

Olli Lamminmäki

**LAPPLI-TALOT OY: N TALOPAKETTIKULJETUKSIEN TEHOSTAMINEN**

Insinööri  
Kajaanin ammattikorkeakoulu  
Tekniikan ja liikenteenala  
Rakennustekniikka  
Kevät 2009



**Kajaanin  
ammattikorkeakoulu**

## OPINNÄYTETYÖ TIIVISTELMÄ

|   |   |
|---|---|
| Koulutusala<br>Tekniikka ja liikenne  | Koulutusohjelma<br>Rakennustekniikka  |
| Tekijä(t)<br>Olli Lamminmäki  |   |
| Työn nimi<br>LAPPLI TALOT OY: N TALOPAKETTIKULJETUKSIEN TEHOSTAMINEN  |   |
| Vaihtoehtoiset ammattipinnot  | Ohjaaja(t)<br>Antti Muhonen   |
|   | Toimeksiantaja<br>Lappli-Talot Oy / Pentti Vaara  |
| Aika<br>Kevät 2009  | Sivumäärä ja liitteet<br>40 + 6   |
| <p>Talopakettilogistiikka on kokonaisuudessaan paljon laajempi käsite kuin pelkkä elementtikuorma talo-<br/>tehtaalta asiakkaalle.</p> <p>Tässä työssä etsitään kehitystarpeita ja -tapoja Lappli-Talot Oy:n tehtaalta lähtevien talopakettikuormien<br/>tehostamiseksi sekä laadun parantamiseksi, kuormaus suunnittelun ja käytännön testauksen avulla. Työn<br/>alussa on kerrottu Lappli-Talot Oy talotoimituksista sekä esitely eri markkina-alueiden viranomaismää-<br/>räykset kuljetuskalustoille. Työssä käydään läpi myös yleisesti käytössä olevia kuljetuskalustoja. Tutki-<br/>mus työn pohjana käytetään Lappli-Taloille tehtyjä kuormaus suunnitelmia ajalla 1.6.2008–31.12.2008.</p> <p>Kuormaus suunnittelu antoi hyvän pohjan lähtee kehittämään suurelementtien ja muiden kuljetettavien<br/>pakettien ja kappaleiden mitoitus sekä kuormausalustojen kehitystä kuljetuksien tehostamiseksi ja laa-<br/>dun parantamiseksi.</p> <p>Työn tuloksena kuormat saadaan tiiviimmiksi, kuormien laatua saadaan parannettua ja kuljetuskustan-<br/>nuksia pudotettua. Lisäksi työ toimii kuormaus suunnittelun ohjeistuksena sekä myöhemmin lisäkehitys-<br/>työn tiedon lähteenä.</p> |   |
| Kieli   | Suomi   |
| Asiasanat   | Talopaketti logistiikka, suurelementtien kuljetus, kuljetuskalusto, elementtien mitoitus  |
| Säilytyspaikka  | <input type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun Kaktus-tietokanta<br><input type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto |

|   |  |
|---|--|
| School<br>School of Engineering   | Degree Programme<br>Construction Engineering   |
| Author(s)<br>Olli Lamminmäki  |  |
| Title<br>Improving Housepacket Transports at Lappli-Talot Oy  |  |
| Optional Professional Studies   | Instructor(s)<br>Antti Muhonen   |
|   | Commissioned by<br>Pentti Vaara, Lappli-Talot Oy   |
| Date<br>Spring 2009   | Total Number of Pages and Appendices<br>40 + 6   |
| <p><b>ABSTRACT</b></p> <p>Housepacket logistics is a much wider concept than a single load of prefabricated units from the factory to the customer. The purpose of this Bachelor's thesis was to study the needs to intensify and improve the quality of loads which leave the Lappli-Talot Oy company, with the help of load planning and practical testing. The beginning of the thesis introduces the basics of Lappli-Talot house deliveries and different official orders for transport equipment in various market areas. There is also information about a semi-trailer combination which is in general use.</p> <p>The planning of loading gave a good background for developing the dimensioning of all the parts which are transported. Another goal was to improve the quality of loads.</p> <p>The result of this thesis was that the loads are optimal, the quality of the loads can be proved, and the costs of transports can be dropped. The thesis can also be used as an instruction material when planning the loading and as a source of information for future development work.</p> |  |
| Language of Thesis    Finnish   |  |
| Keywords  | major-element, element load, housepacket   |
| Deposited at  | <input type="checkbox"/> Kaktus Database at Kajaani University of Applied Sciences<br><input type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences |



## SISÄLLYS

|  |    |
|--|----|
| 1 JOHDANTO   | 1  |
| 1.1 Työn tilaaja                                     | 1  |
| 1.2 Tutkintotyön taustat ja tavoitteet               | 2  |
| 1.3 Projektin tutkimusmenetelmät                     | 3  |
| 2 LOGISTIIKKA JA KULJETUSLOGISTIIKKA                 | 5  |
| 3 LAPPLI-TALOT OY:N TALOTOIMITUKSET                  | 6  |
| 3.1 Elementtityypit                                  | 6  |
| 3.2 Elementtien liitokset                            | 8  |
| 3.3 Tuotannon maksimimitat elementeille              | 8  |
| 3.4 Elementtien pakkaus                              | 8  |
| 3.5 Lappli-Talojen lähtölogistiikka                  | 9  |
| 4 MAANTIEKULJETUSTEN VIRANOMAISMÄÄRÄYKSET            | 11 |
| 4.1 Suomi  | 11 |
| 4.2 Ruotsi   | 12 |
| 4.3 Norja  | 12 |
| 4.4 Saksa  | 12 |
| 5 KULJETUSKALUSTO                                    | 14 |
| 6 NYKYISEN KULJETUSKALUSTON KAPPALEIDEN MAKSIMIMITAT | 17 |
| 6.1 Pohjaset Oy                                      | 17 |
| 6.2 Kuulan kuljetus                                  | 18 |
| 6.3 Kuljetusliike Nättilä Pertti                     | 19 |
| 6.4 Megatrailer                                      | 20 |
| 7 TALOPAKETTIKULJETUSTEN KUSTANNUKSET                | 21 |
| 7.1 Lastaus ja purku                                 | 21 |
| 7.2 Kuljetukset                                      | 21 |
| 8 TALOPAKETTIKUORMIEN SUUNNITTELU                    | 22 |
| 8.1 Yleisimmät kuormatyyppit                         | 22 |
| 8.1.1 Yksikerroksiset talot                          | 23 |

|   |    |
|---|----|
| 8.1.2 Puolitoistakerroksiset talot  | 23 |
| 8.1.3 Kaksikerroksiset talot  | 24 |
| 8.1.4 Ruotsiin menevät kuormat  | 25 |
| 8.2 Elementtipakettien suunnittelu  | 26 |
| 8.3 Päätykolmioiden kuormassuunnittelu  | 27 |
| 8.4 Muut paketit  | 28 |
| <br>  |    |
| 9 ELEMENTTIMITOITUKSEN KEHITYSEHDOTUKSET HUOMIOIDEN<br>NYKYINEN KULJETUSKALUSTO | 29 |
| 9.1 Pituusmitoitus  | 29 |
| 9.2 Korkeus   | 29 |
| <br>  |    |
| 10 KUORMAUSALUSTOJEN KEHITYSEHDOTUKSET  | 31 |
| 10.1 Etelä-Suomi ja Etelä-Ruotsi  | 31 |
| 10.2 Pohjois-Suomi ja Pohjois-Ruotsi  | 31 |
| <br>  |    |
| 11 YHTEENVETO   | 33 |
| <br>  |    |
| LÄHTEET   | 34 |
| <br>  |    |
| LIITTEET  |    |

## 1 JOHDANTO

Suurelementti on yleensä tehdasvalmisteinen rakennuksen valmisosa. Se pyritään tekemään yleensä koko seinän mittaiseksi. Kuljetuksen ja käsiteltävyyden kannalta elementtien maksimipituus on kuitenkin noin 10 metriä. Elementit ovat yleensä valmiiksi eristettyjä. Niihin voidaan asentaa valmiiksi ikkunat, sähkörsiat, ikkunapellitykset, ikkunakoristeet ja vaikka ulkoverhous valmiiksi pintamaalattuna. [1.]

Elementit valmistetaan tehtaissa kuivissa ja tasalaatuisissa olosuhteissa suojassa säävaihteluilta mahdollisimman valmiiksi. Valmistuksen jälkeen ne pakataan ja suojataan kuljetusta varten. Tehtaalta ne kuljetetaan rakennuspaikalle, jossa elementit pystytetään yleensä yhden päivän aikana. Suomessa suurelementtejä käytetään yleisesti rakennusten ulkoseinien rakentamiseen. Myös esimerkiksi rivitalojen huoneistoväliseinät voivat olla tehdasvalmisteisia suurelementtejä. Suurelementtien yleisimpiä käyttökohteita ovat omakotitalot, rivitalot, toimistorakennukset ja hallit. [2.]

”Suurelementtituotanto mahdollistaa rakennuksen valmistamisen siellä, missä resursseja, työvoimaa ja materiaaleja on parhaiten saatavilla. Myös laatu voidaan pitää tasaisena paikallarakentamista helpommin, koska rakentaminen ei ole riippuvaista sääoloista.” [1.]

### 1.1 Työn tilaaja

Torniolainen Lappli-Talot Oy on erikoistunut vaalimaan tuotannossaan vanhaa suomalaista talonpoikaisperinnettä ja -arkkitehtuuria. Lappli-Talot Oy:n perinne- ja kaupunkitaloja valmistetaan kotimarkkinoiden lisäksi myös vientiin. Lappli-Talot Oy:n liikeideana oli vuonna 1978 toiminnan käynnistyessä tuottaa markkinoille peräpohjolahomaisen rakennusperinteen mukaisia nykyaikaisen omakotiasumisen vaatimuksen täyttäviä pientaloja. Nykyisin Lappli tekee myös moderneja kaupunkitaloja. Lapplilla sama talo muuttuu moneksi verhousta ja erilaisia rakenne-elementtejä kuten erkkereitä, kuisteja ja terasseja valitsemalla. Kaikkiin taloihin, myös Lapplin Perinteisiin, voidaan helposti tehdä asiakkaan toivomat muutokset. Lapplin suurelementtirakenne ja muut tekniset ratkaisut antavat siihen vapauden. [3.]

Lapli-Talojen suurelementit valmistetaan tehtaan hallituissa oloissa. Jokainen talo valmistetaan yksityiskohtia myöten tilaustyönä. Yksi Laplin asiakaseduista onkin nopea viimeistelytyöhön pääsy. Talon sisustusrakentaminen voidaan tehdä myös edullisena talvityönä. [3.]

Vuonna 1994 Lapli-Talot Oy:n osti PRT-Forest-konserni (entinen Pyhännän Rakennustuote Oy). PRT Forest on 1968 toimintansa aloittanut perheomisteinen mekaaniseen puunjalostukseen erikoistunut konserni. Konsernin toimialoja ovat puutaloteollisuus, hirsitaloteollisuus, kalusteteollisuus, ikkunateollisuus, liimapuuteollisuus ja sahateollisuus. Konsernin emoyhtiö PRT-Forest Oy on konsernin hallintoyhtiö. Liiketoiminta on organisoitu seitsemälle tytäryhtiölle, joilla on tehdasteollisuutta kuudella eri paikkakunnalla. [4.]

## 1.2 Tutkintotyön taustat ja tavoitteet

Tutkimustyön talojen rungon muodostavat Lapli-Talot Oy:n valmistamat suurelementit ja päätykolmiot. Suurelementtien lisäksi toimituksiin sisältyvät puutavarat, palkit, kattoristikot, rakennuslevyt, kiinnitystarvikkeet sekä eristeet.

Yksilöllisen suurelementeistä muodostuvan talopakettin kustannustehokas logistiikka ja kuljettaminen on erittäin haasteellista, sillä elementtien sekä irtotavaroiden määrä ja pakettien koot vaihtelevat hyvinkin suuresti talon koosta sekä toimitussisällöstä riippuen.

Lapli-Talojen toimituksissa osa tavaroista toimitetaan oman tehtaan kautta ja osan tavaroista sekä tarvikkeista yhteistyökumppanit toimittavat suoraan asiakkaan työmaalle. Ulkomaiden toimituksissa lähes kaikki materiaalivirta ohjataan tehtaan kautta.

Lapli-Talojen tärkeimmät markkina-alueet ovat Suomi ja Ruotsi. Lisäksi yksittäisiä toimituksia on Norjaan ja Saksaan.

Talopakettien kuormauksissa oli pantu merkille, että elementtipaketteihin sekä niiden ulkopuolelle jää hankalasti hyödynnettävää tilaa talopakettikuljetuksissa. Maaliskuussa 2008 alkoi Lapli-Talot Oy tehdä alustavia suurelementtien paketointisuunnitelmia. Silloin huomattiin, että etukäteen on paljonkin tehtävissä talopakettien kuljettamisen kehittämisessä. Lisäksi asiakaspalautteista on käynyt ilmi, että asiakkaat toivoisivat, että talo tulisi katetuissa autoissa



asiakkaalle, suojaassa vedeltä ja kuralta. Logistiikan kehittämiseksi Lappli-Talot Oy:ssä päätettiin teettää tutkimustyö aiheesta.

Tämän tutkintotyön tarkoituksena on auttaa vähentää Lappli-Talot Oy:n talotoimitusten rahakustannuksia sekä parantaa kuljetusten laatua.

### 1.3 Projektin tutkimusmenetelmät

Käytin tutkimusmenetelmänä toimintatutkimusta. Toimintatutkimus on kuvattu Kajaanin ammattikorkeakoulun kotisivuilla seuraavasti:

Toimintatutkimus voidaan määritellä prosessiksi, joka tähtää asioiden muuttamiseen ja kehittämiseen entistä paremmiksi. Toiminnan kehittäminen ymmärretään tällöin jatkuvaksi prosessiksi. Keskeistä on uudella tavalla ymmärrettävä prosessi. Toimintatutkimus piiryy tällä tavoin ymmärrettynä lähestymistavaksi, joka ei ole kiinnostunut vain siitä, miten asiat ovat, vaan ennen kaikkea siitä, miten niiden tulisi olla. Siteeratuin määritelmä toimintatutkimukselle lienee: ”Tutkimus, joka ei tuota muuta kuin kirjoja, ei riitä.”[5.]

Toimintatutkimukseen liitetään vahvasti vaatimus työ- ja toimintatilanteeseen integroitumisesta, käytännönläheisyydestä, järjestelmällisestä ongelmanratkaisusta, jossa yhdistyy teoria ja käytäntö ongelmaan liittyvän teoreettisen ymmärryksen lisääntymisestä.

Tutustuin logistiikkaan yleisellä tasolla sekä erityisesti maantiekuljetuksen erityispiirteisiin sekä kalustoihin. Selvitin viranomaismääräyksistä ja kuljetusliikkeiden haastattelujen pohjalta, mitkä tekijät vaikuttavat talopakettikuljetusten kustannuksiin ja minkälaisilla maksimimitoilla eri markkina-alueilla on mahdollisuus liikkua.

Toimin Lappli-Talot Oy:llä kuljetusjärjestelijänä ja tein kuormaussuunnitelmia ja valmistelin elementtituotannon urakat, mikä antoi hyvän käsityksen siitä, minkälaisia ja -kokoisia Lappli-Talot Oy:n suurelementit ovat, sekä mitkä tekijät vaikuttavat elementtien mittoihin. Kävin käytännön tasolla testaamassa suunnittelemani elementtikuormien lastauksia. Samalla kokemuksen ja kuljettajien haastattelun pohjalta sain eri näkemyksiä siitä, mihin suuntaan elementtien kuormausta ja mitoitusta tulisi kehittää.

Kuormaussuunnitelmien ja kuormauksien kokemusten perusteella, viranomaismääräysten ja kustannustietojen avulla sain annettua ohjeistuksen elementtien mitoittamiseen nykyisille kuljetusalustoille. Lisäksi kuormaussuunnitelmat antoivat hyvän pohjan kuljetuskalustojen kehitykselle juuri Lapli-Talot Oy:n tarpeisiin.

## 2 LOGISTIikka JA KULJETUSLOGISTIikka

Logistiikka käsitetään yleensä hyvin suppeana käsitteenä. Siitä tulee mieleen yleensä tavaransäilyttäminen paikasta toiseen. Kokonaisuudessaan logistiikka on paljon laajempi käsite.

”Logistiikka on ennen kaikkea ajatustapa, toimintojen suunnittelumalli ja toiminnan kehikko. Logistiikka ei ole mikään erillinen toiminto” [6.]

”Logistiikka on prosessi, jonka avulla hallitaan materiaalivirtaa ja siihen liittyvää palvelua, sekä tietovirtaa siten, että toiminnan laatu ja kustannustehokkuus maksimoituvat. Hallinnalla tarkoitetaan tässä yhteydessä sekä suunnittelua että ohjausta. Toiminnan hyvän hallinnan piirteisiin kuuluu myös materiaalivirtaan sitoutuneen pääoman minimointi.” [6.]

Toimintaprosessin kokonaisvaltainen hallitseminen lisää huomattavasti toiminnan tehokkuutta ja laatua. Pysyäkseen kilpailukykyisenä on yrityksen pystyttävä koko toimintaprosessin tehokkuuteen hallintaan ja hyödyntämiseen. Kokonaisuus ei ole oma yritys, vaan koko logistinen ketju. [6.]

Logistiikan kuljetustoimintojen tarkoituksena on kuljettaa tilattu tuote asiakkaalle mahdollisimman alhaisin kustannuksin niin, että haluttu palvelutaso saavutetaan. Pitkien kuljetusmatkojen takia kuljetuskustannukset muodostavat suuren osan logistiikkaprosessin kustannuksista. [7.]

Kuljetukset antavat kuljetettaville tavaroille ajan ja paikan. Siksi ne ovat elintärkeitä logistiselle ketjulle. Kuljetuksissa logistiikan tärkein tavoite on saada aikaan optimaalinen kuljetustehokkuus. Tehokkuutta voidaan mitata laatu, /aika, /määrä, /ja kustannustasolla. [8.]

### 3 LAPPLI-TALOT OY:N TALOTOIMITUKSET

Lappli-Talot Oy valmistaa ja toimittaa talopakettien yhteydessä hyvin erilaisia suurelementtejä. Näitä ovat ulkoseinäelementit, päätykolmioelementit, kantavat väliseinäelementit ja tilojenväliset seinäelementit. Elementtien ohella talopaketeissa toimitetaan yleensä irtopuutavarat, seinälevyt, välipohja- ja kattopalkit, pilarit, eristeet, kiinnitystarvikkeet, sekä välipohjalevyt rakenteesta riippuen.

Lappli-Talojen tuotannossa on kolme tuotantolinjaa, joilla valmistetaan ulkoseinäelementit sekä väliseinäelementit. Lyhyet elementit pyritään tekemään yhtenäisille ala- ja yläpaarteille työn ja käsiteltävyyden tehostamiseksi. Päätykolmiot tehdään kahdella valmistuspaikalla, joilla valmistetaan myös puolitoistakerroksisen talon kylmät sivuseinäelementit.

Elementtien lisäksi Lappli-Talojen omaan tuotantoon kuuluu irtopuutavaroiden ja levyjen pakkaus, alapohja- välipohja- ja yläpohjapalkkien sekä pilareiden erilaiset esityöt, välipohjissa käytettävien raakaponttielementtien valmistus sekä erilaiset irtopuutavaroiden työt ja rakennuspuusepäntyöt.

Elementtimitoituksen nykyiset ohjeet ovat hyvin epäselvät. On olemassa monenlaisia maksimimittoja eri ajanjaksoilta ja eri kuljetusliikkeiltä. Elementit pyritään mitoittamaan koko seinän mittaisiksi ja korkuisiksi, mutta rajoittavana tekijänä tulee vastaan eri markkina-alueiden tuomat kuljetuksien maksimimitat, käsiteltävyys ja tuotannon maksimimitat.

#### 3.1 Elementtityypit

Elementeissä asiakas pystyy vaikuttamaan elementin rungon vahvuuteen, ulkoverhoukseen, sisäseinien verhoukseen, perustamistapaan ja käytännössä mihin tahansa elementin osiin ja mittoihin. Yksilöllisiä elementtejä onkin nykyisin hyvin paljon talotoimituksista. Tämä antaa ison haasteen elementtien laadukkaalle ja kustannustehokkaalle lastaukselle, kuljetettavuudelle ja purulle.

### Ulkoseinäelementti

Ulkoseinäelementtejä on ns. vakioelementtejä (liite 1), kahdella eri runkovahvuudella 148+45mm ja 197+45mm sekä kahdella sokkeliliitoksella. Vakioelementit ovat ensimmäisen kerroksen elementtejä. Ulkoseinäelementtien korkeudet muokkaantuvat asiakkaan haluaman huonekorkeuden mukaan. Korotetut olohuoneet tai vastaavat toteutetaan elementein, jotka valmistetaan ja kuljetetaan poikittain. Täysin kaksikerroksisiin taloihin tehdään myös toisen kerroksen elementit (liite 2).

### Päätykolmioelementti

Päätykolmioelementit (liite 3) ovat ns. kylmiä elementtejä, jotka tehdään 95 mm rungolla sekä lämpimiä elementtejä, jotka tehdään yleensä samalla runkovahvuudella kuin alapuolen ulkoseinät. Päätykolmioissa 45 mm:n koolaus eristeineen asennetaan vasta työmaalla päärunгон sisäpuolelle. Päätykolmion muoto ja korkeus voi vaihdella hyvin paljon eri talotyypin mukaan.

### Sivuseinäelementti

Sivuseinäelementeiksi (liite 4) kutsutaan puolitoistakerroksisen talon toiseen kerrokseen tehtäviä kylmiä ja matalia elementtejä. Näitä käytetään yleensä taloissa, joissa on palkkirakenteinen yläpohja. Kehäristikkorakenteisessa talossa ristikonkannan ulkopuolinen osa toimitetaan yleensä irtotavarana.

### Väliseinäelementit

Väliseinistä Lappli-Talot tekee elementeiksi yleensä vain kantavat väliseinät (liite 5), jotka ovat runkovahvuudeltaan 98 mm, sekä tilojen väliset seinät, joissa käytetään yleensä samaa runkotolppaa kuin kyseisen talon ulkoseinäelementeissä.

### 3.2 Elementtien liitokset

Elementtiliitokset vaikuttavat hyvin paljon elementin kokonaismittoihin. Elementin korkeuteen vaikuttavat vaakaliitoksista johtuvat ulokkeet. Näitä ovat sokkeliliitos, ensimmäisen ja toisen kerroksen liitos, sekä elementin ja päätykolmion liitos. Ristikon kannan tuulensuojalevy, naulausrima ja ulkoverhous tehdään myös joissakin tapauksissa elementtiin valmiiksi, etenkin silloin, kun halutaan ulkovuoreksi pystyverhous, jossa ei ole saumoja. Elementtien pituuteen tulee runkomittojen lisäksi pystyliitoksissa olevat, eri liitostyyppistä johtuvat ulokkeet. Näitä ovat nurkkaliitos ja elementti-elementti liitos (liite 6).

### 3.3 Tuotannon maksimimitat elementeille

Lapli-Taloilla on suurelementeille kolme eri tuotantolinjaa: pitkä, lyhyt ja vanha. Tuotannon menetelmät ja tuotantokalusto rajoittavat elementtien mittoja seuraavasti. Pitkän ja lyhyen linjojen pituusmitan rajoittavana tekijänä on ulkona oleva elementtien pakkauspaikka. Siellä mahtuu käsittelemään 12 metriä pitkää elementtiä. Vanhalla linjalla rungon maksimimita on 11 metriä, mutta liitoksista johtuvat ulokkeet voivat olla yli rungon.

Korkeudessa määrääväksi muodostuvat elementtipöydän korkeus (runkomitta). Pitkällä ja lyhyellä linjalla rungon maksimikorkeus on 3300 mm ja rungon ulkopuolisten ylitysten kanssa korkeintaan 3800 mm. Vanhalla linjalla rungon maksimikorkeus on 3570 mm ja kokonaiskorkeus on 3780 mm.

### 3.4 Elementtien pakkaus

Elementit on pakattu kuljetusta varten kahdella eri tavalla, riippuen siitä, minkälaisella kuljetuskalustolla paketti on suunniteltu vietäväksi. Samaan elementtipukkiin pakataan ulkoseinäelementit ja väliseinäelementit. Päätykolmiot on jätetty irtonaisiksi niiden eri valmistuspaikan sekä hankalan muodon takia.

Normaalille rahtiautolle elementit pakataan aluspuiden päälle pystyasentoon ja kiristetään tiukasti panieerilla yhteen, jolloin elementit aluspuiden kanssa muodostavat oman nostettavan paketin. Tämä mahdollistaa elementtien nopean lastauksen sekä purun, ja rahtiauto pääsee nopeasti jatkamaan matkaa. Ylikorkeat elementit pakataan poikkeuksellisesti joko erilleen tai laitetaan kyljelleen. Aluspuut pyritään sijoittamaan elementtipukkiin niin, että ne tukevat myös pieniä elementtejä, jolloin ne eivät pääse notkahtamaan noston aikana. Aluspuiden korkeus on 85 mm ja leveys 148 mm.

Nosturilliselle autolle on elementit pakattu erillisen teräsalustan päälle, jotka on palautettu seuraavan talopakettin haun yhteydessä. Teräspukin alusta on 100 mm korkea sekä sivulla oleva tuki on 100 mm paksu. Nosturiauto pystyttää elementit suoraan alustan päältä. Teräsalustan etuna on se, että ei tarvitse rakentaa erillisiä aluspuita ja elementit voidaan tukea suoraan alustan tukiseinään, jolloin elementtien pakkaaminen on nopeampaa. Teräsalusta voi haitata mahdollisen paluukuorman saamista.

### 3.5 Lappli-Talojen lähtölogistiikka

Talopaketti sisältää yleensä hyvin paljon eri materiaaleja ja tarvikkeita. Alla on esitelty Lappelin talopakettin yleisin tavaran toimituksen malli. Mallissa on katsottu, mitkä tuotannolliset työt tehdään omalla tehtaalla ja mitä tavaran toimittajien tavaroita kannattaa ottaa elementti-kuormien täytteeksi. Perusmallista on joustettu aina tarpeen vaatiessa. Esimerkiksi jos kipsilevyt eivät mahdu kuormaan, on ne tilattu toimittajalta suoraan työmaalle. Ulkomaan toimituksissa lähes poikkeuksetta materiaalivirta ohjataan kaikki tehtaan kautta. Ruotsin toimituksiin kattotiilet ja villat on ohjattu Ruotsin toimittajalta suoraan asiakkaalle.

Tehtaan kautta toimitetaan ulkoseinäelementit ja päätykolmiot, väliseinäelementit, raaka-ponttielementit välipohjaan, kuistinlattiaelementit, puu- ja teräspalkit sekä pilarit, tehtaalla pakattu puutavara, toimittajalla pakattu puutavara, kiinnitystarvikkeet, tuulensuojalevyt, sisäpuoliset levyt, aluskatteet, höyrynsulkumuovit.

Yhteistyökumppanilta suoraan työmaalle toimitetaan kattoristikot, kattopellit ja -tiilet, pienet vesipellit, eristeet, ovet, irtonaiset ikkunat sekä mahdolliset sisustuslistat, paneelit ja sisäportaat toimitussisällöstä riippuen.



## 4 MAANTIEKULJETUSTEN VIRANOMAISMÄÄRÄYKSET

”Kuljetukseen liittyvät liikennesäädökset vaihtelevat Euroopassa eri maiden välillä suuresti. Suurimmissa sallituissa mitoissa ja massoissa saattaa olla merkittäviäkin eroja. Lisäksi eri maille ominaiset kuljetuksen erityispiirteet voivat aiheuttaa yllätyksiä niitä tuntemattomille. Tällaisia ovat esimerkiksi Norjan sääolosuhteiden tai maaston aiheuttamat rajoitukset tai Keski-Euroopan vilkkaasti liikennöityjen kaupunkien aiheuttamat erityissäännöt. Suunniteltaessa tuotteita on tärkeä tiedostaa eri maiden kuljetusten erityispiirteet. Näin saadaan otettua jo suunnitteluvaiheessa huomioon mahdolliset ongelmat kuljetettavuuden suhteen.” [9.]

Puurunkoisten suurelementtitalopakettikuormien kohdalla ongelmana on kuormien korkeus. Painoltaan elementtikuormat alittavat reilusti jokaisen maan suurimmat sallitut painot. Elementin paino on noin 120 kg/m, ja kun elementtipukkiin menee elementtejä maksimissaan 80 m, tulee massaksi noin 10 tonnia, mutta yleensä pukin paino jää noin 7 tonniin.

### 4.1 Suomi

Suomessa suurimmat sallitut pituusmitat ovat moduuliyhdistelmille 25,25 metriä ja puolipe-rävaunuyhdistelmille 16,5 metriä. Korkeus kaikilla ajoneuvoilla on rajoitettu 4,2 metriin. Leveys on rajoitettu moduuliyhdistelmillä 2,55 metriin ja muilla ajoneuvoilla 2,6 metriin. [10.]

#### Erikoiskuljetukset Suomessa

Suomessa yli 4,4 metriä korkeille kuormille vaaditaan tiehallinnon antama erikoiskuljetuslupa. Lupa voidaan myöntää vuodeksi kerrallaan. Erikoiskuljetusluvulla ilman etuautoa saa auto kuormineen olla korkeintaan 5 m. Mikäli korkeus ylittää tämän arvon, tarvitaan kuljetukselle liikenteen ohjaukseen erillinen auto, joka tuo lisäkustannuksia huomattavasti. [11.]

## 4.2 Ruotsi

Ruotsissa ajoneuvojen suurimmat sallitut mitat normaaliliikenteessä ovat samat kuin Suomessa. Kuitenkin korkeus on rajoitettu 4,5 metriin. [12.]

### Erikoiskuljetukset Ruotsissa

Erikoiskuljetuslupa tulee hakea, jos kuljetus on korkeampi kuin 4,5 metriä. Hakemukseen pitää liittää hyväksytty reittisuunnitelma.[9.]

Kuljetusliike Pohjaset Oy ja Kuulan kuljetus antaa suositeltavaksi korkeusrajaksi 4,5 m. Silloin vältetään työläättä reittisuunnittelulta sekä kiertolenkeiltä. Yli 4,5 metrin kuormat tulee katsoa siis tapauskohtaisesti.

## 4.3 Norja

Suurin sallittu korkeus on normaalikuljetuksille 4 metriä ja leveys 2,55 metriä. Suurin sallittu pituus puoliperävaunuyhdistelmälle on 16,5 metriä ja perävaunuyhdistelmälle 18,75 metriä. [9.]

### Erikoiskuljetukset Norjassa

Kun kuljetuksen korkeus ylittää 4 metriä tulee siihen hakea erikoiskuljetuslupa ja hyväksyttää reittisuunnitelma. Yli 4 metriä korkeat kuljetukset tulee siis katsoa tapauskohtaisesti. Kuulan kuljetus antaa 4 metriä suositeltavaksi mitaksi. [9.]

## 4.4 Saksa

Saksassa normaalikuljetuksen suurin sallittu korkeus on 4 metriä ja leveys 2,55 metriä. Suurin sallittu pituus puoliperävaunuyhdistelmille on 16,5 metriä ja perävaunuyhdistelmällä 18,75 metriä. [9.]

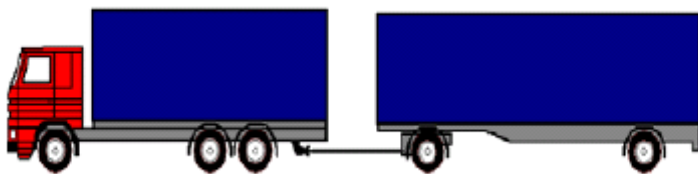
## Erikoiskuljetukset Saksassa

Kun kuljetuksen korkeus ylittää 4 metriä, tulee siihen hakea erikoiskuljetuslupa. Kuljetusliikkeen mukaan Saksaan ei kannata suunnitella ylikorkeita elementtikuormia. Siellä varoitusaivot ja erikoiskuljetusmaksut tulevat erittäin kalliiksi. [9.]

## 5 KULJETUSKALUSTO

Maantieliikenteessä yleisimmät ja suurimmat kuljetuskalustot ja -tyypit ovat täysperä-, puoliperä- ja moduulikuljetukset.

Täysperävaunukuljetuksessa (kuva 1) vetoauto vetää kahta toisistaan irrotettavaa vaunua. Niiden kuormatilojen koot ja pituudet vaihtelevat. Suurin sallittu kokonaispituus yhdistelmälle on 22 metriä, jota voidaan käyttää Suomen ja Ruotsin maanteillä. Norjassa ja Saksassa suurin sallittu pituus on 18,75 metriä. Vaunut voidaan irrottaa toisistaan, mikä mahdollistaa samanaikaisen lastauksen ja purun eri paikoissa. Vapaat sisäkorkeudet ovat yleisesti 2,7–3 metriä. [12.]

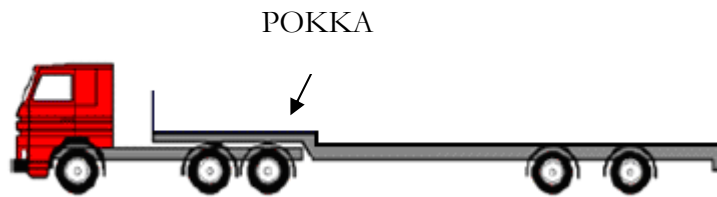


Kuva 1. Varsinainen perävaunuyhdistelmä.[13.]

Puoliperävaunuyhdistelmän eli trailerin (kuva 2) vetoautossa ei ole kiinteää lavaa vaan perävaunu voidaan irrottaa autosta. Tämä mahdollistaa sen, että kuljettajan ja auton ei tarvitse mennä laivaan, vaan toiseen satamaan voi tulla vastaan oma tai yhteistyökumppanin auto toisesta maasta. Trailerissa on yksi yhtenäinen pitkä tavaratila, 13,6 metriä, mikä antaa mahdollisuuden pitkien ja monipuolisten tavaroiden kuljetukseen. Vapaat sisäkorkeudet ovat yleensä 2,7 metristä 3 metriin. Puoliperävaunuyhdistelmiä on myös niin sanottuja pokkarekkoja (kuva 3).[12.]



Kuva 2. Puoliperävaunuyhdistelmä päällisrakenteella [13.]



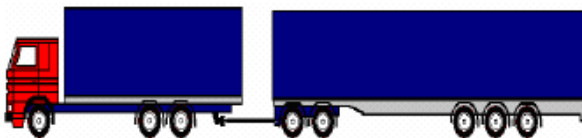
Kuva 3. Pokallisen puoliperävaunuyhdistelmän avonainen malli.

Moduuli on ajoneuvoyhdistelmä (kuva 4), jonka rakenteellinen pituus on yli 22 metriä, mutta maksimipituus 25,25 metriä. Tällaisia voi käyttää vain Suomessa ja Ruotsissa. Lyhempi kuormatila on yleisimmin noin 7,7 m ja pidempi n. 13,6 m. Yhteenlaskettu kuormatilojen pituus saa olla enintään 21,42 m.[13.]

#### Varsinainen perävaunuyhdistelmä



#### Kuorma-auto + dolly + puoliperävaunu



#### Puoliperävaunuyhdistelmä + keskiakseliperävaunu



Kuva 4. Moduuliyhdistelmiä [13.]

Kapelliauton hyötynä on se, että lastaamista pystytään helpottamaan poistamalla kapellit joko kokonaan tai osittain. Kapelliautojen seinien ja kattojen joustavuuden ansiosta myös lastin

lastaaminen on nopeampaa. Kapelliautoissa on monesti ns. liukukatto, jonka saa pidettyä auki kuljetuksen aikana, mikä mahdollistaa ylikorkeiden kappaleiden kuljetuksen.[12.]

Umpiautot ovat lastitilaltaan kiinteitä, ja lastausvaiheessa käytetään joko perä- tai sivuovea. Umpiautojen haittana ovat kiinteät ovien koot, jotka asettavat rajoituksia lastaus- ja purkausvaiheessa.[12.]

Yhdistelmien lavakorkeuksia on hyvin erilaisia. Lavakorkeudet vaihtelevat pökkarekkojen 0,85 metristä yleisimpään täysperävaunun 1,25 metrin lavakorkeuteen. Vapaat sisäkorkeudet ovat 2,7 metristä 3,10 metriin.

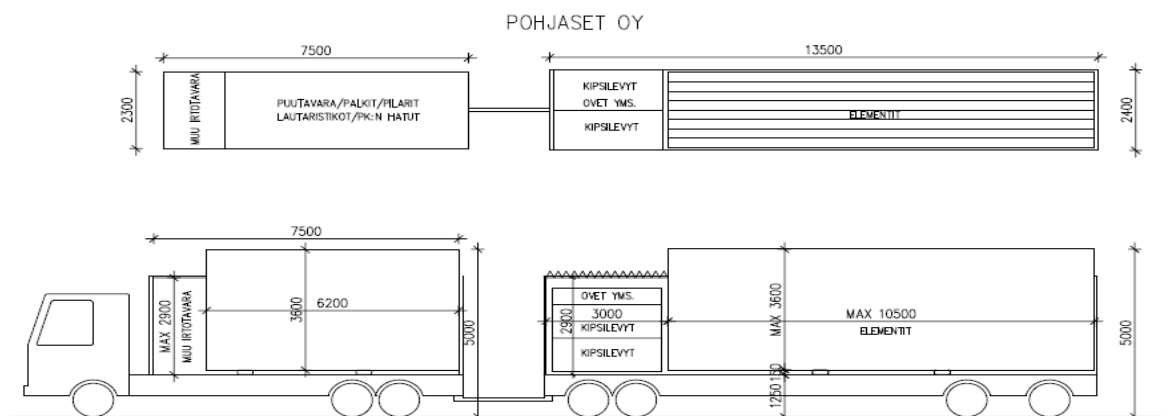
## 6 NYKYISEN KULJETUSKALUSTON KAPPALEIDEN MAKSIMIMITAT

Lappli-Talot Oy:n kuljetuksista on viime vuosina vastannut Pohjaset Oy Etelä-Suomen ja Etelä-Ruotsin osalta. Kuulan Kuljetus Oy on hoitanut pääasiassa Pohjois-Suomen ja Pohjois-Ruotsin sekä Norjan kuljetuksia. Lisäksi on käytetty jonkin verran muita kuljetusliikkeitä, esimerkiksi Kuljetusliike Pertti Nättilää. Kaikilla näillä kuljetusliikkeillä on koko Suomeen ylikorkea kuljetuslupa aina 5 metriin asti, jossa ei tarvita vielä varoitus- ja mittautoja. Maksimikorkeudet ja -pituudet on saatu kyseisiltä kuljetusliikkeiltä.

### 6.1 Pohjaset Oy

Pohjaset Oy on Pohjois-Suomessa toimiva kuljetus- ja logistiikka-alan perheyrittäjä. Yrityksen toimialaan kuuluvat logistiikan lisäksi biopolttoaineiden murskaukset sekä erilaiset työkonopalvelut. Pohjaset Oy kuljettaa sahatavaraa, sahojen sivutuotteita, biopolttoaineita ja turvetta sekä kappaletavaraa. Kalusto koostuu monipuolisista, moniin eri kuljetustehtäviin soveltuvista ajoneuvoyhdistelmistä. Lisäksi Pohjaset räätälöi kalustoa asiakkaan toiveiden mukaan.[14.]

Kuvassa 5 on esitetty Pohjaset Oy:n yleisimmin käytetyn auton maksimimitat kuljetettaville kappaleille. Lisäksi tulee huomioida, että kattoaukko kaikissa paitsi hakeautoissa on leveydeltään 2,3 metriä. Tämän leveämpää elementtipukkeja ei kannata tällaisiin autoihin tehdä.



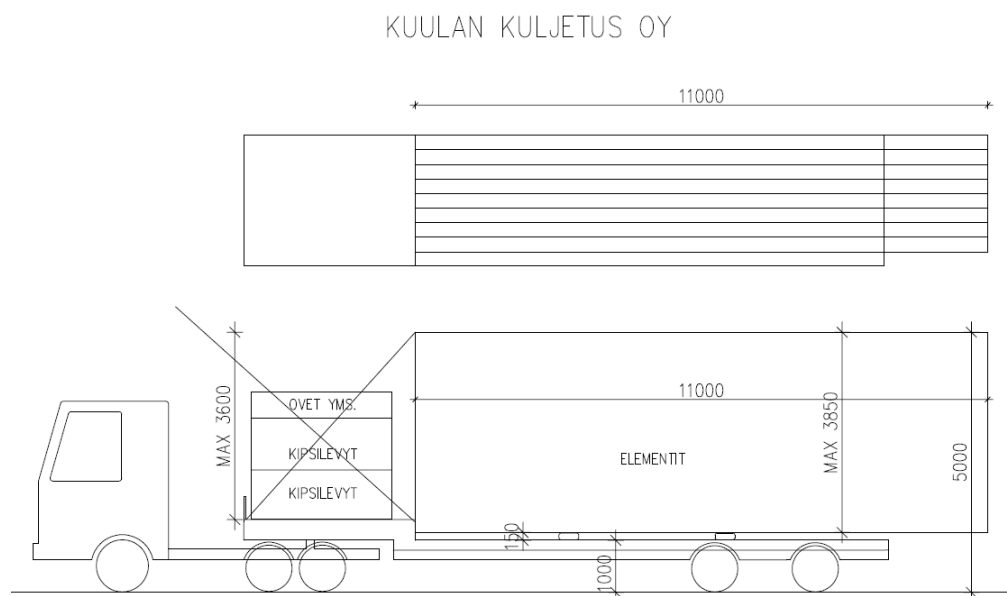
Kuva 5. Pohjaset Oy:n yleisimmän kuljetuskaluston maksimimitat Suomeen

Lisäksi Pohjaset Oy:llä on yksi puoliperävaunuyhdistelmä, jonka sisäkorkeus on 3 m ja hakeautoja, joilla rahtitilan korkeus on 3,05 metriä. Hakeautojen huonona puolena on se, että kattorakenteen takia niissä tulee aina saada katto kiinni kuljetuksen ajaksi.

Ruotsiin Pohjaset Oy pystyy kuljettamaan samalla kalustolla kuin Suomeen, mutta kappaleen maksimikorkeus saa sinne olla 3,25 metriä. Elementti aluspuiden päällä saa maksimissaan olla 3,15 metriä korkea. Tätä korkeammat tulee neuvotella erikseen.

## 6.2 Kuulan Kuljetus Oy

Kuulan Kuljetus Oy on erikoistunut rakennuselementtien ja kattotuolien kuljetukseen ja pysytykseen sekä erikois-, kappaletavara- ja ulkomaankuljetuksiin. Kuulalla on useita paikallisia puoliperävaunuja varustettuna 18–23 tonnimetrin nostureilla sekä lisäksi jatkettava erikoiskuljetuslavetti pidempien yhtenäisten kappaleiden kuljetuksiin. Kuula pystyy kuljettamaan lavan alaosalla 11 metriä pitkän elementin, mutta silloin pokaan päälle ei saa ottaa muuta tavaraa.



Kuva 6. Kuulan puoliperävaunun maksimimitat Suomeen.

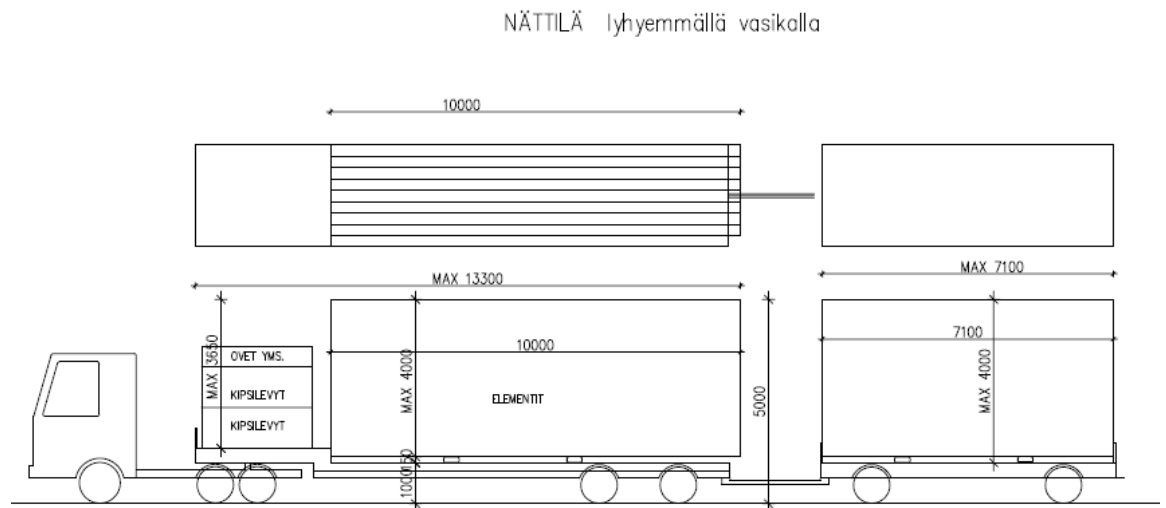
Ruotsiin Kuula on ajanut samalla kalustolla, mutta siellä kuljetettavan kappaleen maksimikorkeus on 3,5 metriä.



Norjaan Kuula on antanut kappaleen maksimikorkeudeksi 3 metriä, sitä korkeammat tulee katsoa tapauskohtaisesti.

### 6.3 Kuljetusliike Pertti Nättilä

Kuljetusliike on perustettu yli 50 vuotta sitten, ja toimii jo kolmannessa sukupolvessa. Lisätyövoimaa palkataan tarpeen mukaan. Kuljetusliikkeellä on käytössään yksi puoliperävaununyhdistelmä keskiakseliperävaunulla, joka on varustettu kahteenkymmeneen metriin ulottuvalla 24 tonnimetrin nosturilla. [15.]

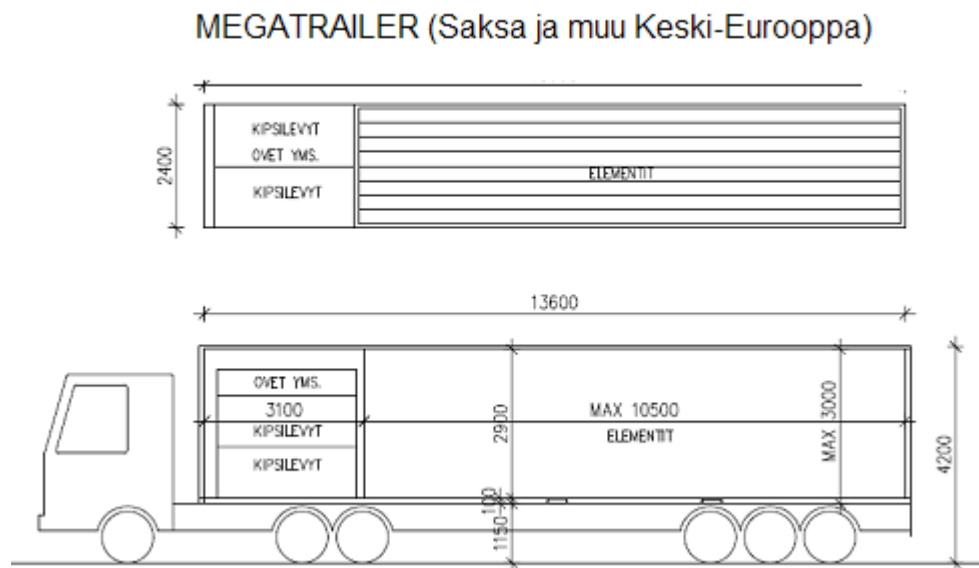


Kuva 7. Kuljetusliike Pertti Nättilän kaluston maksimi mitat Suomeen

Pokallinen puoliperävaunu mahdollistaa alhaisen lavakorkeuden ansiosta jopa 4 metriä korkean yhtenäisen kappaleen kuljetuksen Suomessa. Ruotsiin ja Norjaan suosituskorkeudet ovat samat kuin Kuulalla.

## 6.4 Megatrailer

Saksaan on saatava aina koko kuljetuksen maksimikorkeudeksi 4,2 metriä. Järkevin ratkaisu sinne on megatrailer. Siinä pystyy kuljettamaan maksimissaan 3 m korkean elementin. Aluspuidenpäälle pakattuna maksimikorkeus on 2,9 metriä.



Kuva 8. Megatrailerin maksimimitat

## 7 TALOPAKETTIKULJETUSTEN KUSTANNUKSET

Rahtikokonaisuuden kustannukset syntyvät kolmesta osa-alueesta, lastauksesta, kuljetuksesta ja purusta. Mitä pidempi on kuljetusmatka, sitä enempi tulee kiinnittää huomiota kuljetuksen tehokkuuteen, ja mitä lyhyempi matka, tulee kuormauksen ja purun osa suhteessa suuremaksi.

### 7.1 Lastaus ja purku

Suurelementtien lastaus ja purku on erittäin haasteellista toteuttaa kustannustehokkaasti elementtien suuren koon takia. Yli 100 km:n rahtimatkoissa lastausta ja purkua kuuluu hintaan yleensä yksi tunti. Ylimenevältä osalta kuljetusliikkeet laskuttavat erikseen määrätyn tuntihinnan. Lisäksi lastauksessa tulee huomioida oman työvoiman ja koneiden käyttö.

### 7.2 Kuljetukset

Kuljetuksissa laskutetaan yleensä rahtikilometriä mukaan tietty kilometrihintaa. Lisäksi yli- korkeista kuormista katetuilla autoilla laskutetaan rahtikilometrihintaa korotettuna 15 %:lla. Kuljetusliike Pohjaset Oy:n mukaan katetut moduuliyhdistelmät kuluttavat katto auki ajaessa huomattavasti enemmän polttoainetta kuin normaalisti. Lisäksi yli 4,4 metriä korkeista kuormista tulee matka-aikaa lisää Etelä-Suomeen noin 1,5-2 h/kuorma.

## 8 TALOPAKETTIKUORMIEN SUUNNITTELU

Kuormien suunnittelusta saatu hyöty saadaan optimoitua silloin, kun talotoimituksen kaikki tavarat ja materiaalit ovat vielä paketoimatta ja tilaamatta. Kuormaussuunnitelma toimii silloin paketointisuunnitelmana ja siitä saadaan tieto tilauksiin, kannattaako kyseinen materiaali tilata kuorman täytteeksi tehtaalle vai suoraan asiakkaalle. Kun kuormaussuunnitelma saadaan tehtyä viimeistään puolitoista viikkoa ennen talopakettin toimitusta, on silloin paremmat mahdollisuudet saada jokin paketti tai elementti mahtumaan yhteistyö kumppanin muihin kuljetuksiin, joissa on jäänyt sopivasti tilaa. Muuten joudutaan tilaamaan yksittäiselle kappaleelle jopa erikseen oma auto.

Kuormaussuunnitelman lähtökohtana tulee olla se, että ensin sovitetaan kuorman oman tuotannon tekemät paketit ja vasta sen jälkeen materiaalit ja paketit jotka on mahdollista ohjata järkevästi myös suoraan alihankkijalta tai toimittajalta suoraan asiakkaille.

Suunniteltaessa paketteja kuorman tulee mielessä olla koko ajan kokonaisuus siitä mitä vielä pitää saada mahtumaan ja minkämuotoisia muista paketeista on mahdollista tehdä. Tämä vaatii vankkaa kokemusta eri tuotannon osa-alueilta.

Kuormaussuunnitelmalla saadaan tehostettua elementtien kuljetusta, lastausta ja purkua sekä kuljetusliike saa tarkkan kuvan siitä, minkälaisia kappaleita on tulossa kyytiin, että se pystyy kuljettamaan tavarat kuhunkin tapaukseen tehokkaimmalla kalustolla.

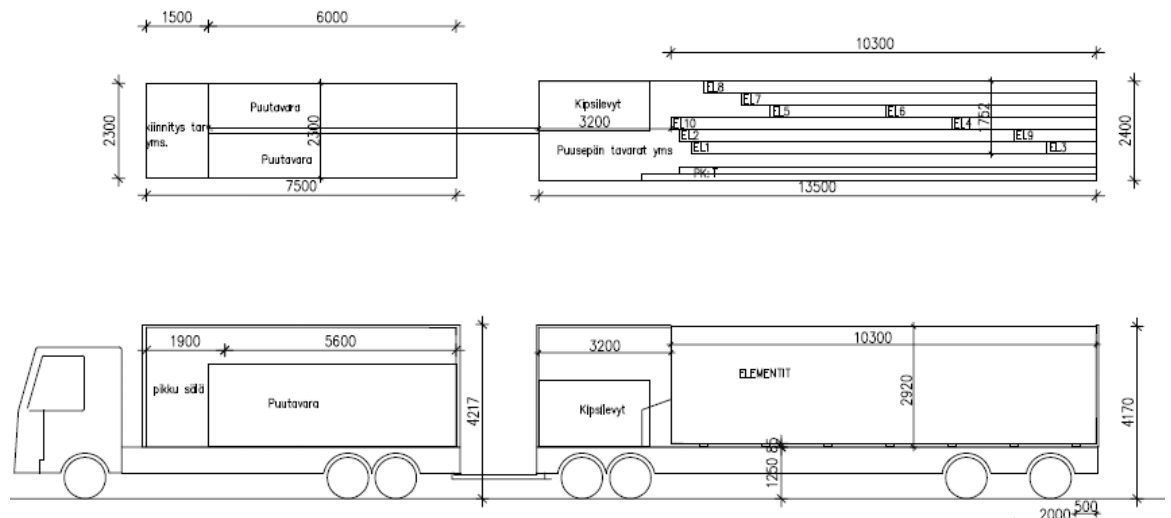
### 8.1 Yleisimmät kuormatyytit

Jaan tässä talot yksikerroksisiin, puolitoistakerroksisiin, kaksikerroksisiin sekä Ruotsiin meneisiin kuormiin. Yleisimmät tyytit olen kerännyt sadan kuormaussuunnitelman joukosta, jotka olen tehnyt ajalla 1.6.2008.–1.12.2008. Miltei kaikki talot menivät Jyväskylää etelämäksi, koska viime vuonna en tehnyt suunnitelmia Pohjois-Suomeen meneviin kuormiin.

Alla on esitelty tyyppisimmille taloille muodostuvia kuormia. Nämä kuvat ovat suuntaa antavia, koska Lapli-Talojen toimitukset ovat hyvin yksilöllisiä suurista muutoksista ja toimittamisällöistä riippuen.

### 8.1.1 Yksikerroksiset talot

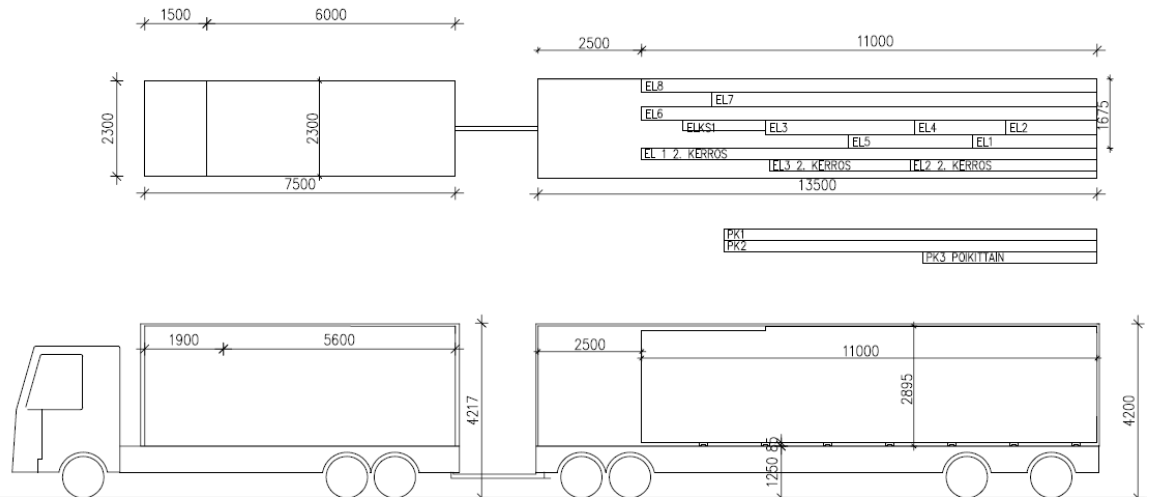
Puutavaroista muodostuu keskimäärin 1,5 puutavaratornia. Päätykolmiot vievät tilaa kyljestä yleensä n. 330 mm. Kipsilevyjä on keskimäärin yksi torni 2 m korkeasti. Yksikerroksisissa kuljetuksen kannalta ongelmallisimpia ovat korkeat päätykolmiot ja yksittäiset muut korkeat elementit sekä isot yksikerroksiset talot, joissa yleensä pelkät päätykolmiot jäävät pois elementtikuormasta. Kuvassa 9 on esitetty tyypillinen yksikerroksinen talo kuormattuna.



Kuva 9. Tyypillinen yksikerroksinen talo kuormattuna

### 8.1.2 Puolitoistakerroksiset talot

Puolitoistakerroksissa taloissa runkovaihtoehtona on palkkirakenne tai kehäristikkorakenne. Palkkirakenteisessa talossa tehdään yläkerran matalat kantavat sivuseinäelementitkin talotehtaalla, kun taas kehäristikkorakenteisissa ristikon kanta toimitetaan irtotavarana. Kuvassa 10 on esitetty tyypillinen puolitoistakerroksinen talo kuormattuna.

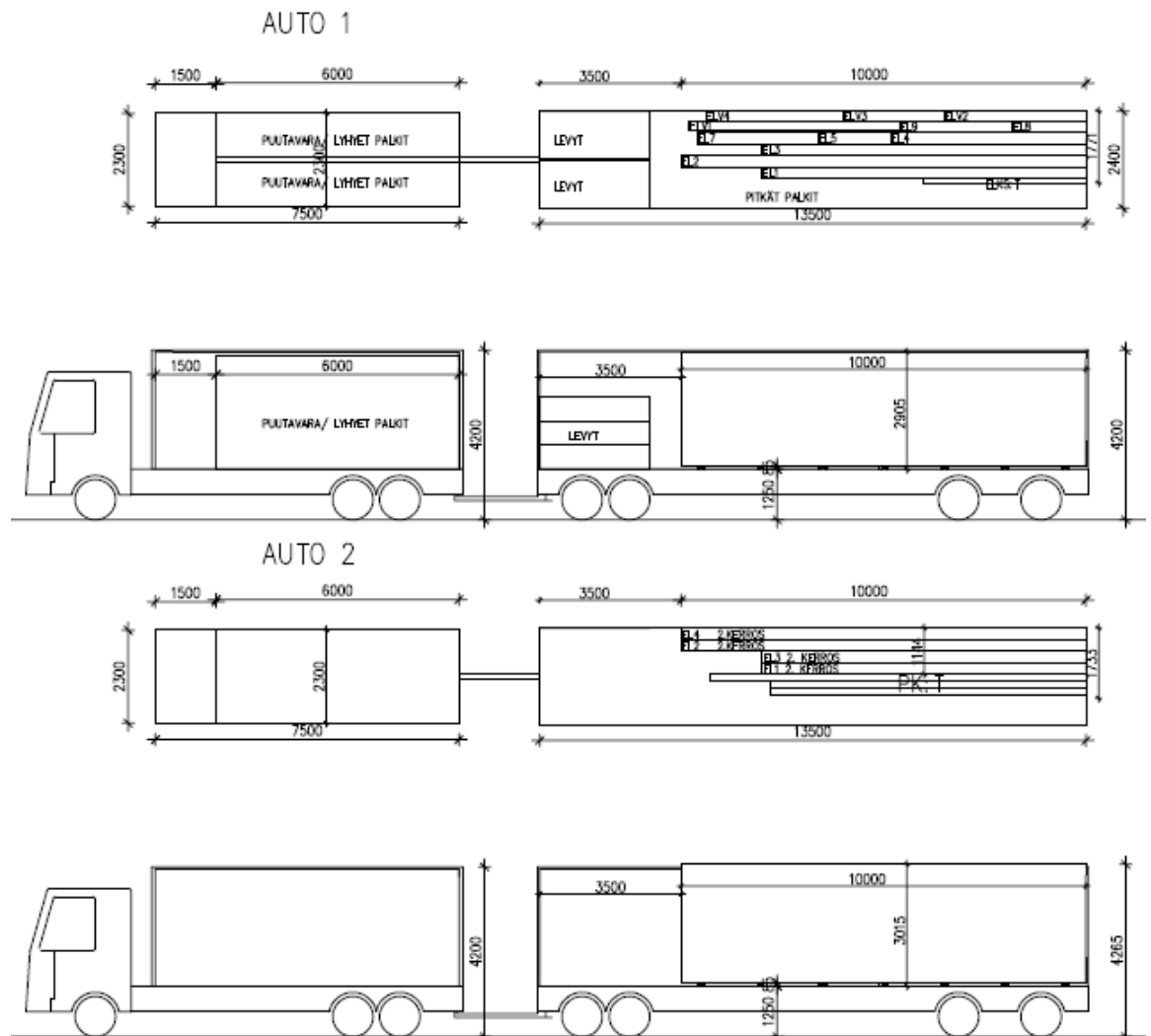


Kuva 10. Tyypillinen puolitoistakerroksinen talo kuormattuna

Puolitoistakerroksisten talojen suurimpana ongelmana ovat palkkitalot, joissa muutama elementti tai päätykolmio ei mahdu kuorman. Ne ovat useimmiten niin pitkiä, etteivät ne mahdu vetoautoon puutavaroiden vierelle. Lisäksi puolitoistakerroksisissa taloissa oli katkaisematon pikku kolmio, joka vaatii katon pidettävän auki. Muut tavarat mahtuvat tyypillisesti vielä hyvin. Puutavaraa on keskimäärin 1,7 tornia. Levyjä yleensä on noin 2,5 metriä korkea torni. Pitkät välipohjapalkit tuovat usein myös ongelmia elementtikärryyn. Ne tarvitsevat yleensä tilaa vähintään 300 mm pukin kyljestä. Matalat yläkerran sivuseinäelementit saadaan useimmiten mahtumaan palkkien päälle.

### 8.1.3 Kaksikerroksiset talot

Kaksikerroksinen talopaketti vaatii lähes aina yhden yhdistelmän ja yhden täysperävaunun tai puoliperävaunun. Puutavaraa on yleensä täysi nupillinen eli kaksi täyttä tornia sekä joskus jää vielä toiseenkin autoon. Kipsilevyjä on yleensä noin kaksi täyttä tornia. Kuvassa 11 on esitetty tyypillinen kaksikerroksinen talopaketti kuormattuna.

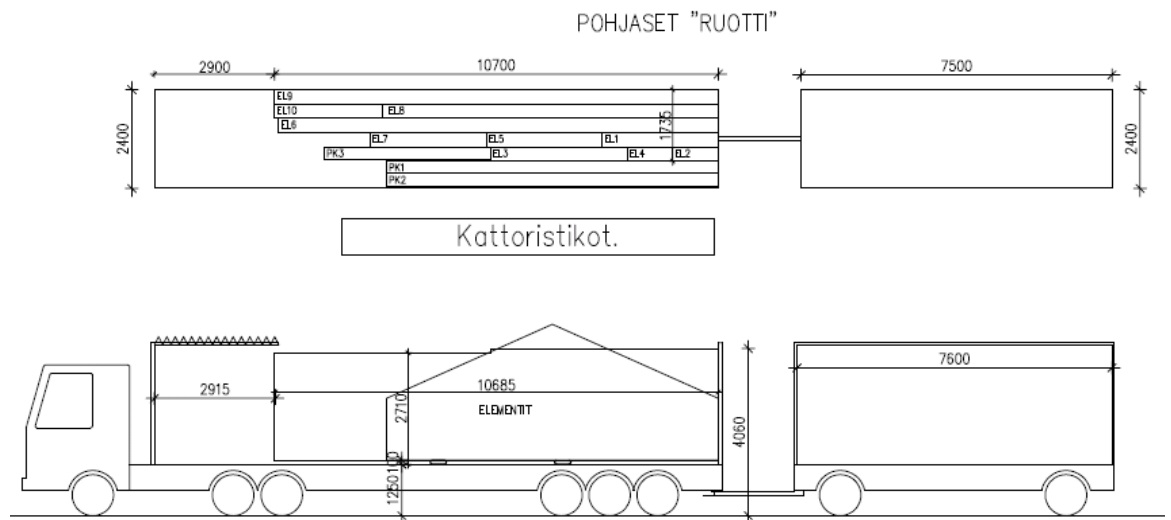


Kuva 11. Tyypillinen kaksikerroksinen talo kuormattuna.

Suurimpana kehittämistarpeena on, että saataisiin kuljetusliikettä tiedotettua riittävän aikaisin vapaasta tilasta autossa, jolloin mahdollinen lisärahti muualta saataisiin hyödynnettyä talotehtaan hintaan, tai saataisiin ensimmäisestä autosta jäävät tavarat yhdistettyä yhteistyökumppanin muuhun kuljetukseen.

#### 8.1.4 Ruotsiin menevät kuormat

Ruotsiin meneviin kuormiin tulee saada mahtumaan lähes kaikki talotoimitukseen kuuluva tavara. Etelä-Ruotsiin on villat saatu tilattua suoraan, mutta muut on lastattu tehtaan kautta. Vuonna 2008 talot olivat niin pieniä, että suurin osa meni kattotuoleja vaille yhteen autoon.



Kuva 12. Ruotsiin yleisimmin mennyt talopakettikuorma.

## 8.2 Elementtipakettien suunnittelu

Elementtien paketoinnissa tulee ottaa huomioon tuotannon toteutus, lastaus sekä purku ja asennusjärjestys työmaalla. Paketoinnissa tulee pyrkiä siihen, että vain samankorkuisia elementtejä on samassa jonossa sekä niin, että erikorkuiset ovat kokonaan pukin toisella laidalla. Matalat elementit kannattaa useimmiten jättää irtonaisina lastattavaksi, koska silloin pystytään hyödyntämään niiden alle esimerkiksi pitkiä palkkeja.

Elementtien pakettia mitoittaessa tulee ottaa huomioon elementin rakenteesta johtuvat mitat, kuten kipsilevy, pystyrunko, vaakarunko, tuulensuojalevy, ilmarakorima, naulausrima, ulko-verhous ja mahdollinen ässälista ikkunoiden päällä sekä lisäksi elementtien suojarimat ja paketoinnista tulevat lisämitat, kuten paketin vinotuet sekä aluspuut. Ässälista voidaan tarpeen vaatiessa toimittaa myös irtotavarana, mikäli elementtipukki tämän takia paisuu leveydeltään liikaa.

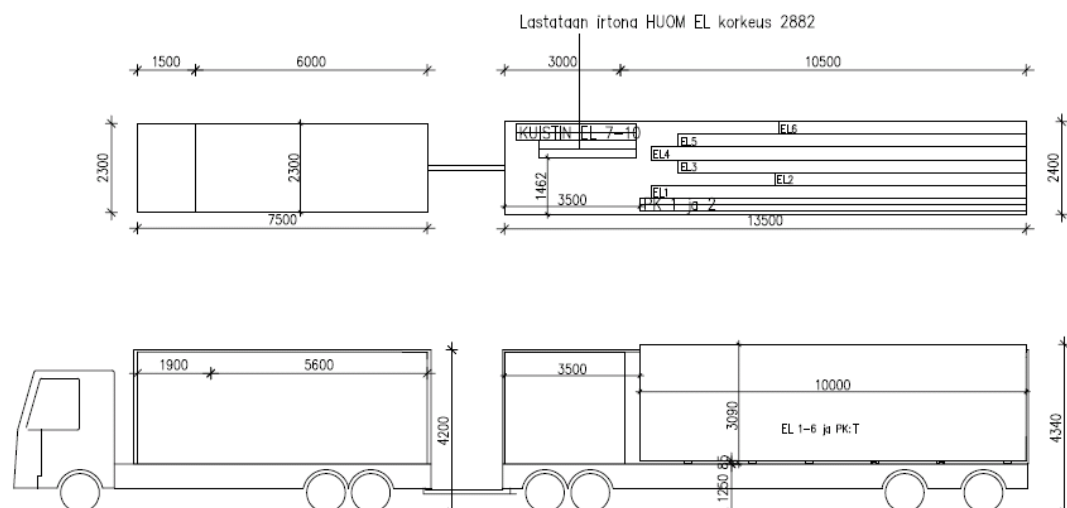
Elementtien teoreettisten mittojen lisäksi tulee käyttää suojariman paksuutena 30 mm. Paketoinnin aluspuu nostaa paketin korkeutta 85 mm. Lisäksi Kuulan teräksisessä elementtipukissa tulee huomioida pukin korkeus 100 mm ja sivutuen leveys 100 mm. Jos elementtejä laiteetaan useita peräkkäin, tulee elementin mittaan lisätä 300 mm, koska tuotannossa joudutaan jättämään hieman väliä elementeille, että teko olisi nopeaa ja tehokasta. Suunnitelmaan tulee



merkitä aluspuiden paikat, että saadaan tuettua lyhyempienkin elementtien päitä, etteivät ne pääse notkahtamaan pukista sitä nostettaessa.

Elementtipukin maksimileveys saa olla muille autoille 2,3 metriä ja hakeautoille 2,1 metriä. Silloin ne saadaan nostettua työmaalle yhdellä nostolla, eikä elementtipukkeja tarvitse purkaa.

Mikäli elementtejä jää muutama yli, kannattaa niitä yrittää sovittaa kipsilevyjen paikalle katon alle (kuva 13), jolloin kyytiin saadaan useimmiten vielä yksi levytorni. Tämä onnistuu vain lyhyillä elementeillä. Mikäli kipsilevyt eivät mahdu etuosaan, voidaan ne tilata suoraan työmaalle.



Kuva 13. Kuormaussuunnitelma, lyhyet elementit kipsilevyjen paikalla

### 8.3 Päätykolmioiden kuormaussuunnittelu

Päätykolmiot laitetaan valmistuksen jälkeen irtonaisina erillisen alustan päälle, josta ne lastataan erikseen usein elementtipukin jälkeen. Kuormaussuunnitelmalla voidaan ohjata päätykolmion valmistajaa asentamaan lisänostolenkkejä kolmioihin, että niitä voidaan nostaa myös ylösalaisin, sekä valmistamaan kolmiot siinä järjestyksessä, että ne olisi alustalla valmiina lastausjärjestyksessä. Silloin turhalta siirtelyltä lastausvaiheessa vältytään.

Päätykolmioille tulisi kehittää seinäelementtien tapainen paketointi, jolloin niidenkin lastaus ja purku nopeutuisi.

#### 8.4 Muut paketit

Kuormaus suunnittelu ohjaa tarvittaessa myös puutavaroiden ja palkkien pakkausta. Esimerkiksi silloin puutavarapakettien normaalia kapeampi pakettileveys on tarpeen, kun yksittäinen lyhempi elementti tai päätykolmio ei mahdu pitkälle osalle autoon. Silloin se voidaan sijoittaa keskiakseliperävaunuun tai nuppiin puutavaroiden rinnalle. Pitkien palkkien kohdalla tila on todella usein vähissä elementtien lastauksen jälkeen. Kun kuormaus suunnitelma tehdään huolellisesti, saadaan palkit mahtumaan usein matalimpien elementtien ja päätykolmioiden alle tai päälle.

## 9 ELEMENTTIMITOITUKSEN KEHITYSEHDOTUKSET HUOMIOIDEN NYKYINEN KULJETUSKALUSTO

### 9.1 Pituusmitoitus

Koska Lapplilta lähtevät talot ovat hyvin erilaisia, on erittäin hankala tai jopa mahdotonta luoda standardimitoitusmallia elementeille. Jos elementtimitoitukset halutaan optimoida mahdollisimman tehokkaasti, ehdotan, että kunkin talon elementtimitoitus tulee katsoa tapauskohtaisesti. Kun elementti on mitoitettu, sijoitetaan se kuormaussuunnitelmaan, ja kun auto alkaa täyttymään nähdään, onko apua jos jokin elementti laitetaan poikki jostain kohdin.

Kuormaussuunnitelman teko vaatii paljon kokemusta kaikilta tuotannon osa-alueilta. Pitää tiedostaa, minkäkokoiseksi muodostuvat kussakin tapauksessa puutavarapaketit, palkkiniput ja muut paketit, sekä miten ne saadaan lastattua kuormaan.

Rakennesuunnittelija mitoittaa elementit niille annettujen maksimimittojen mukaan. Lisäksi hän ottaa huomioon sen, että jos johonkin elementtijonoon jää tilaa, hän katkaisee seuraavan elementin siltä kohdin, että koko maksimipituus saadaan hyödynnettyä edeltävässä elementtijonossa.

Tuotannossa kuormaussuunnittelija tekee kuormaussuunnitelman paketointisuunnitelmiin. Mikäli kyseisen talon kohdalla tehdään poikkeus elementtien mitoissa, sopii kuormaussuunnittelija sen rakennesuunnittelijan kanssa erikseen.

### 9.2 Korkeus

Talopakettien laadukkaan kuljettamisen edellytyksenä on, että elementit saataisiin mahtumaan katon alle kuljetuksen ajaksi. Tämä säästäisi lisäksi kuljetuskustannuksissa 15 %. Huomioon otettavaa on, että jo 2790 mm korkea vakioelementti on hyvin tiukoilla mahtuakseen katon alle yleisimmin käytetyllä kuljetuskalustolla.

Huomio tulee kiinnittää korkeuksissa yksittäisiin korkeisiin elementteihin tai päätykolmioihin sekä yksittäisten elementtien rungosta ylimeneviin laudoituksiin.

Nykyisen kuljetuskaluston sisäkorkeus, jos katto on kiinni, rajoittaa kappaleen maksimikorkeudeksi 3,05 metriä. Jos elementti pakataan aluspuiden päälle, tulee maksimikorkeus olla 2,965 metriä. Nämäkin korkeudet rajoittavat käyttämään pelkästään hakeautoja, joissa taas kuormatilan pituus on metrin lyhyempi. Aina, vaikka on tiedossa tarvittava auton korkeus, ei saada korkeinta mahdollista autoa.

Mikäli halutaan, että elementeille saadaan katon alla oleva kuljetus, on elementin maksimikorkeuden oltava 2,92 metriä. Mikäli elementti on pakattu aluspuiden päälle, tulee maksimikorkeuden olla 2,835 metriä.

## 10 KUORMAUSALUSTOJEN KEHITYSEHDOTUKSET

### 10.1 Etelä-Suomi ja Etelä-Ruotsi

Etelä-Suomen ja Ruotsin talotoimituksiin käytössä olevat rahtiautot soveltuvat Lappli-Talojen talotoimituksille kohtalaisen hyvin, mutta joitakin kehittämistarpeita niin laadun kuin kustannusten pohjaltakin löytyy.

Lappli-Talojen täysi toisen kerroksen vakioelementti, aluspuiden päälle pakattuna tekee elementtipukista 3,03 metriä korkean paketin. Tämä saadaan vietyä nykyisellä kuljetuskalustolla säältä suojassa vain hakeautoilla. Pääsääntöisesti on käytetty matalampia autoja, jolloin katto on täytynyt pitää auki.

Pohjaset Oy:n selvityksen mukaan kuljetuskalustosta saa rakennettua sellaisen, että sillä pysyy kuljettamaan jopa 3,2 metristä kappaletta. Elementti voisi aluspuun päällä olla siis jopa 3,1 metriä korkea.

Purkuvaiheessa tulee ongelmaksi, jos elementtipukki on tehty yhtenäisenä yli 2,3 metriä leveäksi. Tähän saadaan ratkaisu käyttämällä hakeauton tyyppistä kattoratkaisua, joka kääntyy sivupalkkeineen kokonaan pois, jolloin elementtipukki mahtuu koko auton levyisenä pois.

### 10.2 Pohjois-Suomi ja Pohjois-Ruotsi

Pohjois-Suomen osalta kuljetuskalusto on ollut erittäin huonosti soveltuvaa talopakettikuljetuksiin. Ainoana hyvänä puolena käytetyssä kalustossa on ollut nosturi, joita Pohjois-Suomessa on huonosti saatavilla.

Nykyisin enimmäkseen käytetty kattamaton puoliperävaunu tulee erittäin kalliiksi. Lisäksi toimitetut tavarat ovat kuljetuksen aikana aina taivasalla. Pelkällä puoliperävaunulla ajattaminen tuo moneen talotoimitukseen jopa 80 % enemmän rahtikustannuksia verrattuna moduuliyhdistelmään.

Pohjois-Suomen osalta yhteistyökumppaneita tulee ohjata rakentamaan katettu nosturillinen moduuliyhdistelmä. Moduuliyhdistelmällä saadaan suuri osa taloista menemään pienemmällä kuormamäärällä. Lisäksi tarvitaan avonainen pukkarekka keskiakseliperävaunulla, jolloin myös korkeammat elementit, kuten huvilaelementit, saadaan toimitettua tehokkaasti.

Aloin yhteistyössä Pohjaset Oy:n kanssa suunnitella uutta nosturillista talopakettiautoa Pohjois-Suomen tarpeisiin. Toteutuneet kuormat osoittivat, että ensimmäisenä loppuu tila pitkiltä kappaleilta, kuten elementeiltä sekä palkeilta. Annoin Pohjaset Oy:lle selvitettäväksi, kuinka pitkäksi saadaan keskiakseliperävaunu kun lyhennetään puoliperävaunun mittaa. Pohjaset Oy:n mukaan keskiakseliperävaunusta saadaan kohtuullisin kustannuksin tehtyä 8,9 metriä pitkä, jolloin puoliperävaunu lyhenee 11,5 metriin. Rajoittavana tekijänä tulevat vastaan tielikenneläin kääntövyysäädökset. Tällaisella kalustolla saadaan toteutettua kuormat saman periaatteen mukaan kuin ennen, mutta lisäksi se antaa mahdollisuuden pitkien elementtien kuljettamisen samanaikaisesti puoliperävaunussa ja keskiakseliperävaunussa.

## 11 YHTEENVETO

Toimeksiantaja antoi alkuperäiseksi tehtäväksi kehittää suurelementtien mitoitusta tehostaakseen talopaketti kuormienkuljetuksia. Työskennellessäni kuljetussuunnittelijana ja viemällä kuormaussuunnittelua työssäni eteenpäin huomasin, että monella muulla muutoksella kuormissa on suurempi merkitys kuin pelkällä elementtimitoituksella. Työskennellessäni kuormaussuunnittelun ja kuormauksien parissa asiat aukesivat aivan eri laajuudella.

Lapli-Talot Oy:n kuljetukset ovat joiltain osin olleet tehokkaita, mutta kehitystarpeita löytyi hyvin paljon.

Toimintatutkimuksen tuloksena rahtikustannukset tulevat varmasti laskemaan sekä laatu paranemaan. Kuormaussuunnittelulle sain käytännössä paikkansa pitävät mitoitushjeet. Elementtimitoitus tulee selkeytymään. Suurimpana kehitysaskeleena näin kuormausalustojen kehityksen. Tutkimustyö toi tärkeitä kokemuksia ja tietoja minulle suunnatuissa työtehtävissä.

Toimintatutkimus soveltuu erittäin hyvin minunlaiseni persoonan tutkimusmenetelmäksi. Yhdistämällä teoria käytäntöön antaa positiivisia oppimiskokemuksia ja onnistumisen ahaa-elämyksiä. Lisäksi tuotetut tulokset toimivat heti käytännössä.

Lisäkokemuksen myötä pystyn varmasti myöhemmin viemään kuormaussuunnittelun jo elementtien mitoitusvaiheeseen suunnittelijoille. Näin suunnitelma on käytössä mahdollisimman varhaisessa vaiheessa.

## LÄHTEET

1. Wikipedia, <http://fi.wikipedia.org/wiki/Suurelementti> 15.1.2009
2. Puurunkoisen rivitalon toteutustapojen vertailu : paikalla rakentaminen vs. elementti-tekniikka, Insinööri työ, Tampereen ammattikorkeakoulu, Salminen Ville, 2008, <https://oa.doria.fi/bitstream/handle/10024/39797/Salminen.Ville.pdf>
3. Lappli-Talot Oy, taloesitteet 2009, Perinne ja Modernit
4. PRT-Forest OY, Konserniesite 2008, <http://www.prt-forest.fi/esitteet.php>
5. Kajaanin AMK, <http://193.167.122.14/Opari/ontTukiToimTutk.aspx> 21.02.2009
6. Logistiikka kilpailutekijänä, Timo Sartjärvi 1992 Kirja
7. Kansainväliset maantiekuljetukset vientiprosessissa, opinnäyte, Kemin ammattikorkeakoulu, Liiketalous, Juha Knuuti, 2000
8. Järviruon autokuljetusten logistiikka ja toimintolaskelma, Opinnäyte, Turun ammattikorkeakoulu, auto- ja kuljetustekniikka, Kai Puolakanaho, 2007, [http://www.ruoko.fi/uploads/pdf/Kai\\_Puolakanaho.pdf](http://www.ruoko.fi/uploads/pdf/Kai_Puolakanaho.pdf)
9. Lokotrack-murskauslaitosten kuljetettavuuden suunnittelun kehittäminen, Tutkintotyö, Tampereen ammattikorkeakoulu, Kone- ja tuotantotekniikka, Mattipekka Vierula, 2007, <https://oa.doria.fi/bitstream/handle/10024/4637/TMP.objres.1005.pdf>
10. Tiehallinto, Suurimmat sallitut mitat kuljetettaessa ajoneuvoa normaaliliikenteessä Suomessa 8.10.2004, <http://www.tiehallinto.fi/pls/wwwedit/docs/4933.PDF>
11. Tiehallinto, erikoiskuljetusluvan lupaehdot 1/2005, <http://www.tiehallinto.fi/pls/wwwedit/docs/11336.PDF> Erikoiskuljetus luvan lupaehdot
12. Raskaan kaluston perävaunujen kevytrakennetekniikka, Diplomityö, Teknillinen korkeakoulu, Konetekniikan osasto, Henri Ritola 2007, <http://www.motiva.fi/midcom-serveattachmentguid-37c116d305b7470063eb9b61995157f9/di-tyo.pdf>
13. Suomen kuljetus ja logistiikka SKAL, Tyypillisimmät tavara-autot, [http://www.skal.fi/files/1766/Autojen\\_nimitykset\\_2007.pdf](http://www.skal.fi/files/1766/Autojen_nimitykset_2007.pdf), 15.02.2009
14. Pohjaset Oy kotisivut, <http://www.pohjaset.com>, 28.1.2009
15. Kuljetusliike Pertti Nätilä kotisivut, <http://www.kuljetusliikeperttinattila.com>, 28.1.2009



## LIITTEIDEN LUETTELO

LIITE 1 Ensimmäisen kerroksen vakioelementti

LIITE 2 Toisen kerroksen vakioelementti

LIITE 3 Päätykolmioelementti

LIITE 4 Sivuseinäelementti

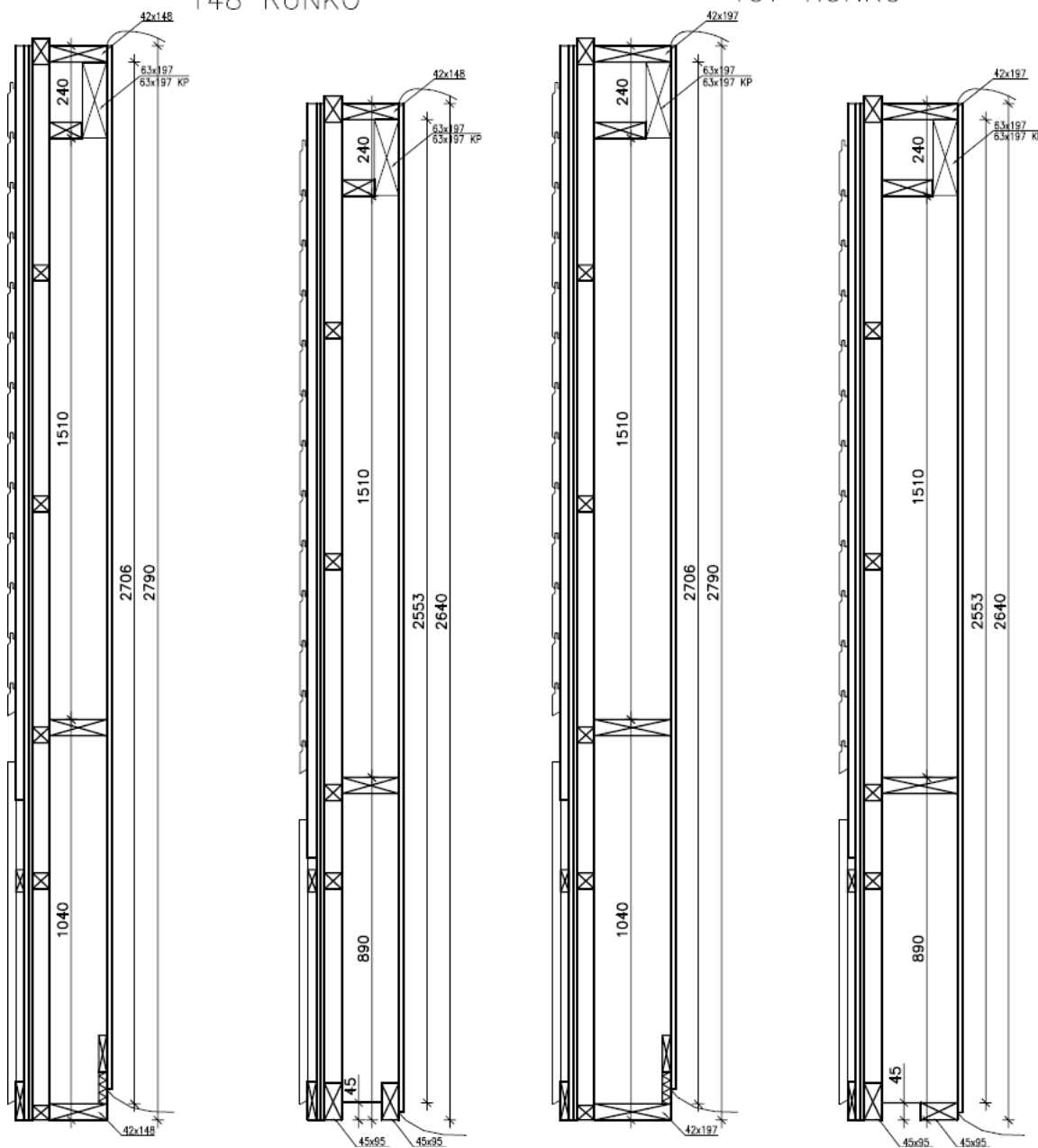
LIITE 5 Väliseinäelementti

LIITE 6 Elementtien liitoksia

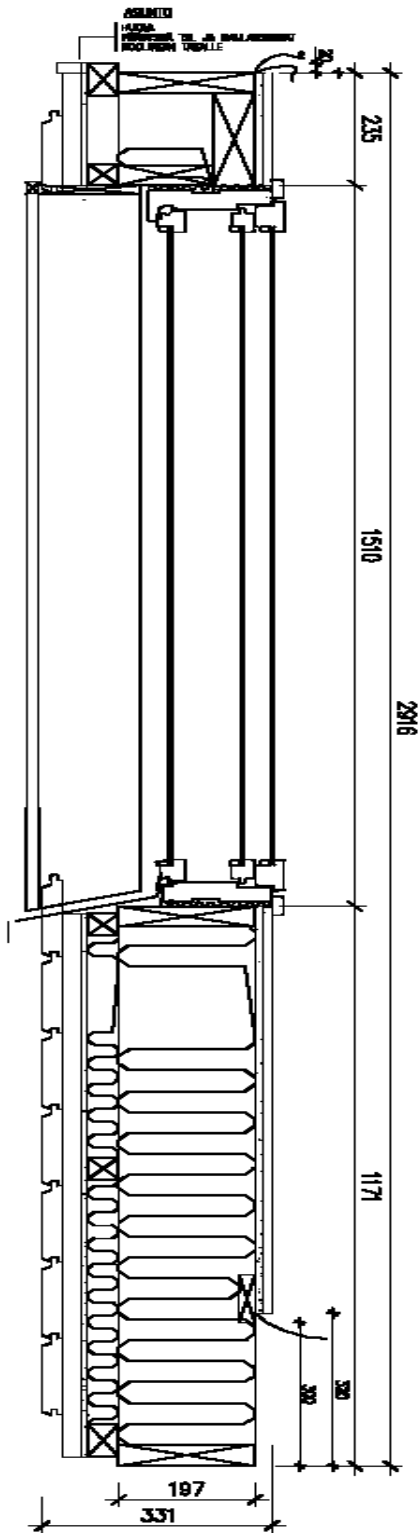
ENSIMMÄISENKERROKSEN VAKIOELEMENTTI

148 RUNKO

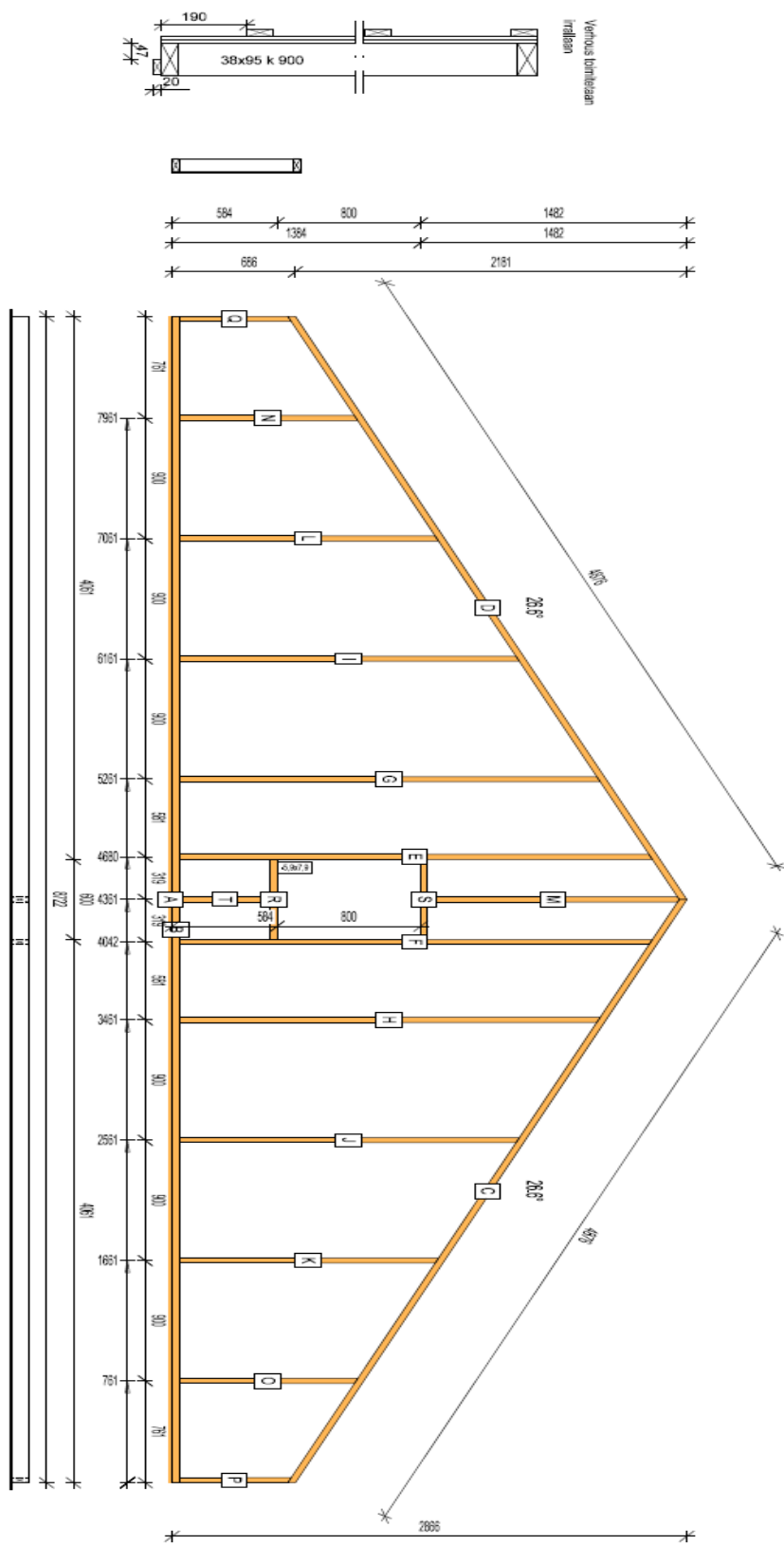
197 RUNKO



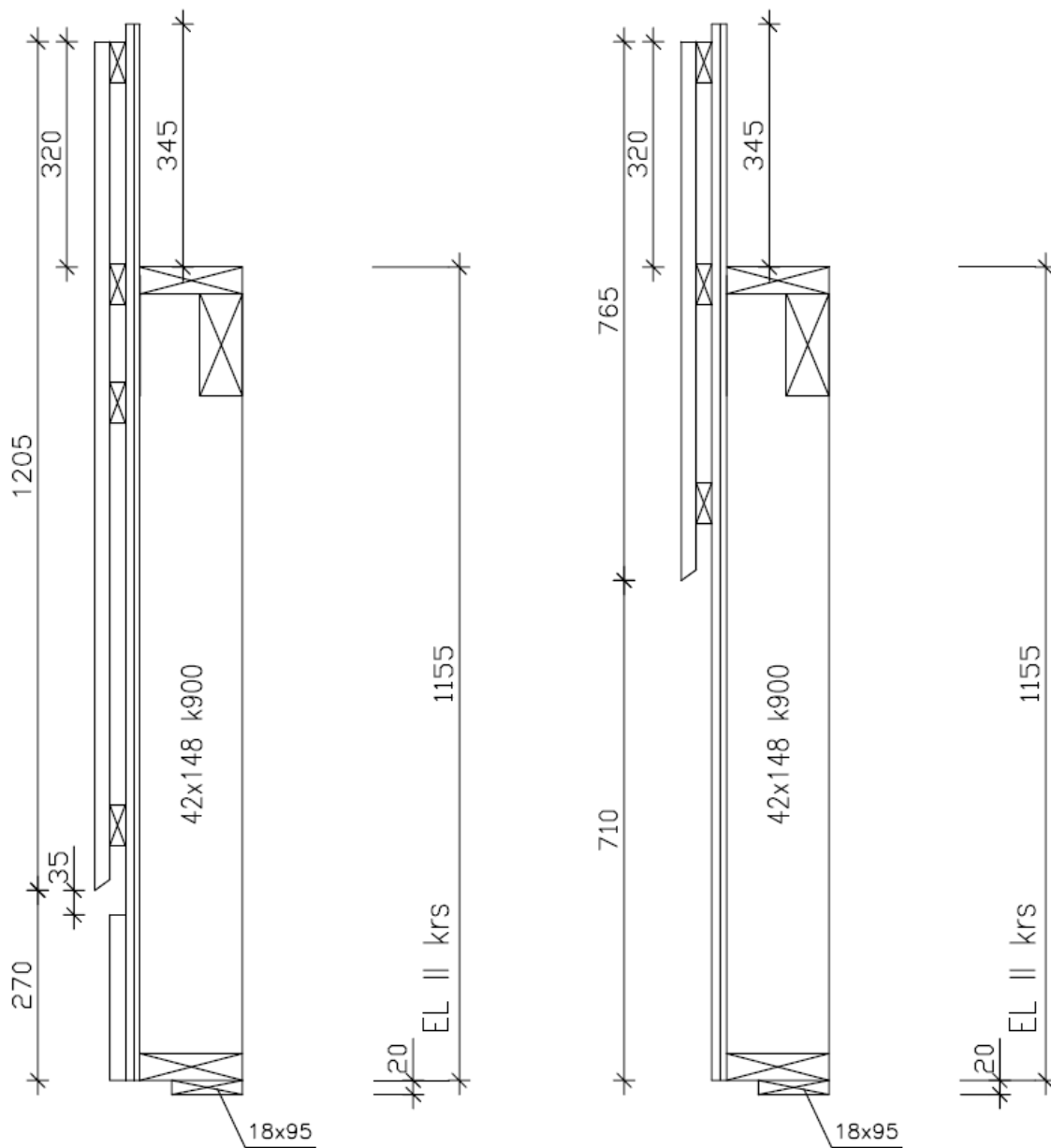
TOISEN KERROKSEN VAKIOELEMENTTI



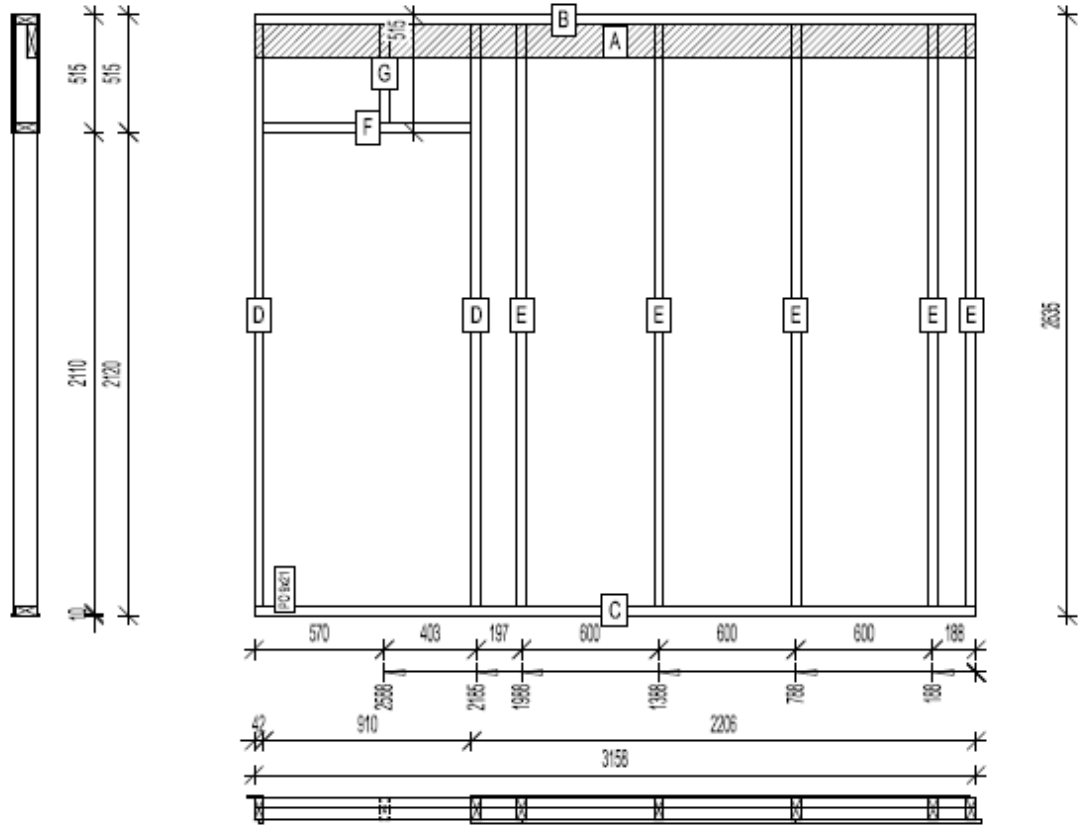
PÄÄTYKOLMIOELEMENTTI 95 MM RUNGOLLA:



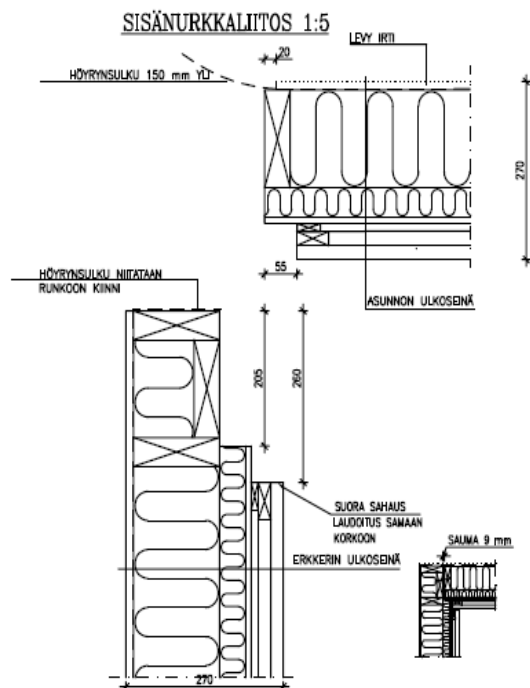
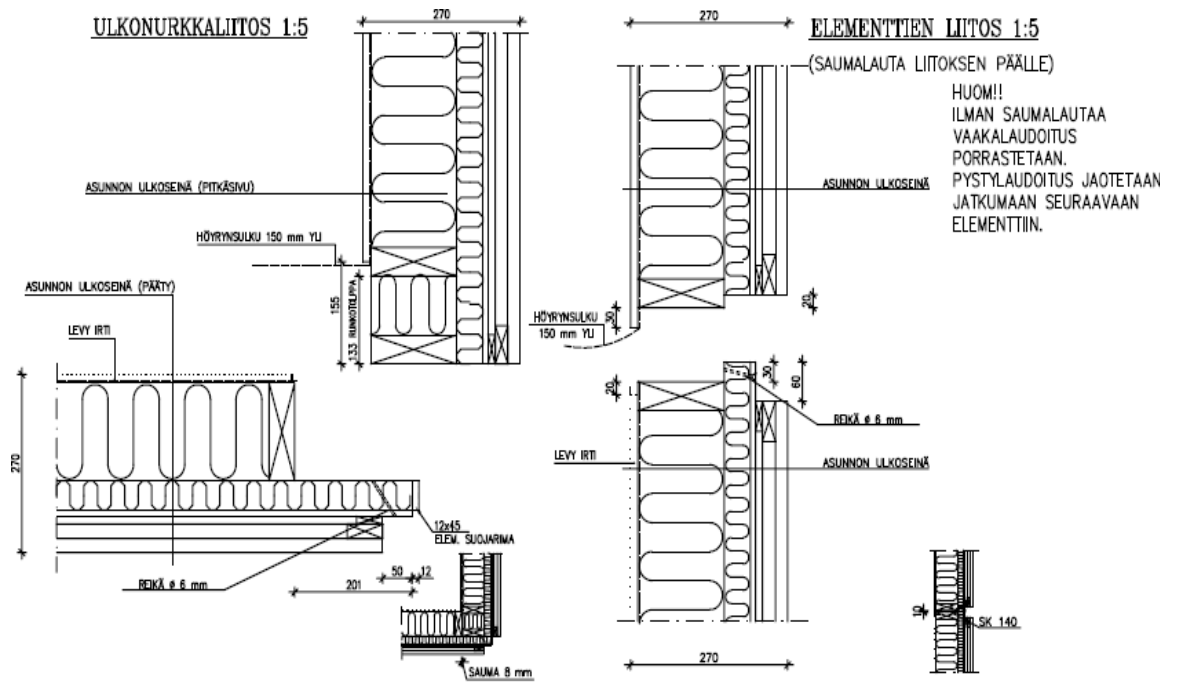
PUOLITOISTAKERROKSISEN TALON SIVUSEINÄELEMENTTI



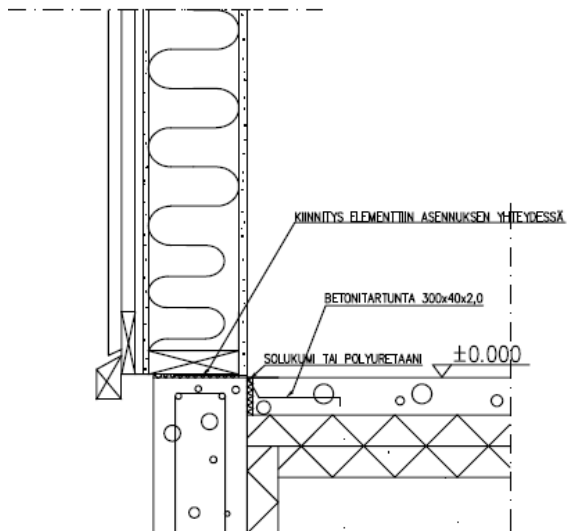
## VÄLISEINÄELEMENTTI



## ELEMENTTILIITOKSIA



ELEMENTIN ALAOSA +0.000



ELEMENTIN ALAOSA -0.150

