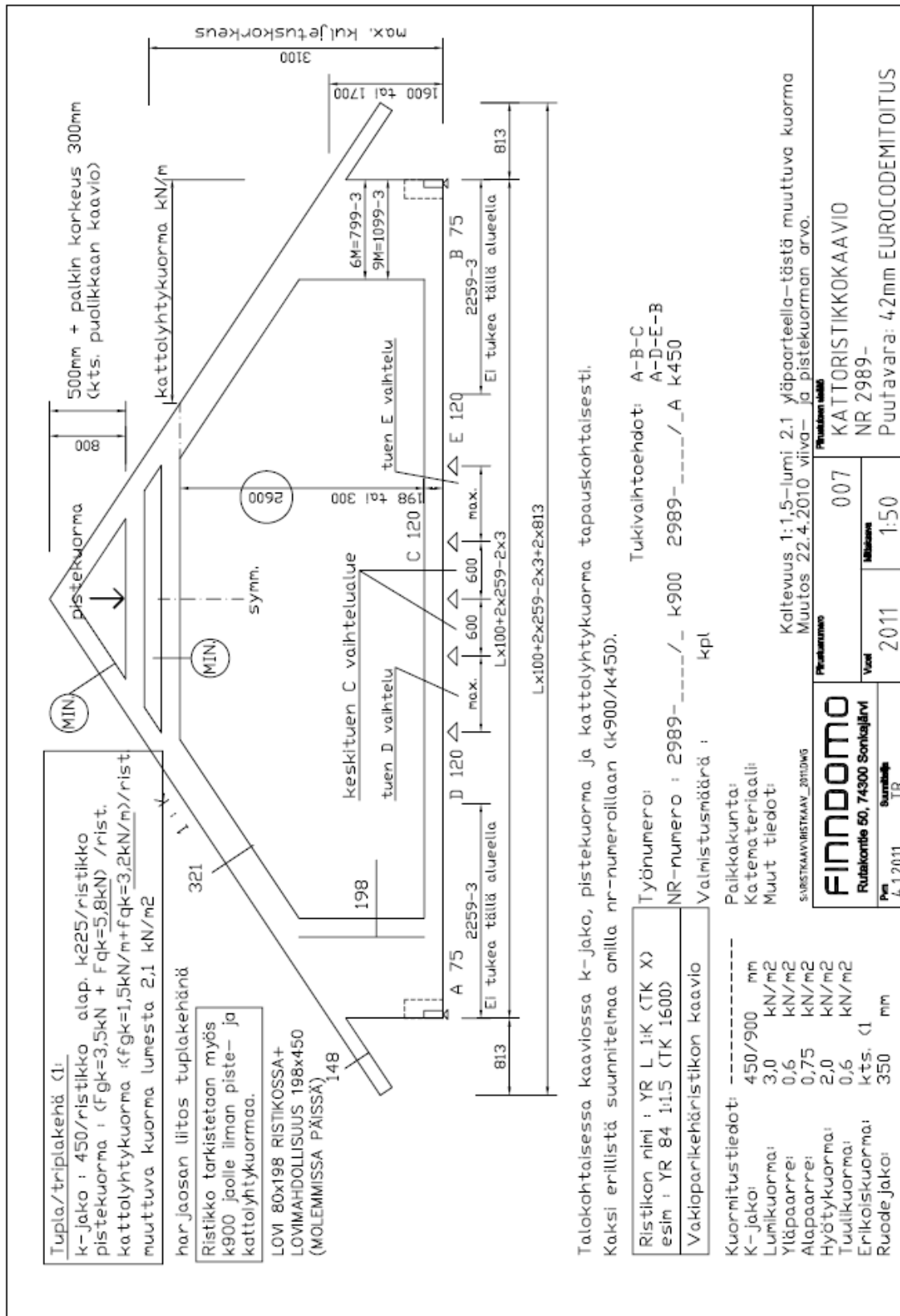












Talokohtaisessa kaaviossa k-jako, pistekuorma ja kattolyhytkuorma tapauskohtaisesti.
 Kaksi erillistä suunnitelmaa omilla nr-numeroillaan (k900/k450).

Ristikon nimi : YR L 1:k (TK X)
 esim : YR 84 1:1,5 (TK 1600)
 Vakioparikehärästikön kaavio

Työnnumero :
 NR-numero : 2989-___/_ k900 2989-___/_ A k450
 Tukivaihtoehdot: A-B-C
 A-D-E-B
 Valmistusmäärä : kpl

Kuormitustiedot:

K-jako:	450/900	mm
Lumikuorma:	3,0	kN/m ²
Yläpaarre:	0,6	kN/m ²
Alapaarre:	0,75	kN/m ²
Hyötykuorma:	2,0	kN/m ²
Tuulikuorma:	0,6	kN/m ²
Erikaiskuorma:	kts. (1	
Ruodejako:	350	mm

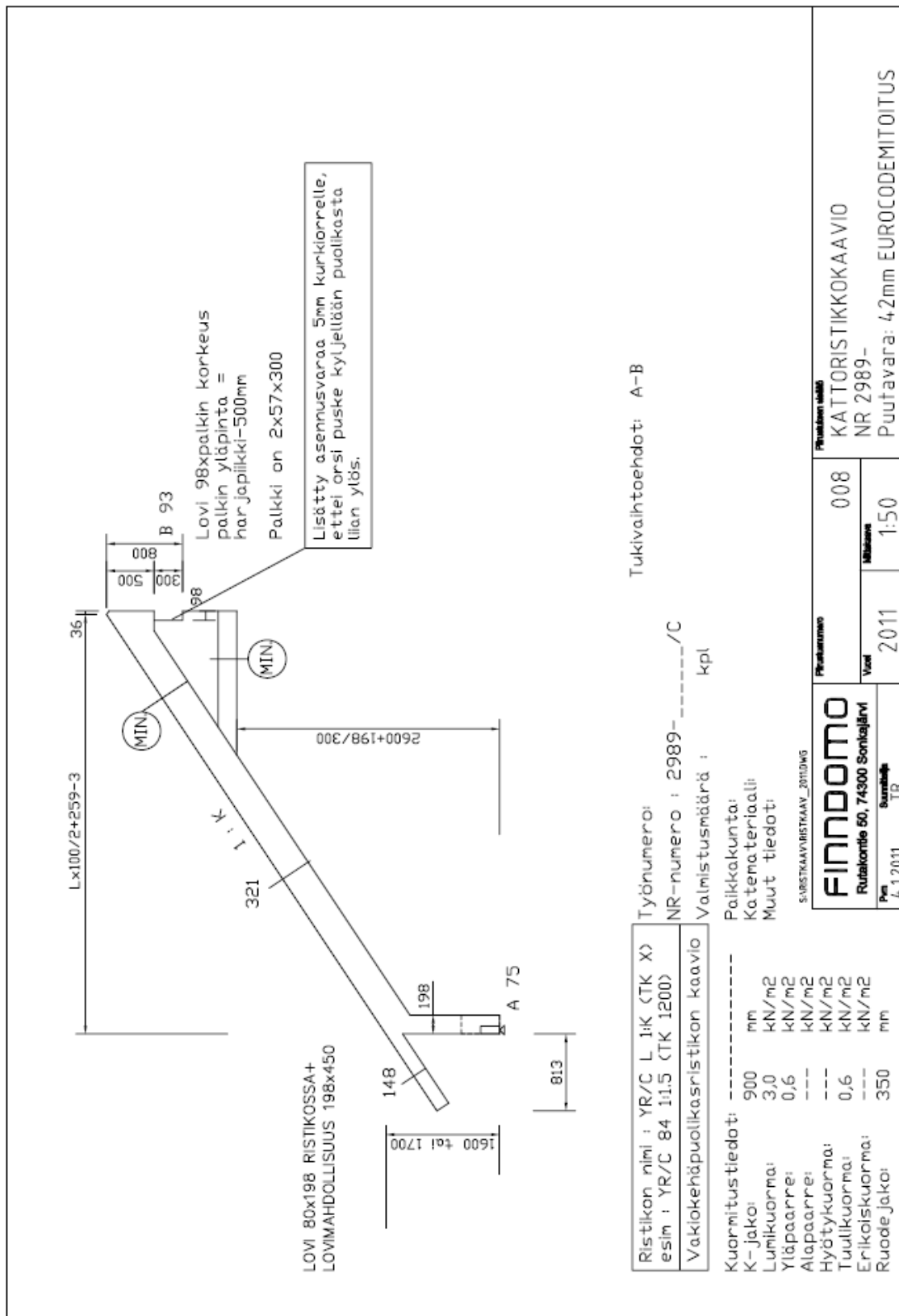
Paikkakunta:
 Katemateriaali:
 Muut tiedot:

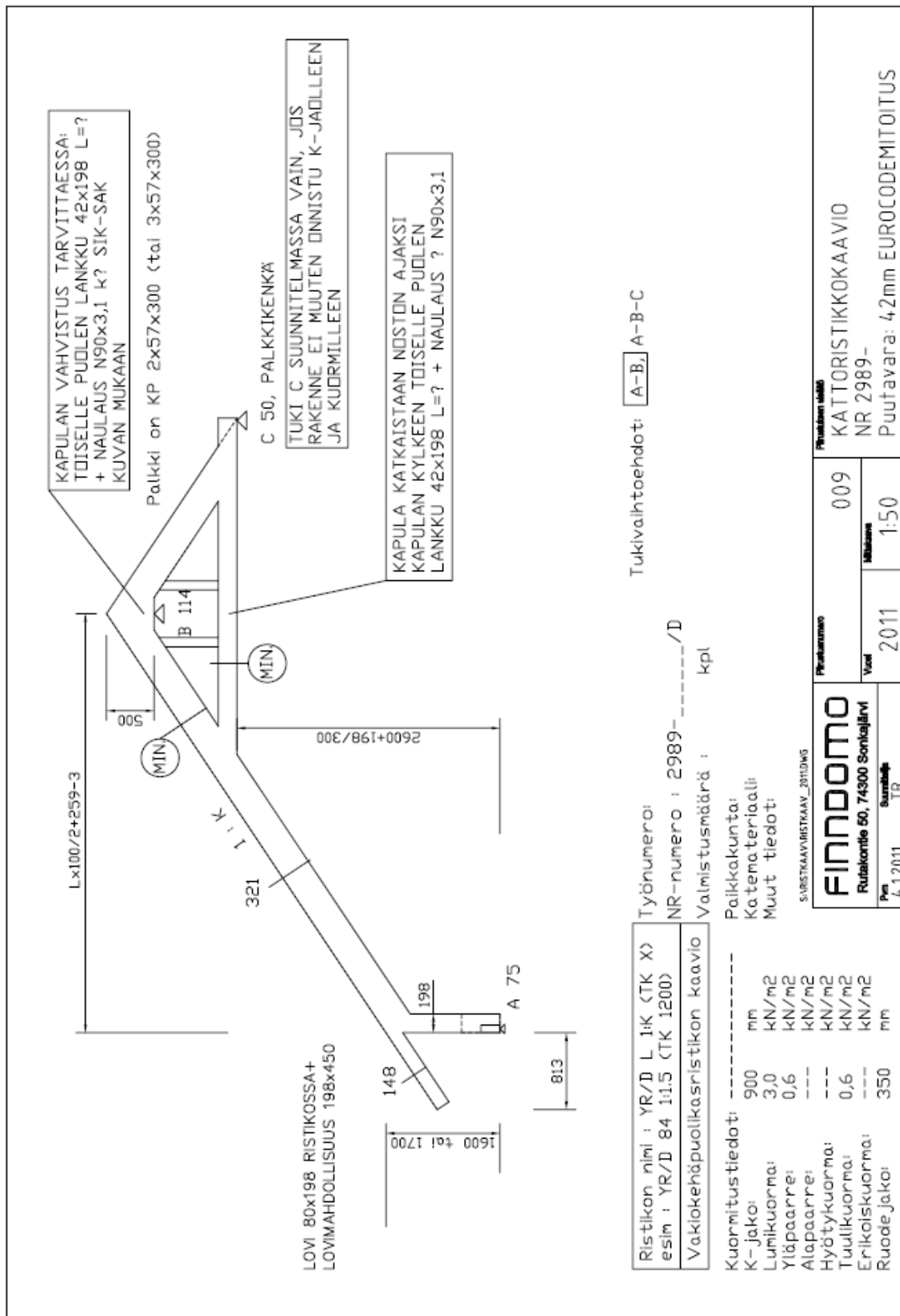
Kaltevuus 1:1,5-lumi 2.1 yöpaarteella-tästä muuttuva kuorma
 Muutos 22.4.2010 viiva- ja pistekuorman arvo.

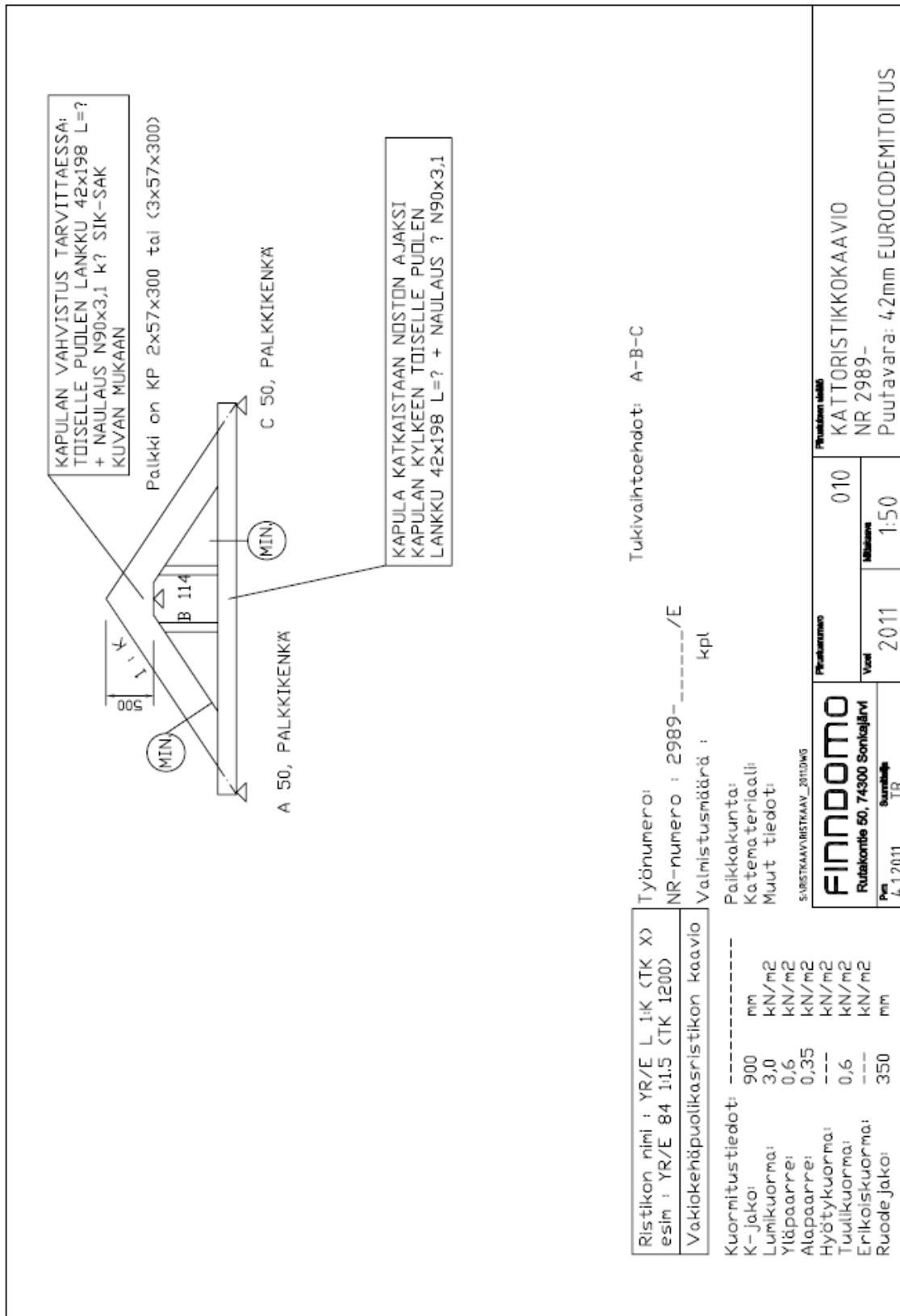
FINNDOMO
 Rutakontie 50, 74300 Sonkajärvi
 Puh 4.1.2011

007
 2011
 1:50

KATTORISTIKKOKAAVIO
 NR 2989-
 Puutavara: 42mm EUROCODEMITOITUS







Tukivaihtoehdot: A-B-C

Ristikon nimi : YR/E L 1:k (TK X)
 esim : YR/E 84 1:1,5 (TK 1200)
 Vakiokohdepuolikasristikon kaavio

Työnumero:
 NR-numero : 2989-____/E
 Valmistusmäärä : kpl

Kuormitustiedot: -----

K-jako:	900	mm
Lumikuorma:	3,0	kN/m ²
Yläpaarre:	0,6	kN/m ²
Alapaarre:	0,35	kN/m ²
Hyötykuorma:	---	kN/m ²
Tuulikuorma:	0,6	kN/m ²
Erikoiskuorma:	---	kN/m ²
Ruodejako:	350	mm

Paikkakunta:
 Katemateriaali:
 Muut tiedot:
 SARSTKAAYRISTKAAY_2010.DWG

FINNDOMO Rutakonttie 50, 74300 Sontajärvi	Projektinumero	010
	Valmistusvuosi	2011
Perustamäärä	TR	1:50

Projektin nimi:
 KATTORISTIKKOKAAVIO
 NR 2989-
 Puutavara: 42mm EUROCODEMITOITUS

