

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Talonrakennustekniikka

Opinnäytetyö

Pauli Helin

**MATALAENERGIATALON SUUNNITTELU**

Työn ohjaaja  
Työn teettäjä  
Tampere 2008

DI Raimo Koreasalo  
Heikki Helin

# TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Talonrakennustekniikka

Helin, Pauli Matalaenergiatalon suunnittelu

Opinnäytetyö 13 sivua + 53 liitesivua

Työn ohjaaja DI Raimo Koreasalo

Työn teettäjä Heikki Helin

Toukokuu 2008

Hakusanat rakentaminen, matalaenergiatalo, rakennesuunnittelu

## TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä oli tavoitteena matalaenergiatalon rakenteiden suunnittelu ja rakennepiirustusten laatiminen. Kohteena oli Tampereelle rakennettava asuinpienitalo. Kohde soveltui hyvin opinnäytetyöksi matalaenergiarakentamisen ajankohtaisuuden vuoksi. Suunnittelussa paneuduttiin erityisesti talon hyvään lämmöneristävyyteen ja tiivyyteen. Työssä käytiin läpi myös muita matalaenergiatalon suunnitteluun liittyviä asioita kuten ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmiä. Opinnäytetyön liitteinä ovat energia- ja rakennelaskelmat, rakennesuunnitelmat sekä kustannuslaskelma. Tuottamieni rakennekuvien perusteella taloa aletaan rakentaa vuoden 2008 aikana.

TAMPERE UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Construction Engineering

Housebuilding

Helin, Pauli                      Designing a low-energy house

Engineering Thesis            13 pages + 53 appendices

Thesis Supervisor            M.Sc. Raimo Koreasalo

Person Commissionil        Heikki Helin

May 2008

Keywords                      low-energy house

## **ABSTRACT**

The aim of this thesis is to design structures and produce construction drawings for a low-energy house. Low-energy houses are topical issue at the moment due to global energy saving. At the designing process I paid attention especially to good insulation and compactness. I also wrote about ventilation and heating which are very important things to notice at a low-energy house. At the end of the thesis are appendix pages. The construction drawings will be used as an implementation plan when the construction work starts up during year 2008.

## SISÄLLYSLUETTELO

### TIIVISTELMÄ

### ABSTRACT

SISÄLLYSLUETTELO .....	4
1 JOHDANTO .....	5
2 KOHTEEN KUVAUS .....	5
3 MATALAENERGIATALOT .....	6
3.1 Yleistä .....	6
3.2 Energiatodistus .....	7
4 RAKENNESUUNNITTELU .....	7
4.1 Rakenteiden lämmöneristävyys .....	7
4.2 Ikkunat ja ovet .....	9
4.3 Rakenteiden tiiviys .....	11
5 TALOTEKNIKKAA .....	11
5.1 Ilmanvaihtojärjestelmä .....	11
5.2 Lämmitysjärjestelmä .....	12
6 YHTEENVETO .....	12
LÄHTEET .....	13

### LIITTEET

1. ENERGIALASKELMAT (5 sivua)
2. RAKENNEPIIRUSTUKSET (21 sivua)
  1. Perustusten mittapiirustus
  2. Perustusleikkaukset
  3. Kantavat rakenteet ja vesikattopiirustukset
  4. Rakenneleikkaukset
  5. Rakennedetaljit
  6. Rakennetyypit
  7. Ristikkokaaviot
3. RAKENNELASKELMAT (11 sivua)
4. KUSTANNUSLASKENTA (16 sivua)

## 1 JOHDANTO

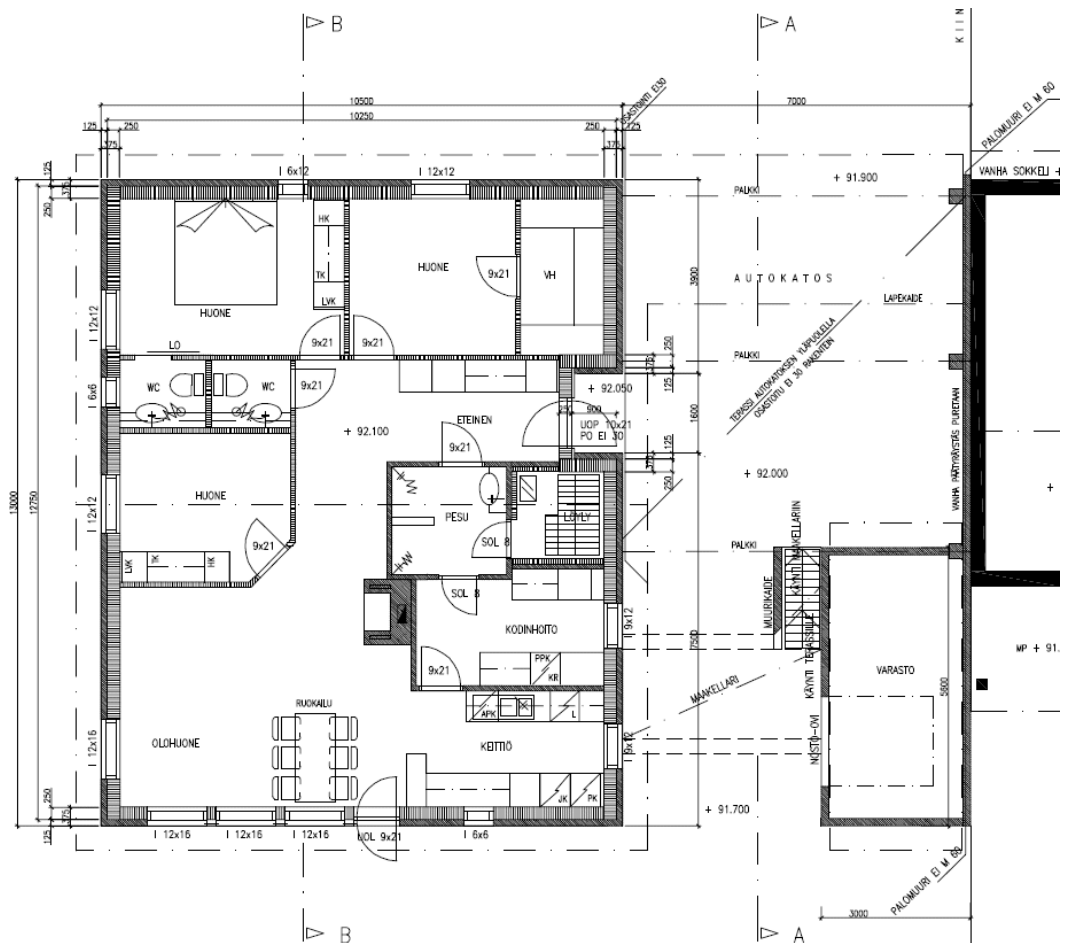
Matalaenergiarakentaminen on tullut entistä ajankohtaisemmaksi lämmitysenergian hinnan noustessa. Myös kansainväliset ilmastopimukset kuten Kioton sopimus velvoittavat vähentämään päästöjä. Työssä tutkitaan mitä matalaenergiatalon rakennesuunnittelussa tulee ottaa huomioon. Kohteena on Tampereelle rakennettava pientalo. Teen osana tätä opinnäytetyötä talon rakennesuunnittelun ja -piirustukset. Arkkitehtisuunnittelun teki rakennusarkkitehti Heikki Koivula. Lähtötietoina on käytetty myös Geopalvelu Oy:n Markku Varjeen tekemiä pohjarakennesuunnitelmia. Talon rakentaminen aloitetaan kesällä 2008.

## 2 KOHTEEN KUVAUS

Suunnittelukohteena on Tampereelle Hankkion omakotitaloalueelle rakennettava pientalo. Uudisrakennus liittyy autokatoksen välityksellä vanhempaan 80-luvulla rakennettuun omakotitaloon (kuva 1). Uuden ja vanhan talon väliin rakennetaan palomuuuri, joka toimii samalla osaltaan uuden varaston seinänä. Naapuritonteilla olevat talot ovat keltatiilisiä, puurunkoisia taloja, joten oli luonnollista suunnitella uudisrakennus samoin. Alunperin 1989 m<sup>2</sup>:n kokoinen tontti jaettiin kahteen osaan, jolloin vanhan talon puoleiselle osuudelle jäi 1178 m<sup>2</sup> ja uuden osan osuudelle 811 m<sup>2</sup>. Rakennusoikeutta uudelle tontille oli jäänyt vanhan rakennuksen jälkeen 129 m<sup>2</sup> lämmintä tilaa ja 17 m<sup>2</sup> varastoa, jotka käytettiin mahdollisimman tehokkaasti uudisrakennukseen.

Kaava rajaa kerrosluvun yhteen, mutta asuinrakennuksen päälle tehdään käyttöullakko, ja autokatoksen päälle tulee terassi. Lisäksi rakennetaan maakellari asuinrakennuksen ja varaston väliin pihakannen alle.

Pauli Helin



Kuva 1 Pohjapiirustus

### 3 MATALAENERGIATALOT

#### 3.1 Yleistä

Matalaenergiatalot ovat rakennuksia, joiden lämmitysenergiankulutus on enintään 50% Suomen rakentamismääräyskokoelman vähimmäismääräysten mukaan rakennetusta talosta. Energiatohokkuuden parantamiseen vaikuttavat mm. panostaminen selvästi rakentamismääräyksiä parempaan lämmöneristävyyteen ja huolelliseen rakentamiseen, jotta rakenteet saadaan tiiviiksi. Lisäksi pyritään ikkunoiden hyvään eristävyyteen ja hyvään sisäilmastoon koneellisen, lämmöntalteenotolla varustetun ilmanvaihdon avulla. /2./

Maankäyttö- ja rakennuslaissa sallitaan seuraava kerrosalan laskutapa alueilla, joiden asemakaava on hyväksytty 1.1.2000 jälkeen: ”Jos ulkoseinän paksuus on

Pauli Helin

enemmän kuin 250 millimetriä, saa rakennuksen kerrosala ylittää muutoin rakennettavaksi sallitun kerrosalan tästä aiheutuvan pinta-alan verran” /4/. Näin matalaenergiarakentamisessa käytettävistä paksummista eristekerroksista johtuvat paksummat seinät eivät pienennä rakennuksen hyötypinta-alaa enää kohtuuttomasti.

## 3.2 Energiatodistus

1.1.2008 tuli voimaan laki rakennusten energiatodistuksesta, ja se vaaditaan kaikilta uusilta rakennuksilta. Energiatodistus pitää liittää rakennuslupaa haettaessa lupa-asiakirjoihin, ja se tulee olla pääsuunnittelijan allekirjoittama.

Energiatodistuksesta selviää, kuinka paljon energiaa tarvitaan rakennuksen tarkoitusta vastaavaan käyttöön. Rakennukset jaetaan energiatehokkuuden perusteella A-G –luokkiin, joista A-luokka on paras. Nykyisten normien mukaan rakennetut rakennukset tulevat olemaan ympäristöministeriön arvion mukaan keskimäärin D-luokkaa. /3./

## 4 RAKENNESUUNNITTELU

### 4.1 Rakenteiden lämmöneristävyys

Rakentamismääräyskokoelma D3 määrää rakenteille seuraavat U-arvot lämpimissä tiloissa: seinä 0,24 W/m<sup>2</sup>K, yläpohja 0,15 W/m<sup>2</sup>K ja maata vastaan oleva rakennusosa 0,24 W/m<sup>2</sup>K. Kohteessa on lähdetty parantamaan eristävyyttä koko vaipan alalta.

Yläpohjan verhouksena on betonikattotiili, jonka alle tulee orret ja aluskate. Kehäristikon keskellä on käyttöullakolle varattu tila, ja ristikot tulevat 900 mm:n jaolla. Eristeenä on 400 mm:n kerros puhallusvillaa ja 50 mm:n kerros mineraalivillaa alakaton koolauksen välissä. Lisäeristystä normien vaatimaan tasoon on 100 mm:n kerros puhallusvillaa, jolloin päästään U-arvoon 0,12 W/m<sup>2</sup>K.

Pauli Helin

Ulkoseinän verhouksena on tiilimuuraus, ja kantavana runkona toimii 150x50 tolpparunko 600 mm:n jaolla. Tolpparungon ulkopuolelle tulee 50 mm paksu tuulensuojalevy ja sisäpuolelle 50 mm:n vaakakoolaus. Eristeenä käytetään mineraalivillaa ja sisäverhouksena kipsilevyä. Normien minimitasoon verrattuna eristettä on 75 mm enemmän, jolloin U-arvoksi saadaan 0,17 W/m<sup>2</sup>K.

Alapohja tehdään maanvaraisena 80 mm:n paksuisena teräsbetoni-laattana, jonka alla on 100 mm:n EPS-eristelevyt kahdessa kerroksessa. Reuna-alueilla on 50 mm:n lisäeristys. Eristeiden alle tulee 200 mm:n kerros karkearakeista sepeliä estämään veden kapillaarista nousua rakenteisiin. Varaavan lattialämmityksen takia alapohjan eristävyys on panostettu paljon, jolloin lisäeristystä tulee normien vaatimaan tasoon 125 mm lisää ja U-arvoksi tulee 0,14 W/m<sup>2</sup>K reuna-alueilla ja 0,12 W/m<sup>2</sup>K sisäalueilla.

Perustukset toteutetaan kevytsoraharkkoilla. Kolme ylintä kerrosta ovat LTH-300-lämpöharkkoja, jotka katkaisevat perustusten kylmäsillan. Kaksi alinta harkkokerrosta tehdään RUH-290-harkkoilla, joiden alle valetaan betonista anturat.

Maakellarin seinissä käytetään samoja kevytsoraharkkoja: kolme ylintä kerrosta LTH-300 ja loput RUH-290. Maakellariin valetaan ylimpien harkkojen päälle 200 mm paksu teräsbetoni-laatta. Lattian ja samalla anturan muodostaa 200 mm paksu teräsbetoni-laatta.

Paksummat ulkovaipparakenteet nostavat talon hintaa n. 2200 euroa, mutta ne maksavat itsensä takaisin n. 14 vuodessa pienentyneen energiankulutuksen kautta (liite 1). Ylä- ja alapohjien lisäeristykset eivät aiheuta juurikaan lisätöitä, ainoastaan suurempaa materiaalimenekkiä. Ulkoseinissä tavallista paksumpi eristekerros tuo lisäksi vaakakoolauksen kantavan rungon sisäpuolelle. Ylimääräisestä rakennekerroksesta syntyy lisäkuluja, mutta rakenne mahdollistaa paremman tiiviyden, kun höyrynsulku voidaan sijoittaa kantavan rungon ja vaakakoolauksen väliin.



## 4.2 Ikkunat ja ovet

Ikkunat ovat kehittyneet paljon viime vuosina sekä määräyksien että tuotekehittelyn ansiosta. Rakentamismääräyskokoelma D3 määrää ikkunoiden ja ovien U-arvoksi enintään 1,4 W/m<sup>2</sup>K. Perinteisillä kolmilasisilla MSE-ikkunoilla päästään vain 1,8 W/m<sup>2</sup>K –arvoon, mutta lisäämällä selektiivisyys lasihin päästään uusien normien asettamiin rajoihin.

Laskelmassa on tutkittu kolmea eri energiaikkunatyyppeä, joiden lämmönläpäisykerroimet ovat 1,2 W/m<sup>2</sup>K, 1,08 W/m<sup>2</sup>K ja 0,77 W/m<sup>2</sup>K. Tarkoituksena on selvittää, mikä ikkunoista tulee edullisimmaksi 30 vuoden ajanjaksolla. Ikkunoiden U-arvot ja hinnat on saatu Skaala Ikkunat ja Ovet Oy:ltä. Alla olevissa kaavoissa käytetty Tampereen astepäiväluku on saatu Tampereen kaupungilta ja sähkön hinta Energiamarkkinavirastolta.

Ikkuna 1. (U=1,2 W/m<sup>2</sup>K, 400 eur)

$$Q = \sum \frac{UA * 24S}{1000} = \frac{1,2 \frac{W}{m^2 K} \cdot 1,2m \cdot 1,2m \cdot 24 \cdot 4137 Kd}{1000} = 172 kWh$$

U kunkin rakennusosan lämmönläpäisykerroin, W/m<sup>2</sup>K

A kunkin rakennusosan pinta-ala, m<sup>2</sup>

S paikkakunnan ko. jakson astepäiväluku, Kd /8/

24 kerroin, joka muuntaa astepäiväluvun astetunneiksi

1000 kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi

Sähkön hinta vuodessa: /9/

$$K_1 = s * Q = 0,07 \text{ eur} / kWh * 172 kWh = 12,0 \text{ eur}$$

Ikkuna 2. (U=1,08 W/m<sup>2</sup>K, 440 eur)

Pauli Helin

$$Q = \sum \frac{UA \cdot 24S}{1000} = \frac{1,08 \frac{W}{m^2 K} \cdot 1,2m \cdot 1,2m \cdot 24 \cdot 4137 Kd}{1000} = 154 kWh$$

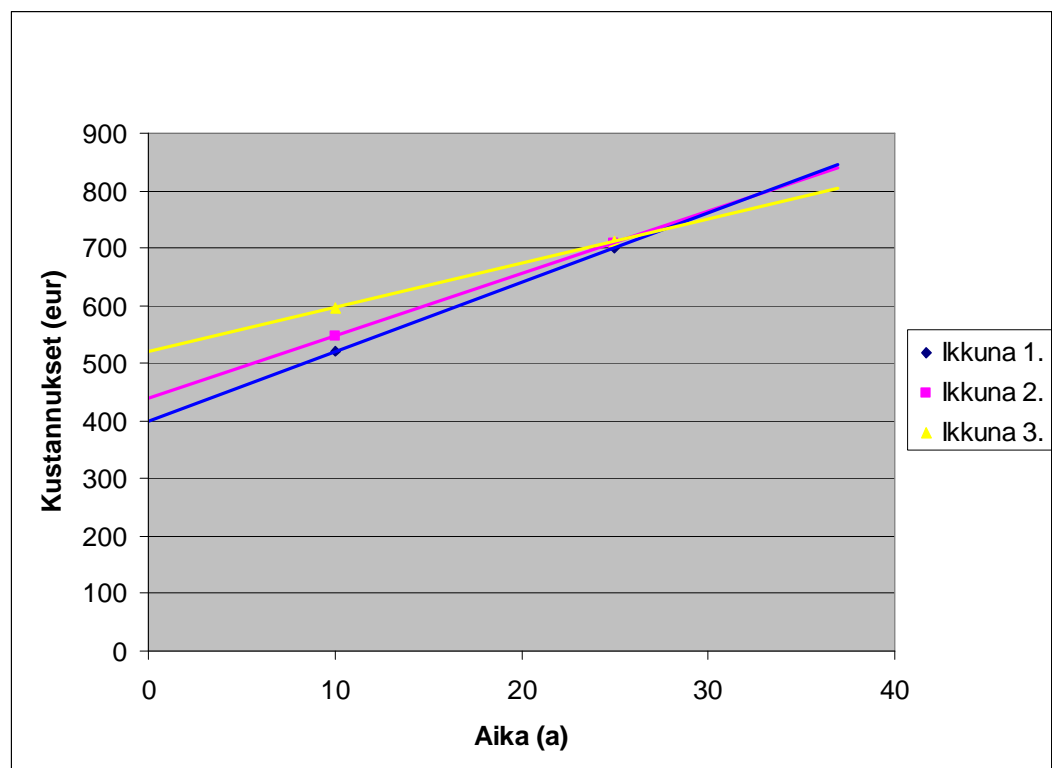
$$K_2 = s \cdot Q = 0,07 \text{eur} / kWh \cdot 154 kWh = 10,8 \text{eur}$$

Ikkuna 3. ( $U=0,77 \text{ W/m}^2\text{K}$ , 520 eur)

$$Q = \sum \frac{UA \cdot 24S}{1000} = \frac{0,77 \frac{W}{m^2 K} \cdot 1,2m \cdot 1,2m \cdot 24 \cdot 4137 Kd}{1000} = 110 kWh$$

$$K_{3_1} = s \cdot Q = 0,07 \text{eur} / kWh \cdot 110 kWh = 7,7 \text{eur}$$

Sähkön vuotuisen kulutuksen hinnan sekä ikkunoiden myyntihinnan perusteella saadaan piirrettyä seuraava kuvaaja (kuva 2):



**Kuva 2** Takaisinmaksuaika

Kuvaajasta nähdään kuinka energiatehokkain ikkuna ohittaa muut takaisinmaksuajassa n. 28 vuoden kohdalla. Kaikkein tehokkaimmilla

Pauli Helin

energiansäästöikkunoilla on vaikea saavuttaa rahallisia säästöjä, mutta niiden etuina ovat muut ominaisuudet, kuten vedottomuus.

Rakennettavassa kohteessa käytetään 0,85 W/m<sup>2</sup>K U-arvon saavuttavia ikkunoita, joissa on kaksinkertainen eristyslasi sekä sisä- että ulkopuitteissa. Oviksi valitaan kaksilehtiset ovet hyvän lämmöneristävyuden takaamiseksi – varsinkin, kun kohteessa ei ole varsinaista tuulikaappia.

### 4.3 Rakenteiden tiiviys

Rakenteiden tiiviyyteen tulee kiinnittää erityistä huomiota matalaenergiatalojen rakentamisessa. Huono ilmanpitävyys heikentää lämmöneristystä, lisää vuotoilman lämpöhäviötä, viilentää rakenteiden pintoja ja heikentää ilmanvaihdon sekä lämmöntalteenoton toimintaa. /7./ Opinnäytetyön rakennuskohteessa käytetään seuraavia toimenpiteitä ilmatiiveiden varmistamiseksi: Rakenteen ilmansulusta tehdään yhtenäinen koko ulkovaipan alueella. Ilmansulkuna on höyrynsulkumuovi, joka asennetaan kantavan tolpparungon ja sisemmän 50 mm:n vaakakoolauksen väliin, jolloin sähköasennukset voi tehdä höyrynsulkua rikkomatta.

## 5 TALOTEKNIKKAA

### 5.1 Ilmanvaihtojärjestelmä

Tiiviissä matalaenergiatalossa vaaditaan kunnollista ilmanvaihtojärjestelmää, koska talossa ei ole vuotokohtia, mistä ilma karkaisi ulos. Yleisin matalaenergiataloissa käytetty vaihtoehto on jatkuvasti toimiva koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Raitis ilma lämmitetään valmiiksi lämmöntalteenottolaitteessa osittain käytetyn ilman avulla. Raitis ilma johdetaan huonetiloihin ja viilentynyt, käytetty ilma ulos. Parhaat kahdella peräkkäisellä tai pyörivällä kennolla varustetut laitteet hyödyntävät jopa 80% poistoilman lämmöstä. Kohteessa käytetään yllä kuvattua lämmöntalteenotolla varustettua koneellista tulo- ja poistoilmanvaihtoa. /6./

## 5.2 Lämmitysjärjestelmä

Matalaenergiatalon hyvän eristävyyden takia lämmitysjärjestelmältä ei vaadita niin paljon kuin vähimmäisnormien mukaan rakennetuissa taloissa. Pieni energiankulutus mahdollistaa halvemmat lämmitysratkaisut, esim. lämpöpatteriverkostoa ei tarvitse rakentaa ikkunoiden hyvän eristävyyden takia. Kohteessa lämmitys hoidetaan betonilaattaan upotettavalla vesikiertoisella lattialämmityksellä. Lisäksi kohteeseen tulee varaava takka keskelle rakennusta.  
/5./

## 6 YHTEENVETO

Matalaenergiatalon suunnitteluprojekti oli mielenkiintoinen ja haastava. Pystyin hyödyntämään opinnäytetyössäni kaikkea TAMK:ssa neljän vuoden aikana rakennesuunnittelusta oppimaani, erityisesti puu- ja harkkorakenteista. Matalaenergiarakentaminen on jatkossa entistä kannattavampaa energian hinnan noustessa, joten työn tekeminen tarjoaa hyvät näkymät myös tuleviin projekteihin, joissa olen mukana.

## LÄHTEET

### Painetut lähteet

1. C3 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Rakennuksen lämmöneristys. Ympäristöministeriö. Helsinki 2007.
2. Lämpöeristeillä parempaan energiatehokkuuteen. Rakennusinsinööri ja –arkkitehti RIA 6/2007, s. 45-47.
3. Heikkonen, Heikki, Vuoden alku tuo muutoksia rakentamiseen. Rakennuslehti 1/2008, s. 16.

### Sähköiset lähteet

4. Maankäyttö- ja rakennuslaki. [www-sivu]. [viitattu 22.3.2008] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1999/19990132>
5. Motiva - Pientalon suunnittelu: Lämmitys. [www-sivu]. [viitattu 10.3.2008] Saatavissa: <http://www.motiva.fi/fi/kuluttajat/rakentaminen/pientalonsuunnittelu/lammitys.html>
6. Motiva - Pientalon suunnittelu: Ilmanvaihto. [www-sivu]. [viitattu 10.3.2008] Saatavissa: <http://www.motiva.fi/fi/kuluttajat/rakentaminen/pientalonsuunnittelu/ilmanvaihto.html>
7. Puuinfo Oy - Energiaa säästävä pientalo. [www-sivu]. [viitattu 10.3.2008] Saatavissa: [http://www.puuinfo.fi/fi/ammattilaisten\\_palvelut/suunnittelu/suunnitteluohjeet/energiaa\\_saastava\\_pientalo/](http://www.puuinfo.fi/fi/ammattilaisten_palvelut/suunnittelu/suunnitteluohjeet/energiaa_saastava_pientalo/)
8. Tampereen kaupungin energialiiketoiminnat. [www-sivu]. [viitattu 22.3.2008] Saatavissa: <http://www.tampere.fi/tiedostot/5eB1YqppD/tkelvr05.pdf>
9. Energiamarkkinavirasto. [www-sivu]. [viitattu 22.3.2008] Saatavissa: <http://www.sahkonhinta.fi/>

## ENERGIALASKELMAT

Lisäeristyslaskelmissa on tutkittu milloin kohteen tavallista parempi eristys tulee maksamaan itsensä takaisin. Laskelmassa on laskettu ensin normien mukaiset rakenteet ja sen jälkeen kohteessa käytetyt paremmin eristetyt rakenteet.

Talon ylä- ja alapohjan pinta-alat ovat 122 m<sup>2</sup> ja ulkoseinien 120 m<sup>2</sup>. Yläpohjan 100 mm:n lisäeristyskerrokselle on käytetty hintaa 3 €/m<sup>2</sup>, ulkoseinän 75 mm:n lisäeristykselle ja 50x50 k600 vaakakoolaukselle hintaa 9 €/m<sup>2</sup> ja alapohjan 125 mm:n lisäeristyskerrokselle 6 €/m<sup>2</sup>.

### Yläpohja

YP<sub>normi</sub> (U = 0,15 W/m<sup>2</sup>K)

$$Q = \sum \frac{UA * 24S}{1000} = \frac{0,15 \frac{W}{m^2 K} \cdot 122m^2 \cdot 24 \cdot 4137 Kd}{1000} = 1817 kWh$$

U kunkin rakennusosan lämmönläpäisykerroin, W/m<sup>2</sup>K

A kunkin rakennusosan pinta-ala, m<sup>2</sup>

S paikkakunnan ko. jakson astepäiväluku, Kd

24 kerroin, joka muuntaa astepäiväluvun astetunneiksi

1000 kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi

Sähkön hinta vuodessa:

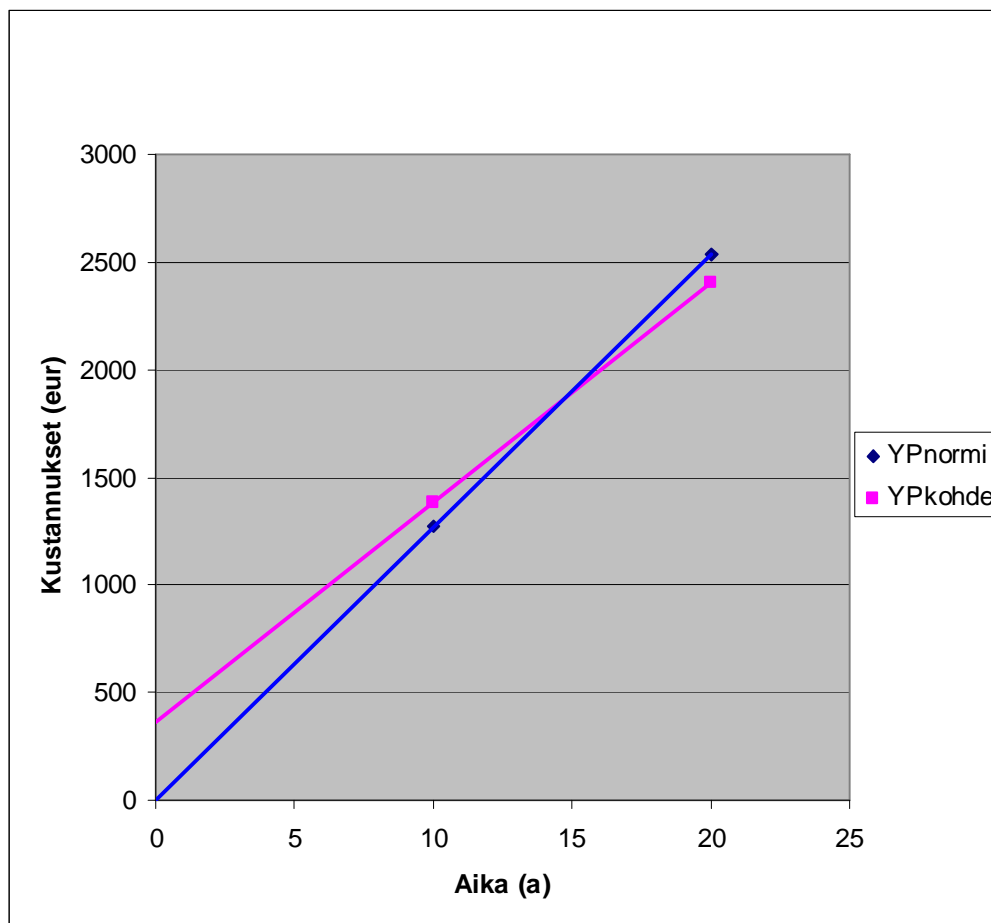
$$K_1 = s * Q = 0,07 eur / kWh * 1817 kWh = 127 eur$$

YP<sub>kohde</sub> (U = 0,12 W/m<sup>2</sup>K, lisähinta 366 eur)

$$Q = \sum \frac{UA \cdot 24S}{1000} = \frac{0,12 \frac{W}{m^2 K} \cdot 122m^2 \cdot 24 \cdot 4137 Kd}{1000} = 1454 kWh$$

$$K_1 = s \cdot Q = 0,07 \text{ eur} / kWh \cdot 1454 kWh = 102 \text{ eur}$$

Sähkön vuotuisen kulutuksen hinnan sekä lisälämmöneristyksen hinnan perusteella saadaan piirrettyä seuraava kuvaaja (kuva 1):



**Kuva 1** Yläpohjan lisäeristyksen takaisinmaksuaika

=> takaisinmaksuaika 15 vuotta

**Ulkoseinä**

US<sub>normi</sub> (U = 0,24 W/m<sup>2</sup>K)

$$Q = \sum \frac{UA \cdot 24S}{1000} = \frac{0,24 \frac{W}{m^2 K} \cdot 120m^2 \cdot 24 \cdot 4137 Kd}{1000} = 2859 kWh$$

$$K_1 = s \cdot Q = 0,07 \text{ eur} / kWh \cdot 2859 kWh = 200 \text{ eur}$$

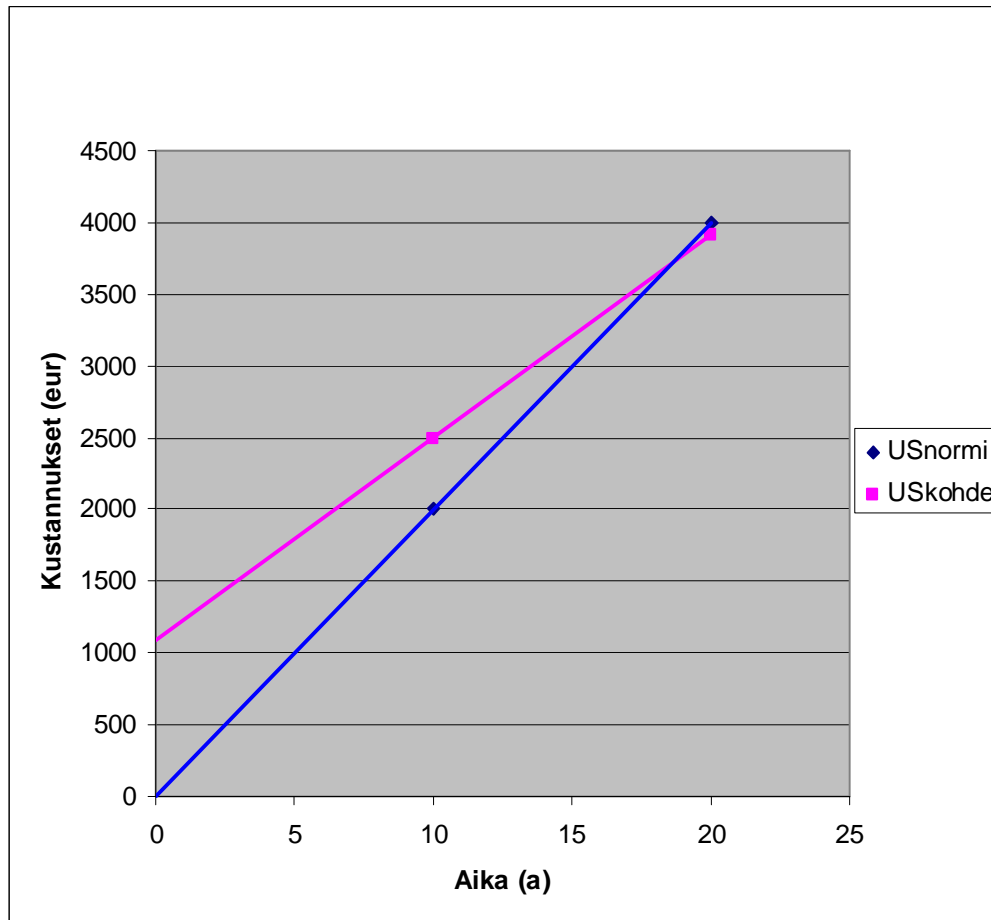
US<sub>kohde</sub> (U = 0,17 W/m<sup>2</sup>K, lisähinta 1080 eur)

$$Q = \sum \frac{UA \cdot 24S}{1000} = \frac{0,17 \frac{W}{m^2 K} \cdot 120m^2 \cdot 24 \cdot 4137 Kd}{1000} = 2025 kWh$$

$$K_1 = s \cdot Q = 0,07 \text{ eur} / kWh \cdot 2025 kWh = 142 \text{ eur}$$

Sähkön vuotuisen kulutuksen hinnan sekä lisälämmöneristyksen hinnan perusteella saadaan piirrettyä seuraava kuvaaja (kuva 2):





**Kuva 2** Ulkoseinän lisäeristyksen takaisinmaksuaika

=> takaisinmaksuaika 19 vuotta

### Alapohja

$AP_{normi}$  ( $U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

$$Q = \sum \frac{UA \cdot 24S}{1000} = \frac{0,24 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \cdot 122\text{m}^2 \cdot 24 \cdot 4137 \text{Kd}}{1000} = 2907 \text{kWh}$$

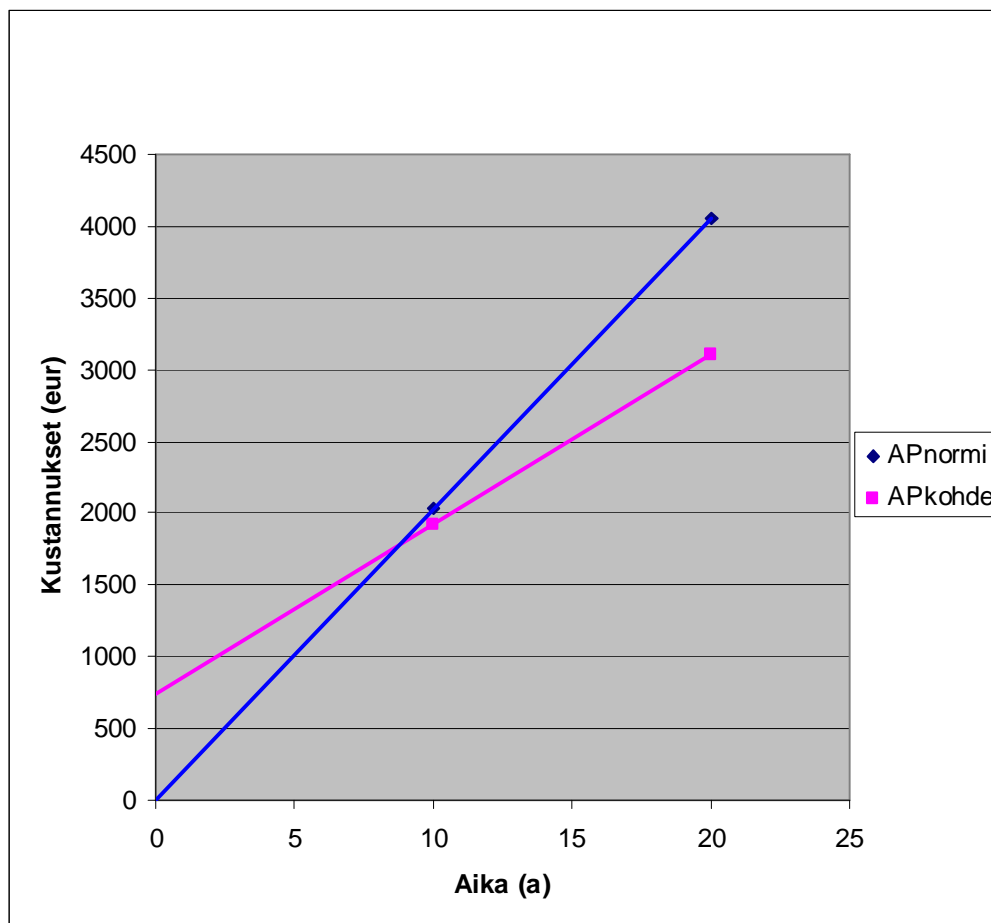
$$K_1 = s \cdot Q = 0,07 \text{eur/kWh} \cdot 2907 \text{kWh} = 203 \text{eur}$$

AP<sub>kohde</sub> (U = 0,14 W/m<sup>2</sup>K, lisähinta 732 eur)

$$Q = \sum \frac{UA \cdot 24S}{1000} = \frac{0,14 \frac{W}{m^2 K} \cdot 122m^2 \cdot 24 \cdot 4137 Kd}{1000} = 1696 kWh$$

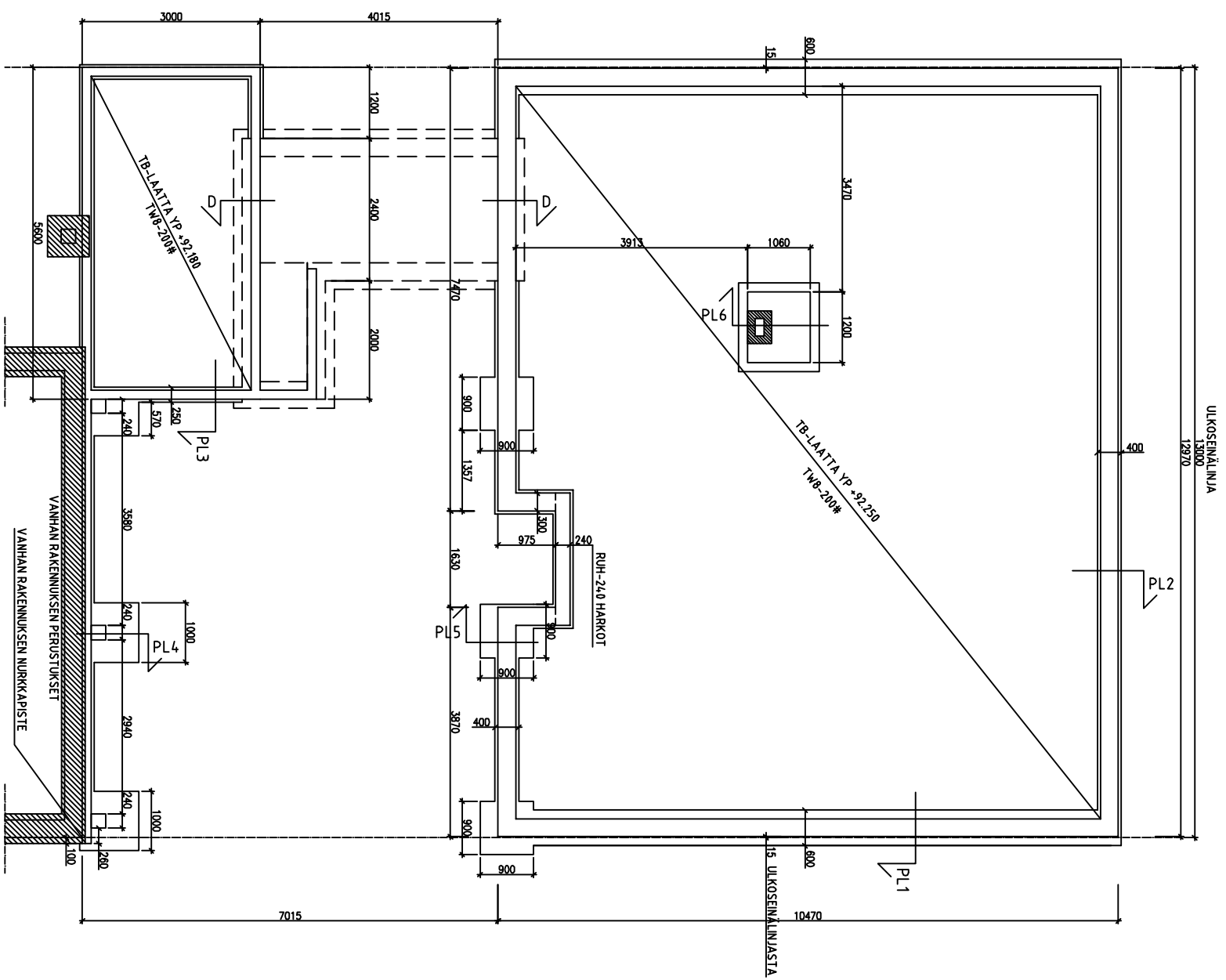
$$K_1 = s \cdot Q = 0,07 \text{ eur} / kWh \cdot 1696 kWh = 119 \text{ eur}$$

Sähkön vuotuisen kulutuksen hinnan sekä lisälämmöneristyksen hinnan perusteella saadaan piirrettyä seuraava kuvaaja (kuva 3):



**Kuva 3** Alapohjan lisäeristyksen takaisinmaksuaika

=> takaisinmaksuaika 9 vuotta



YLEISOHJE:

POHJAN GEOTEKNINEN KANTAVUUS: 80 KN/M<sup>2</sup>

RAUDOITUS: A 500 HW HARATERÄS, B 500 K TERÄSVERKKO

BETONI: K30-2

SUOJAMA BETONIPETITE: MAATA VASTEN VÄH. 50 MM

SALAOUTUS: MATERIAALI JA TYÖ RIL 126 MUKASESTI

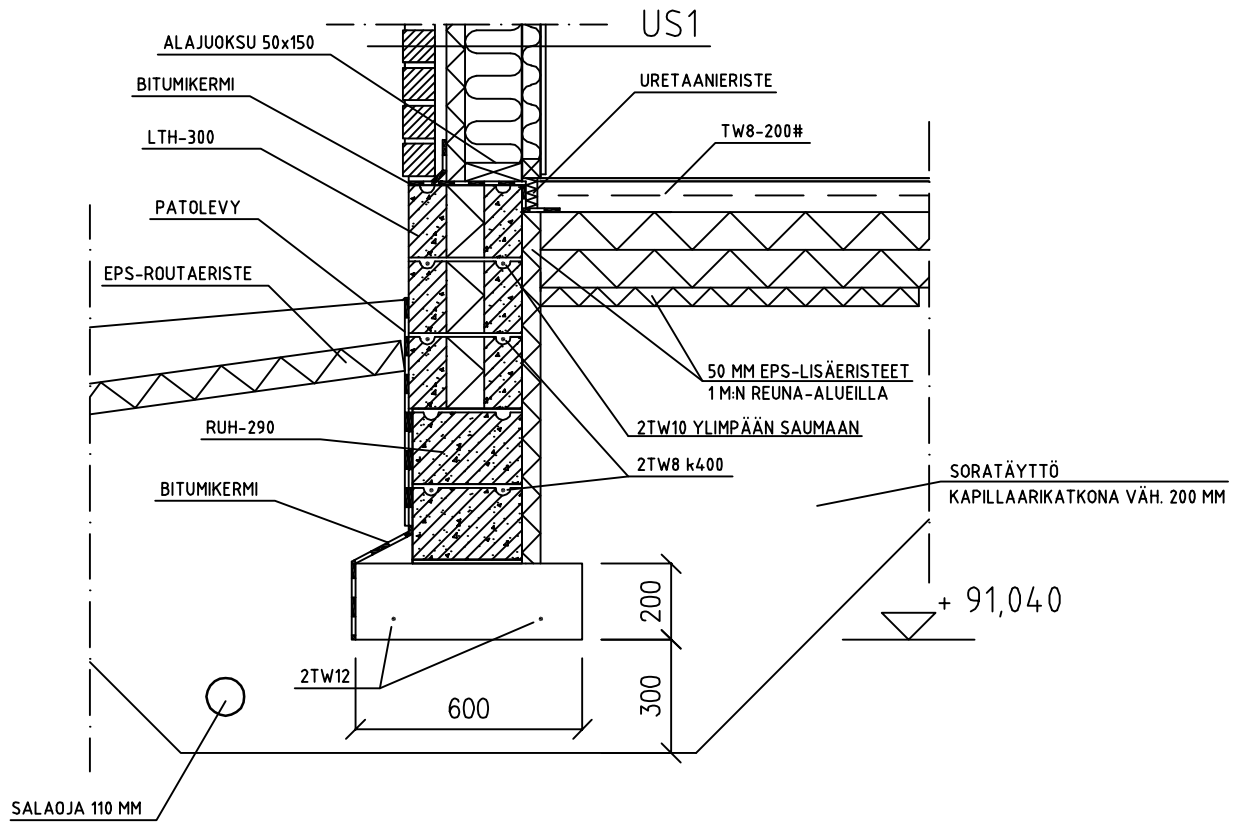
ASUINRAKENNUKSEN RINGON ALASIDEPUU 150x50

PERUSMUURIN SISÄREUNAA

LIITTYVÄT PIIRUSTUKSET: LEIKKAUS D - D, PL1,2,3,4,5,6

Kaupunginosa/Kylä HANKKIO	Korttel/Tila 5907	Tontti/Rno 11	Viranomaisen merkintöjä
Rakennus toimienpide UUDISRAKENNUS			Piirustuslaji RAKENNENPIRUSTUS
Rakennuskohde TALO HELIN SAMMALSTONKATU 5 B, 33710 TAMPERE			Piirustuksen sisältö PERUSTUSTEN MITTAPIRUSTUS
Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero Pauu Helin, Rautapellonkatu 40 B 19, 33700 TRE, 040-8319565			Työnnumero Piirustuksen tunnus
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys Pauu Helin RI-opiskelija		18.4.2008	Muutos
	Suunnitteluala <b>RAK</b>	Tiedosto	

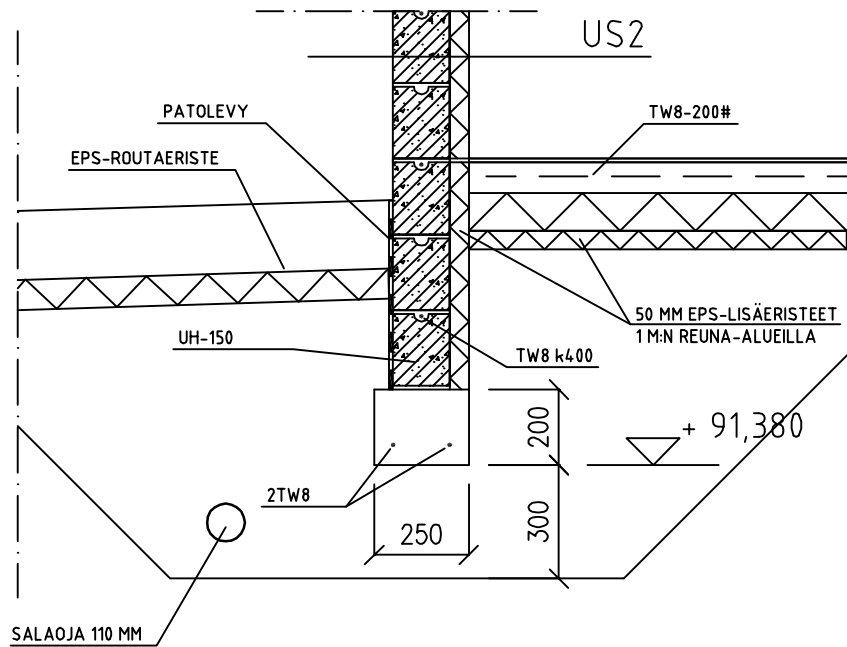
PL1



PL2 VASTAAVA KUIN PL1, MUTTA ANTURA 400 MM LEVEÄ

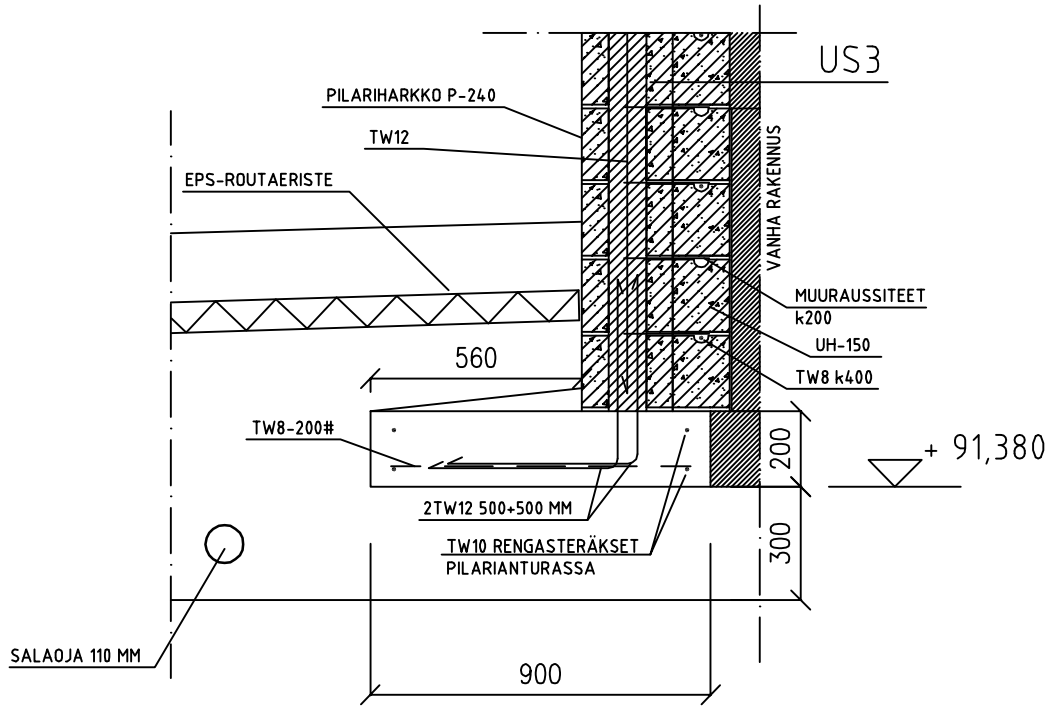
Kaupunginosa/Kylä HANKKIO	Kortteli/Tila 5907	Tontti/Rno 11	Viranomaisten merkintöjä
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS	Piiirustuslaji RAKENNEPIIRUSTUS		Juokseva no
Rakennuskohde TALO HELIN SAMMALISTONKATU 5 B, 33710 TAMPERE	Piiirustuksen sisältö PERUSTUSLEIKKAUS PL1 JA PL2		Mittakaava 1:20
Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero Pauli Helin, Rautapellonkatu 40 B 19, 33700 TRE, 040-8319565	Työnumero	Piiirustuksen tunnus	Muutos
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys Pauli Helin RI-opiskelija	18.4.2008	Suunnitteluala <b>RAK</b>	Tiedosto

# PL3



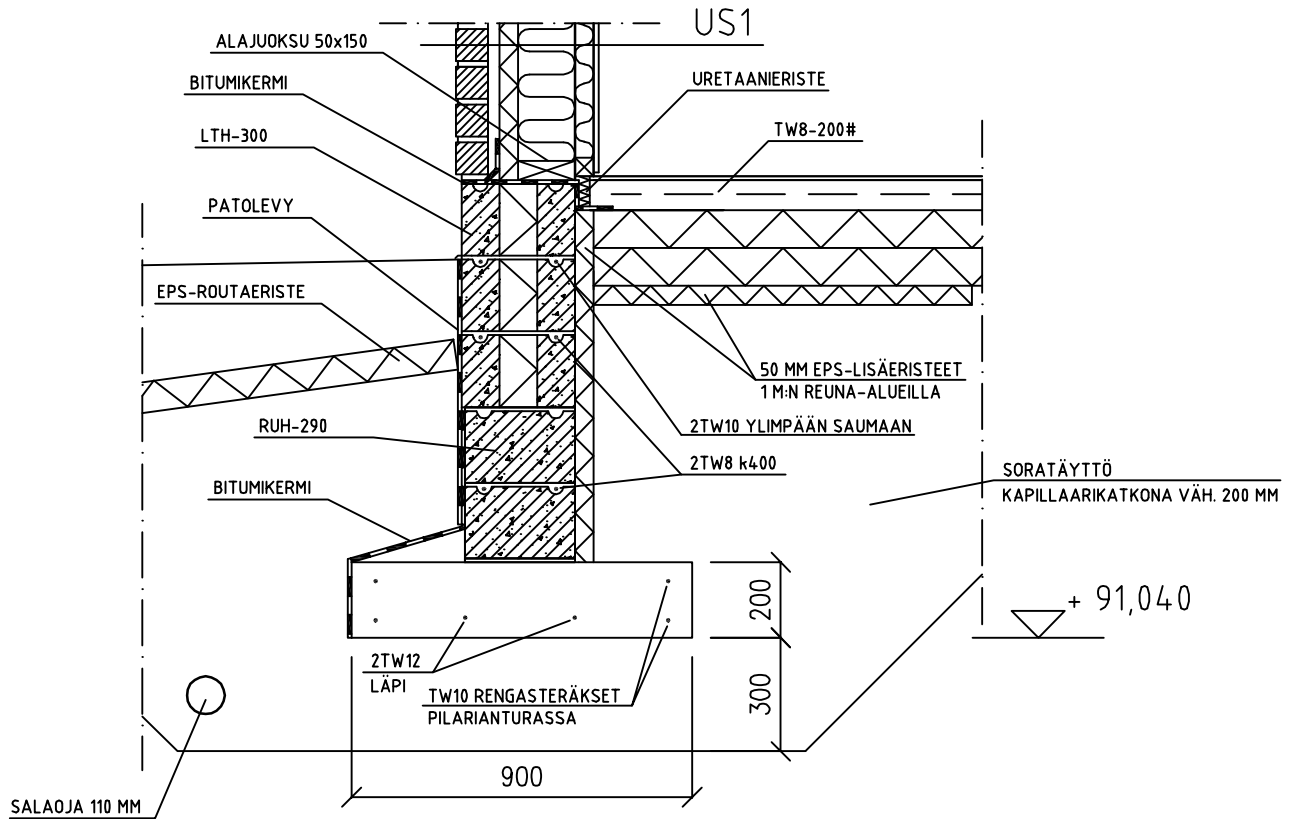
Kaupunginosa/Kylä HANKKIO	Kortteli/Tila 5907	Tontti/Rno 11	Viranomaisten merkintöjä
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS			Piirustuslaji RAKENNEPIIRUSTUS
Rakennuskohde TALO HELIN SAMMALISTONKATU 5 B, 33710 TAMPERE			Juokseva no Mittakaava 1:20
Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero Pauli Helin, Rautapellonkatu 40 B 19, 33700 TRE, 040-8319565			Työnumero Piirustuksen tunnus Muutos
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys Pauli Helin RI-opiskelija	18.4.2008	Suunnitteluala Tiedosto <b>RAK</b>	

PL4



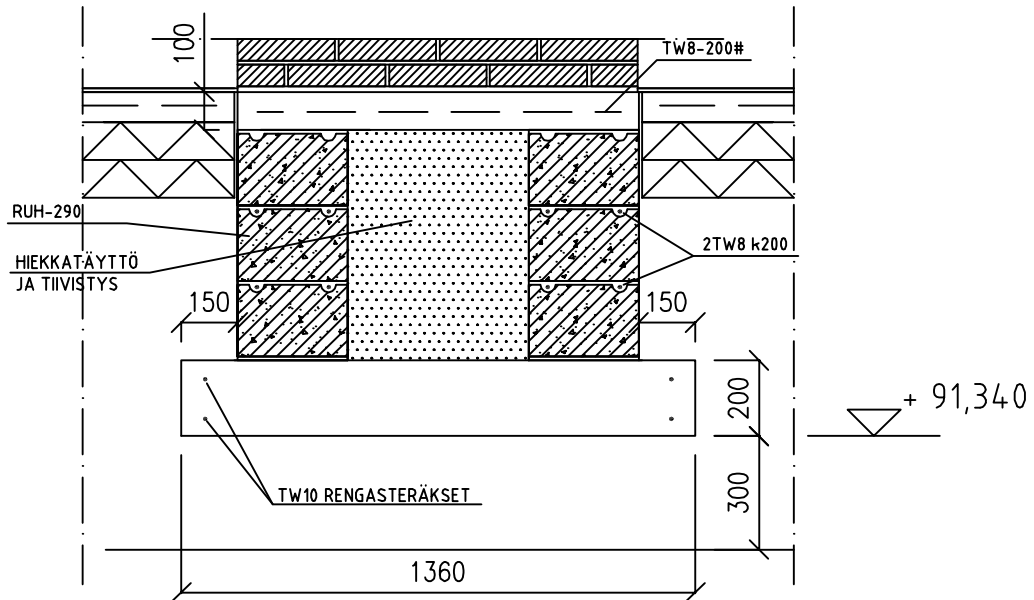
Kaupunginosa/Kylä HANKKIO	Kortteli/Tila 5907	Tontti/Rno 11	Viranomaisten merkintöjä
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS			Piirustuslaji RAKENNEPIIRUSTUS
Rakennuskohde TALO HELIN SAMMALISTONKATU 5 B, 33710 TAMPERE			Juokseva no Mittakaava 1:20
Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero Pauli Helin, Rautapellonkatu 40 B 19, 33700 TRE, 040-8319565			Työnumero Piirustuksen tunnus Muutos
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys Pauli Helin RI-opiskelija	18.4.2008	Suunnitteluala Tiedosto <b>RAK</b>	

# PL5



Kaupunginosa/Kylä HANKKIO	Kortteli/Tila 5907	Tontti/Rno 11	Viranomaisten merkintöjä
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS			Piirustustyyppi RAKENNEPIIRUSTUS
Rakennuskohde TALO HELIN SAMMALISTONKATU 5 B, 33710 TAMPERE			Piirustuksen sisältö PERUSTUSLEIKKAUS PL5
Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero Pauli Helin, Rautapellonkatu 40 B 19, 33700 TRE, 040-8319565	Työnumero	Piirustuksen tunnus	Muutos
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys Pauli Helin RI-opiskelija	18.4.2008	Suunnitteluala <b>RAK</b>	Tiedosto

# PL6

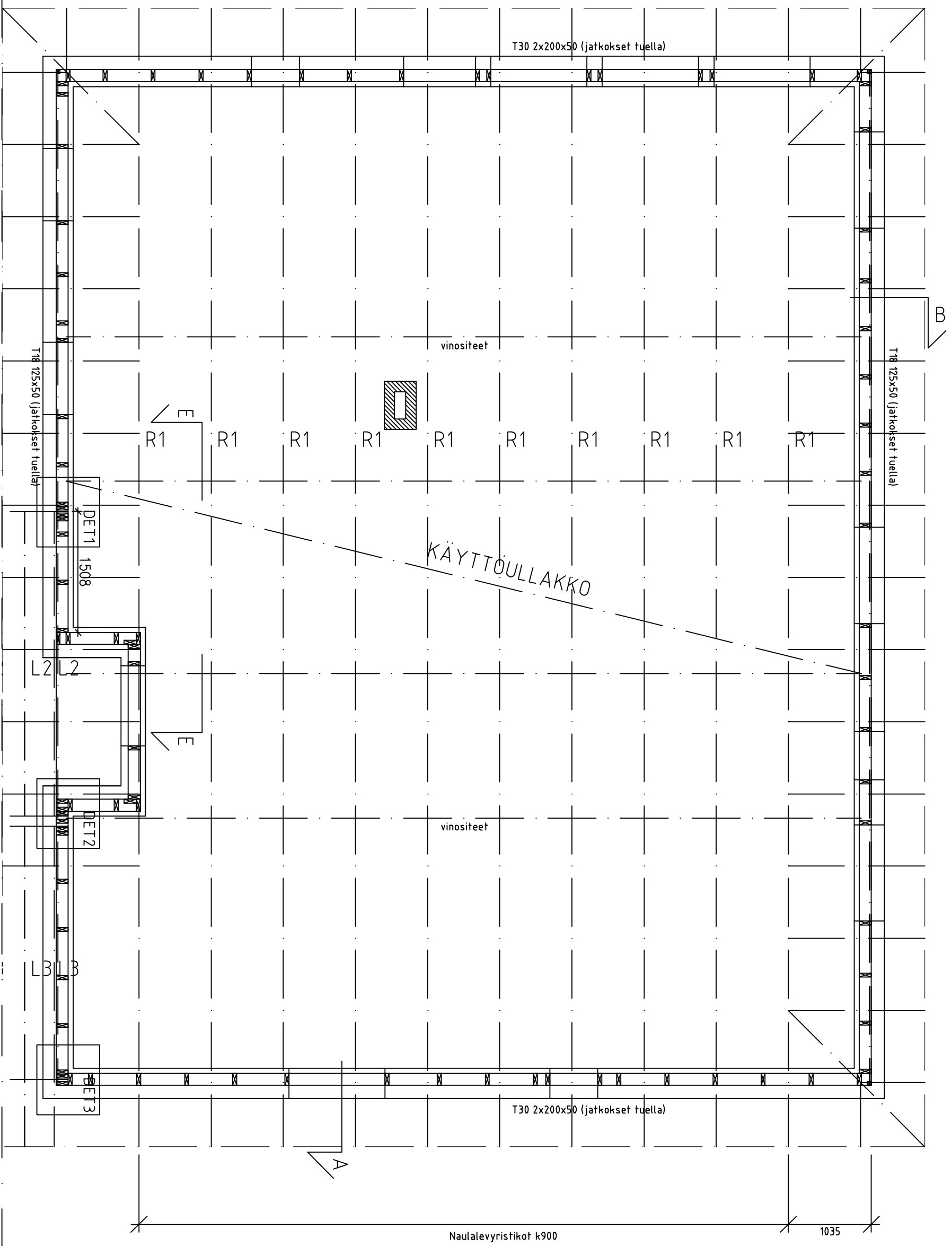


Kaupunginosa/Kylä HANKKIO	Kortteli/Tila 5907	Tontti/Rno 11	Viranomaisten merkintöjä
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS			Piirustustyyppi RAKENNEPIIRUSTUS
Rakennuskohde TALO HELIN SAMMALISTONKATU 5 B, 33710 TAMPERE			Piirustuksen sisältö PERUSTUSLEIKKAUS PL6
Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero Pauli Helin, Rautapellonkatu 40 B 19, 33700 TRE, 040-8319565			Mittakaava 1:20
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys Pauli Helin RI-opiskelija	18.4.2008	Suunnitteluala <b>RAK</b>	Tiedosto



Kaupunginosa/Kylä HANKKIO	Kortteli/Tila 5907	Tontti/Rno 11	Viranomaisten merkintöjä
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS			Piirustuslaji RAKENNEPIIRUSTUS
Rakennuskohde TALO HELIN SAMMALISTONKATU 5 B, 33710 TAMPERE			Juokseva no Mittakaava 1:50
Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero Pauli Helin, Rautapellonkatu 40 B 19, 33700 TRE, 040-8319565			Työnumero Piirustuksen tunnus Muutos
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys Pauli Helin RI-opiskelija	18.4.2008	Suunnitteluala Tiedosto <b>RAK</b>	

TASOPiIRUSTUS 1:50  
ASUNRAKENNUS



KANTAVAT RAKENTEET

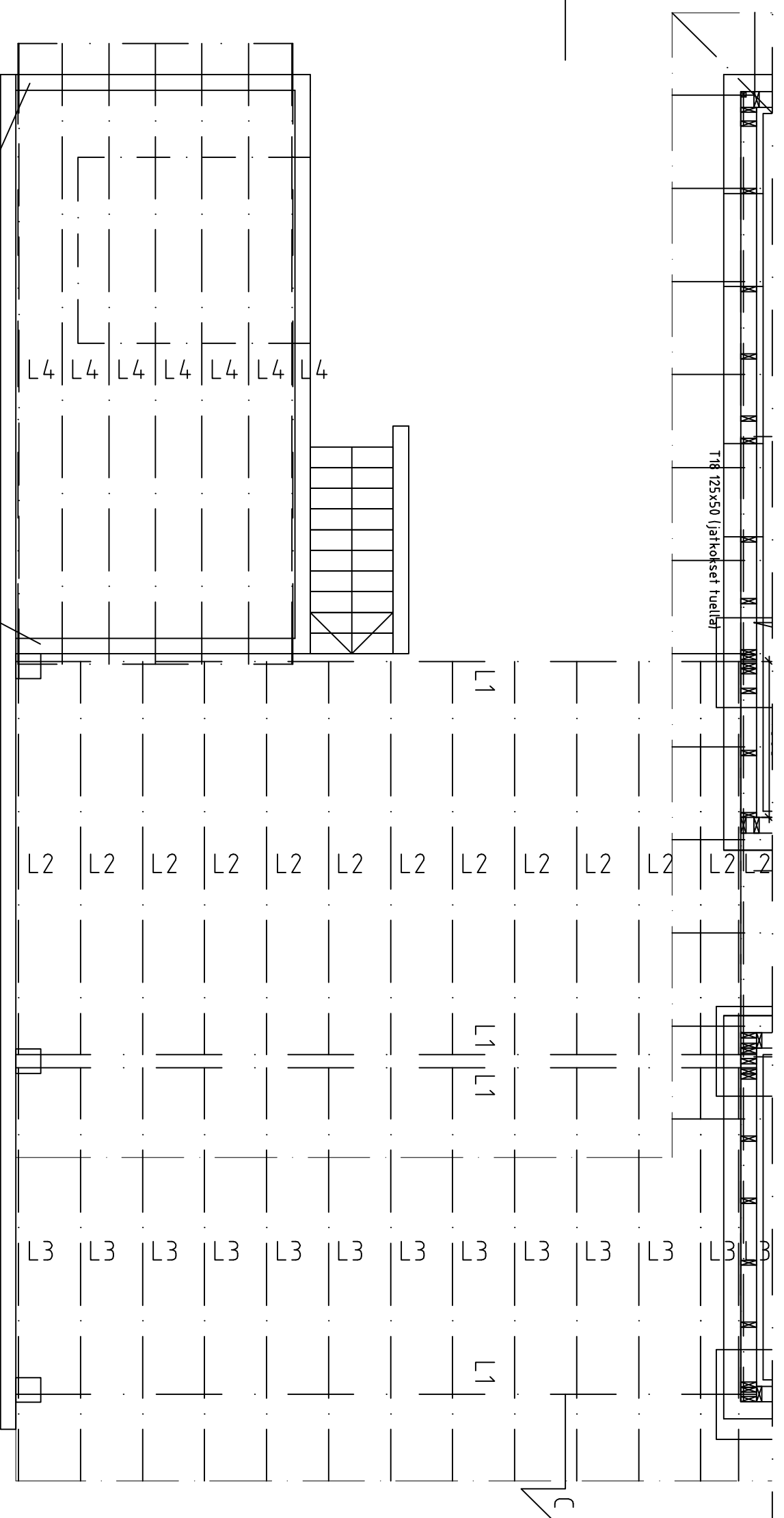
TOLPPARUNKO:  
T18 150x50 k600  
l=2480mm lyhyillä sivuilla

SUOJAETÄISYYDET  
MUURATUT HORMIT:  
PALAVISTA RAKENTEISTA > 100 mm

KUORMAT:  
LUMI = 1,8 kN/m<sup>2</sup>  
TUULI = 0,45 kN/m<sup>2</sup>  
HYÖTYKUORMA = 1,5 kN/m<sup>2</sup>

LIITTYVÄT PIIRUSTUKSET:  
LEIKKAUS A -  
LEIKKAUS B -  
LEIKKAUS E - E

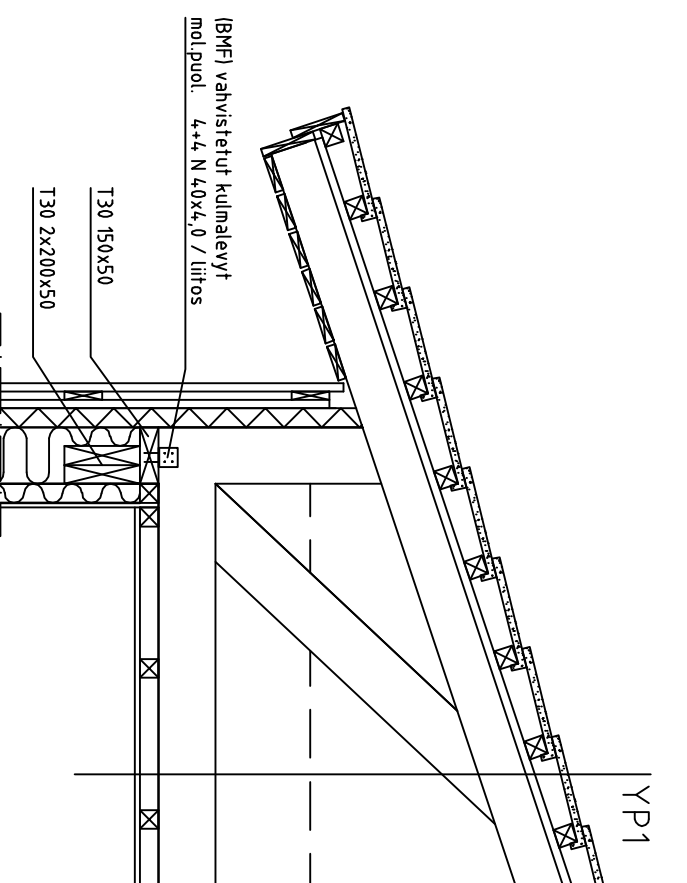
TASOPiIRUSTUS 1:50  
VARASTO JA AUTOKAIVOS



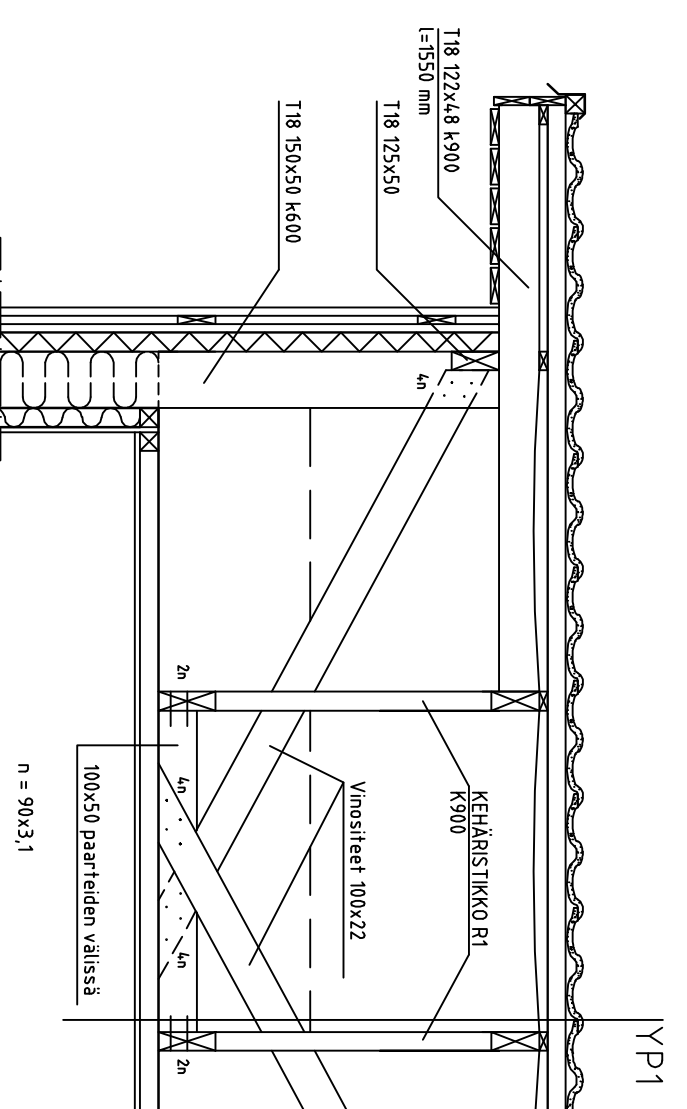
PALKIT:  
L4 KER 260x57 6350 mm 7 kpl  
KANTAVIEN SEINIEN PÄÄLLE YLÄSIDEPUUT 150x50  
RÄYSTÄIDEN VERHOUS VRT. LEIKKAUS A -

PALKIT:  
L1 L-40 495x115 7150 mm 4 kpl  
L2 KER 200x57 3685 mm 13 kpl  
L3 KER 200x57 3042 mm 13 kpl  
LIITTYVÄT PiIRUSTUKSET:  
LEIKKAUS C - C

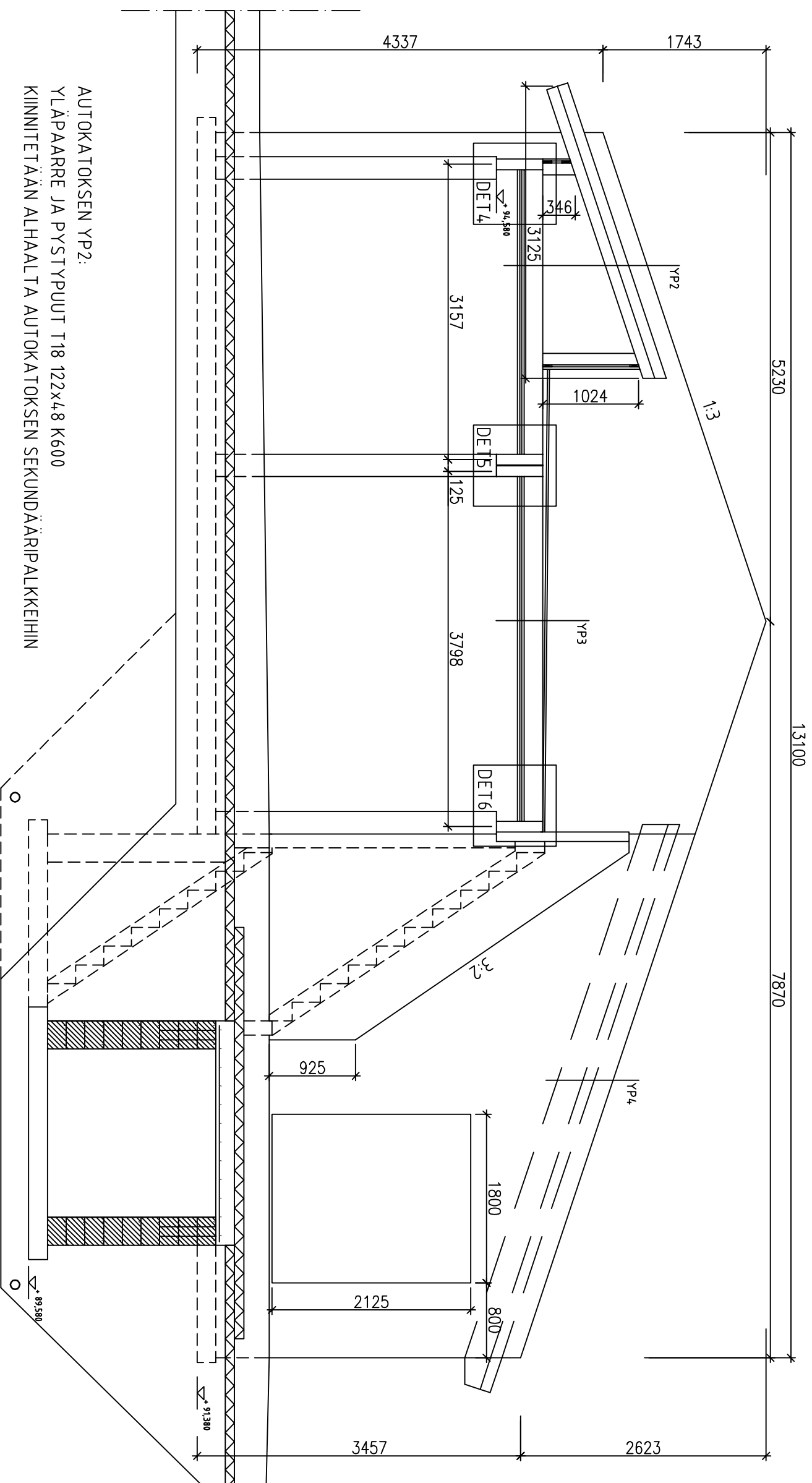
A



B



Kaupunginosa/Kylä HANKKIO	Kortteli/Tila 5907	Tontti/Rno 11	Viranomaisten merkintöjä	
Rakennustoimioide UUDISRAKENNUS			Pirustustaj RAKENNEMIRUSTUS	Julkaisu no
Rakennuskohde TALO HELIN SAMMALUSTONKATU 5 B, 33710 TAMPERE			Pirustuksen sisältö LEIKKAUS A -, B - SWU - JA PÄÄTYRÄYSTÄIT	Mittakaava 1:20
Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero Pauk Helin, Rautapellonkatu 40 B 19, 33700 TRE, 040-8319565			Työnnumero	Pirustuksen tunnus
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys Pauk Helin RI-opiskelija		18.4.2008	Suunnitteluala <b>RAK</b>	Tiedosto
				Muutos

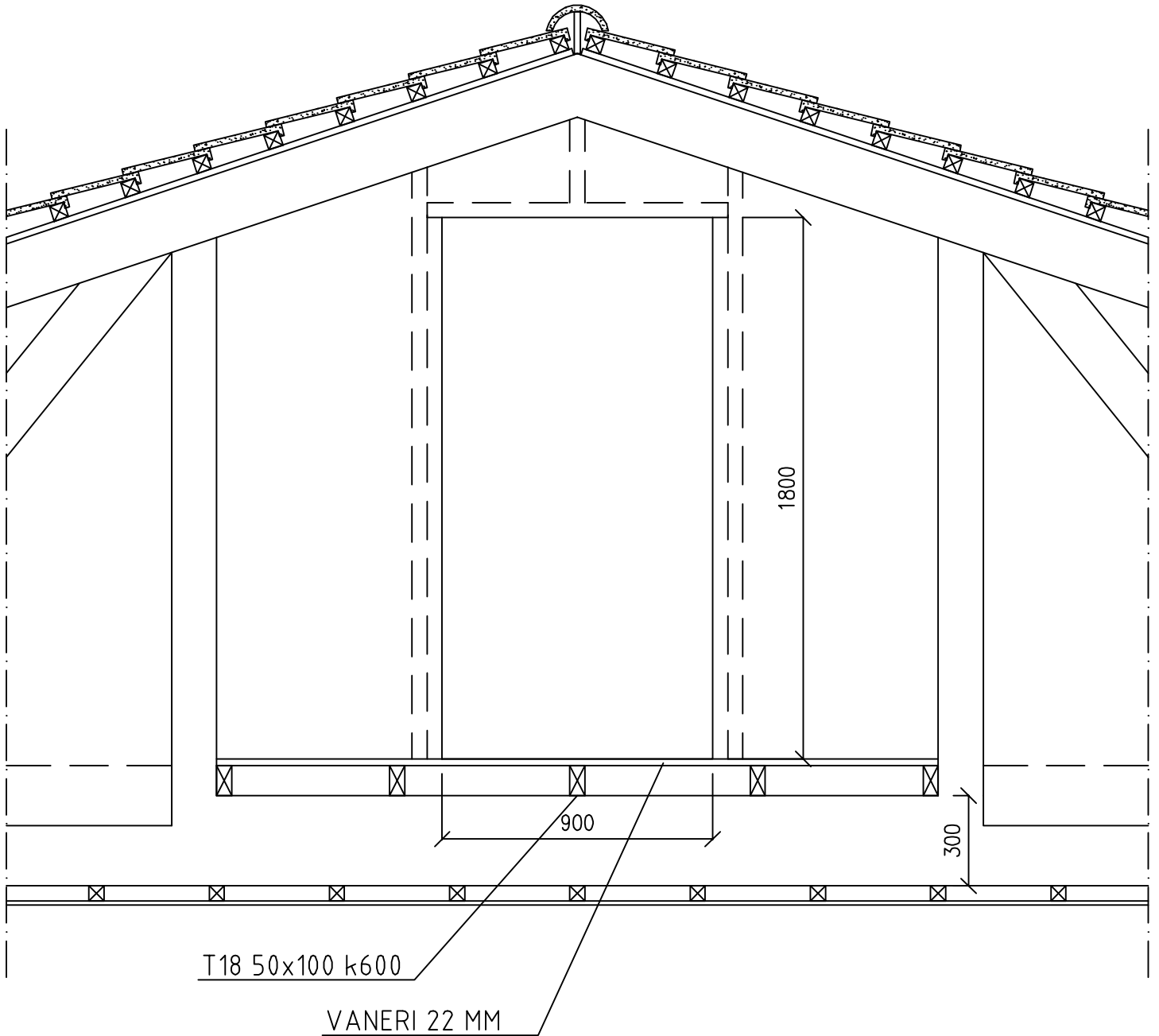


AUTOKATOKSEN YP2:  
YLÄPAARRE JA PYSTYPUUT T18 122x48 K600  
KIINNETÄÄN ALHAALTA AUTOKATOKSEN SEKUNDAÄRIPALKEIHIN  
JÄYKISTYS 22x95 VAAKAPULLA  
VERHOUKSENA PYSTYLAUDOITUS

RÄYSTÄS VRT. LEIKKAUS A -  
SAMAAAN TASOON ASUINRAKENNUKSEN RÄYSTÄÄN KANSSA

Kaupunginosa/Kylä HANKKIO	Korttel/Tila 5907	Tontti/Rno 11	Viranomaisen merkintöjä
Rakennustoimioide UUDISRAKENNUS			Pirustustaji RAKENNENPIRUSTUS
Rakennuskohde TALO HELIN SAMMALUSTONKATU 5 B, 33710 TAMPERE			Pirustuksen sisältö LEIKKAUS C - C
Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero Pauk Helin, Rautapellonkatu 40 B 19, 33700 TRE, 040-8319565		Työnnumero	Pirustuksen tunnus
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys Pauk Helin RI-opiskelija		18.4.2008	Muutos
		Suunnitteluala <b>RAK</b>	Tiedosto



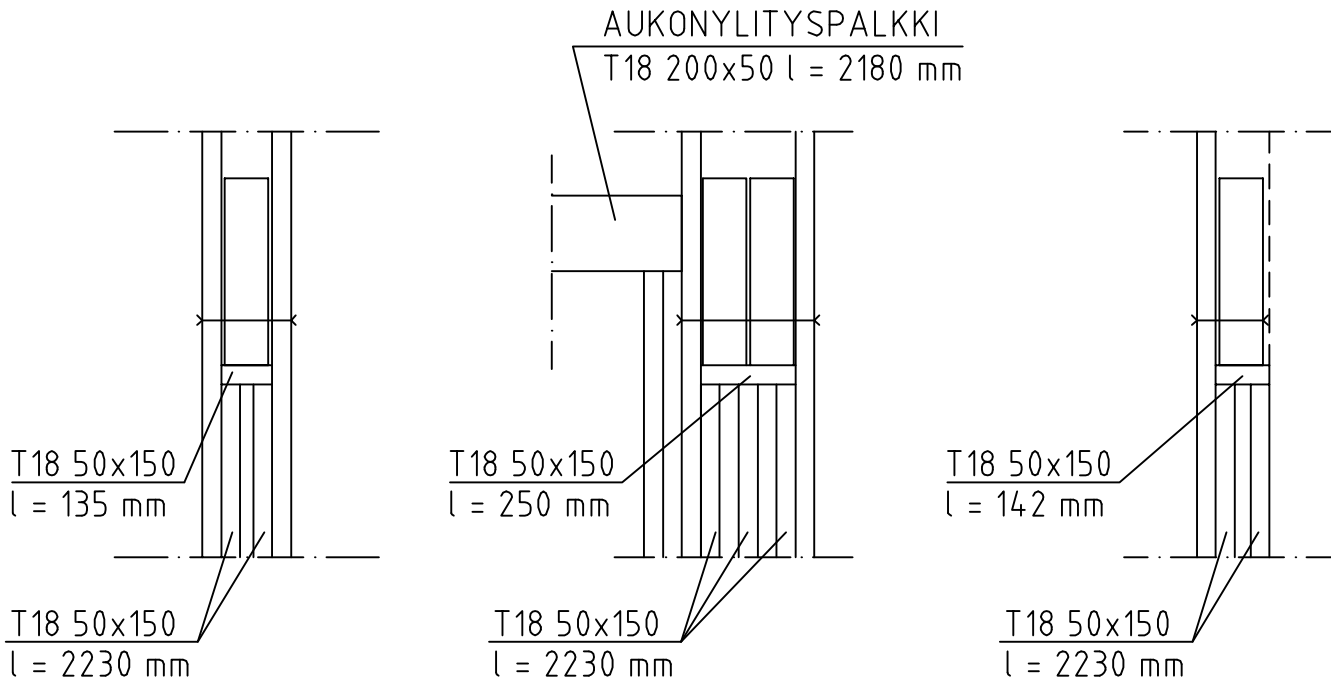


Kaupunginosa/Kylä HANKKIO	Kortteli/Tila 5907	Tontti/Rno 11	Viranomaisten merkintöjä
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS			Piirustuslaji RAKENNEPIIRUSTUS
Rakennuskohde TALO HELIN SAMMALISTONKATU 5 B, 33710 TAMPERE			Juokseva no Mittakaava 1:20
Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero Pauli Helin, Rautapellonkatu 40 B 19, 33700 TRE, 040-8319565			Työnumero Piirustuksen tunnus Muutos
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys Pauli Helin RI-opiskelija	18.4.2008	Suunnitteluala Tiedosto <b>RAK</b>	

DET1

DET2

DET3



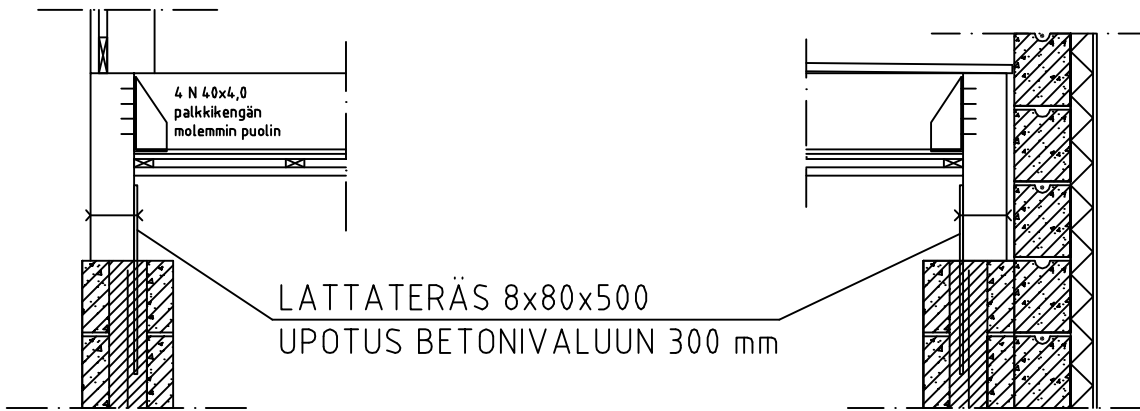
LÄPIPULTTI M20 L1 PALKIN JA RUNKOTOLPPIEN LÄPI + ALUSLEVYTT PÄIHIN

Kaupunginosa/Kylä HANKKIO	Kortteli/Tila 5907	Tontti/Rno 11	Viranomaisten merkintöjä
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS	Piiirustuslaji RAKENNEPIIRUSTUS		Juokseva no
Rakennuskohde TALO HELIN SAMMALISTONKATU 5 B, 33710 TAMPERE	Piiirustuksen sisältö RAKENNEDETALJIT 1,2,3		Mittakaava 1:20
Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero Pauli Helin, Rautapellonkatu 40 B 19, 33700 TRE, 040-8319565	Työnumero	Piiirustuksen tunnus	Muutos
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys Pauli Helin RI-opiskelija	18.4.2008	Suunnitteluala <b>RAK</b>	Tiedosto



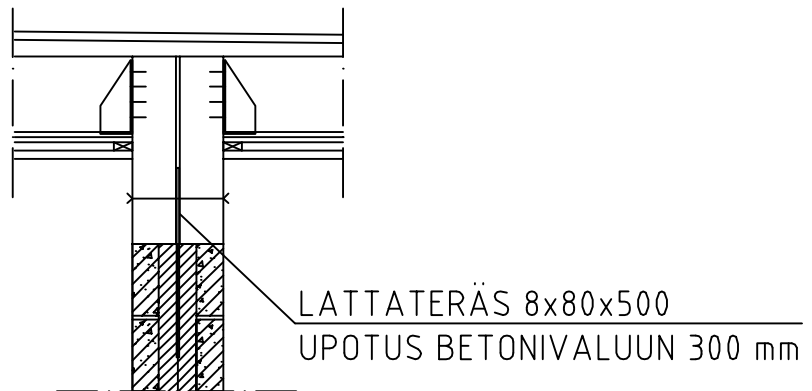
DET 4

DET 6



LÄPIPULTTI M20 L1 PALKIN JA LATTATERÄKSEN LÄPI + ALUSLEVYTT PÄIHIN

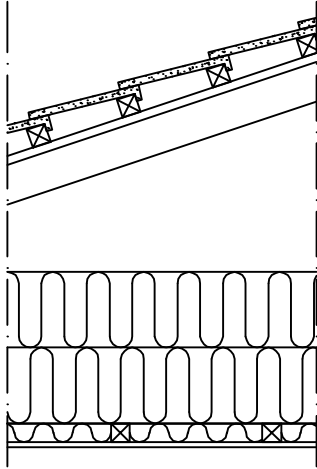
DET 5



L2 JA L3 PALKIT KIINNITETÄÄN L1 PALKKEIHIN  
PALKKIKENGILLÄ, ESIM. PAKE 190x61, 8 N 40x4,0 / LIITOS

Kaupunginosa/Kylä HANKKIO	Kortteli/Tila 5907	Tontti/Rno 11	Viranomaisten merkintöjä
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS	Piiirustuslaji RAKENNEPIIRUSTUS		Juokseva no
Rakennuskohde TALO HELIN SAMMALISTONKATU 5 B, 33710 TAMPERE	Piiirustuksen sisältö RAKENNEDETALJIT 4,5,6		Mittakaava 1:20
Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero Pauli Helin, Rautapellonkatu 40 B 19, 33700 TRE, 040-8319565	Työnumero	Piiirustuksen tunnus	Muutos
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys Pauli Helin RI-opiskelija	18.4.2008	Suunnitteluala <b>RAK</b>	Tiedosto

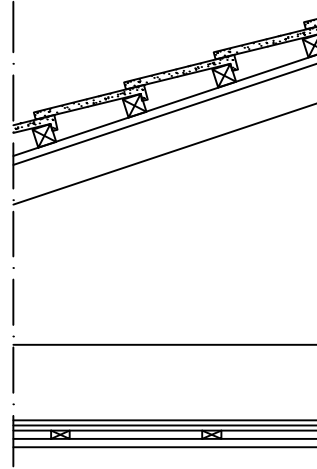
Kaupunginosa/Kylä HANKKIO	Kortteli/Tila 5907	Tontti/Rno 11	Viranomaisten merkintöjä		
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS			Piirustuslaji RAKENNEPIIRUSTUS	Juokseva no	
Rakennuskohde TALO HELIN SAMMALISTONKATU 5 B, 33710 TAMPERE			Piirustuksen sisältö RAKENNETYYPIIT	Mittakaava 1:20	
Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero Pauli Helin, Rautapellonkatu 40 B 19, 33700 TRE, 040-8319565			Työnumero	Piirustuksen tunnus	Muutos
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys Pauli Helin RI-opiskelija			14.4.2008	Suunnittelualue <b>RAK</b>	Tiedosto



### YP1

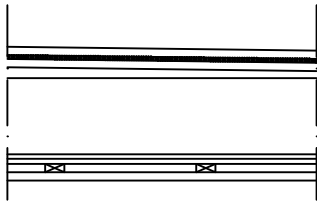
BETONITILIKATE  
 RUOTEET 50X50 MM  
 KOROTUSRIMAT 22X50 MM  
 ALUSKATE, MUOVIVAHVISTETTU PAHVI  
 KATTOKANNAKKEET, NAULALEVYRISTIKOT K900  
 PUHALLUSVILLA 400 MM  
 HÖYRYNSULKUMUOVI 0,2 MM  
 SISÄKATON KOOLAUS 50x50 MM K400 JA  
 MINERAALIVILLA 50 MM  
 KIPSILEVY 13 MM

U = 0,12 W/m<sup>2</sup>K



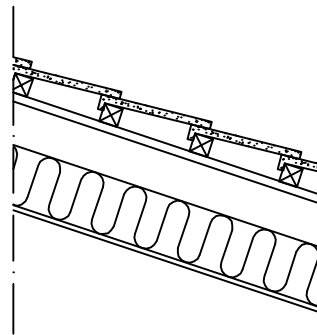
### YP2

BETONITILIKATE  
 RUOTEET 50X50 MM  
 KOROTUSRIMAT 22X50 MM  
 ALUSKATE, MUOVIVAHVISTETTU PAHVI  
 SEKUNDÄÄRIPALKKI K600  
 KIPSILEVY 2x13 MM  
 KOOLAUS 22x50 MM K400  
 HARVALAUDOITUS



### YP3

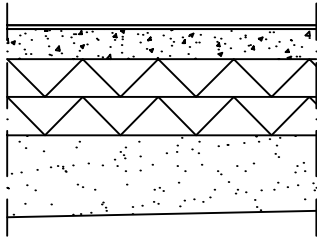
KESTOPUUI LAUDOITUS  
 BITUMIKERMI  
 VANERI 22 MM  
 KIILARIMA, KALLISTUS 1:80  
 SEKUNDÄÄRIPALKKI K600  
 KIPSILEVY 2x13 MM  
 KOOLAUS 22x50 MM K400  
 HARVALAUDOITUS



### YP4

BETONITILIKATE  
 RUOTEET 50X50 MM  
 KOROTUSRIMAT 22X50 MM  
 ALUSKATE, MUOVIVAHVISTETTU PAHVI  
 KERTOPUUPALKKI K450 JA  
 MINERAALIVILLA 150 MM  
 HÖYRYNSULKUMUOVI 0,2 MM  
 KIPSILEVY 13 MM

Rakennuskohde TALO HELIN SAMMALISTONKATU 5 B, 33710 TAMPERE	Piirustuksen sisältö YLÄPOHJAT	Mittakaava 1:20
Suunnittelija Pauli Helin, Rautapellonkatu 40 B 19, 33700 TRE, 040-8319565	Työnumero Piirustuksen tunnus YP1,2,3,4	Muutos



## AP1

LATTIAN PINNOITE

TERÄSBETONILAATTA 80 MM

EPS 2x100 MM (REUNA-ALUEILLA 50 MM LISÄERISTYS)

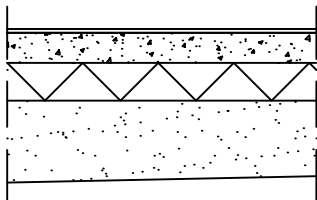
SORATÄYTTÖ >200 MM

SUODATINKANGAS

PERUSMAA, PINTA KALLISTETTU SALAOJIIIN PÄIN

U = 0,14 W/m<sup>2</sup>K (ulompi reuna-alue)

U = 0,12 W/m<sup>2</sup>K (sisempi reuna-alue)



## AP2

LATTIAN PINNOITE

TERÄSBETONILAATTA 80 MM

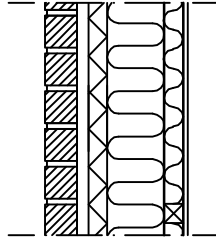
EPS 100 MM

SORATÄYTTÖ >200 MM

SUODATINKANGAS

PERUSMAA, PINTA KALLISTETTU SALAOJIIIN PÄIN

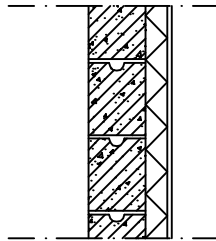
<p>Rakennuskohde TALO HELIN SAMMALISTONKATU 5 B, 33710 TAMPERE</p>	<p>Piirustuksen sisältö ALAPOHJAT</p>	<p>Mittakaava 1:20</p>
<p>Suunnittelija Pauli Helin, Rautapellonkatu 40 B 19, 33700 TRE, 040-8319565</p>	<p>Työnumero Piirustuksen tunnus AP1,2</p>	<p>Muutos</p>



### US1

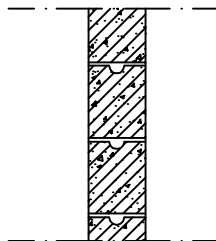
TIILIVERHOUS 85 MM  
 TUULETUSRAKO 30 MM  
 TUULENSUOJA VILLALEVY 50 MM  
 TOLPPARUNKO 50x150 MM K600 JA  
 MINERAALIVILLA 150 MM  
 HÖYRYNSULKUMUOVI 0,2 MM  
 VAAKAKOOLAUS 50x50 MM K600 JA  
 MINERAALIVILLA 50 MM  
 KIPSILEVY 13 MM

U = 0,17 W/m<sup>2</sup>K



### US2

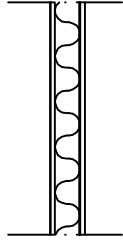
RAPPAUS  
 UH-150 KEVYTSORAHARKKO  
 POLYSTYREENIERISTE 60 MM  
 (ESIM. SPU WILHELM 60 MM + 11 MM LASTULEVY)



### US3

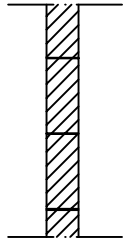
RAPPAUS  
 UH-150 KEVYTSORAHARKKO  
 RAPPAUS

Rakennuskohde TALO HELIN SAMMALISTONKATU 5 B, 33710 TAMPERE	Piirustuksen sisältö ULKOSEINÄT Mittakaava 1:20	
Suunnittelija Pauli Helin, Rautapellonkatu 40 B 19, 33700 TRE, 040-8319565	Työnumero	Piirustuksen tunnus US1,2,3 Muutos



### VS1

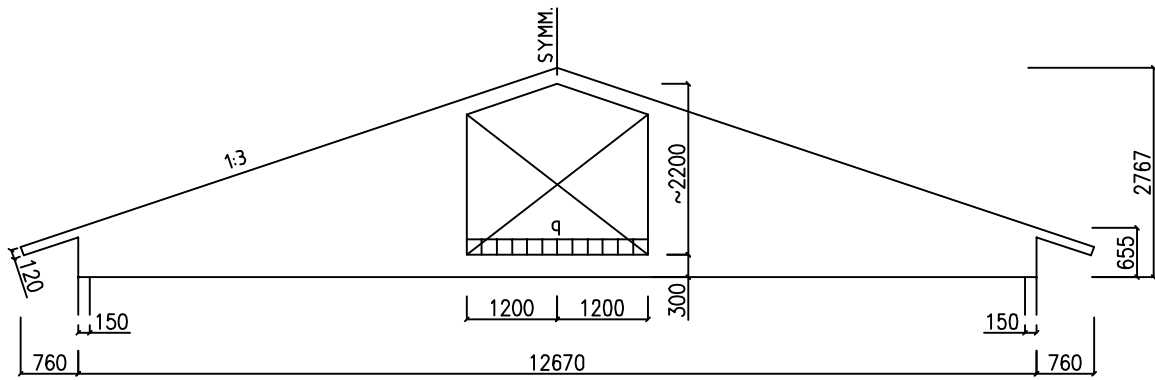
KIPSILEVY 13 MM  
SAHATAVARA 44x66 K600 JA  
MINERAALIVILLA 50 MM  
KIPSILEVY 13 MM



### VS2

PINTAMATERIAALI, MAALI  
TASOITE  
KAHI-HARKKO 85 MM OHUTSAUMAMUURATTUNA  
TASOITE  
PINTAMATERIAALI, MAALI/  
KOSTEAT TILAT: VESIERISTE + LAATTA

Rakennuskohde TALO HELIN SAMMALISTONKATU 5 B, 33710 TAMPERE	Piirustuksen sisältö VÄLISEINÄT	Mittakaava 1:20
Suunnittelija Pauli Helin, Rautapellonkatu 40 B 19, 33700 TRE, 040-8319565	Työnumero	Piirustuksen tunnus VS1,2 Muutos



KUORMAT (kN/m):

A. Yläpaarre

- lumikuorma 1,62
- rakenteet 0,54
- tuulikuorma 0,28

B. Alapaarre

- rakenteet 0,41
- lisäkuorma  $q=1,35$

Ristikoiden jakoväli K900

Ristikoita valmistetaan 10 kpl

Kaupunginosa/Kylä HANKKIO	Kortteli/Tila 5907	Tontti/Rno 11	Viranomaisten merkintöjä
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS			Piirustustyyppi RAKENNEPIIRUSTUS
Rakennuskohde TALO HELIN SAMMALISTONKATU 5 B, 33710 TAMPERE			Juokseva no Mittakaava 1:100
Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero Pauli Helin, Rautapellonkatu 40 B 19, 33700 TRE, 040-8319565	Työnumero	Piirustuksen tunnus	Muutos
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys Pauli Helin RI-opiskelija	18.4.2008	Suunnitteluala <b>RAK</b>	Tiedosto

**RAKENNELASKELMAT****Kuormat:**

## A. Yläpaarre

1. Lumikuorma  $q_k = 1,8 \text{ kN/m}^2$   
 $q_d = 1,6 * 1,8 \text{ kN/m}^2 = 2,88 \text{ kN/m}^2$

## 2. Rakenteet

- betonikattotiili  $0,45 \text{ kN/m}^2$   
 - orret + aluskate + yläpaarre + ½ diagonaaleista  
 $0,15 \text{ kN/m}^2$   
 yht.  $g_k = 0,6 \text{ kN/m}^2$   
 $g_d = 1,2 * 0,6 \text{ kN/m}^2 = 0,72 \text{ kN/m}^2$

## B. Alapaarre

## 1. Rakenteet

- puhallusvilla  $0,4 \text{ m} * 0,5 \text{ kN/m}^3 = 0,2 \text{ kN/m}^2$   
 - koolaus + alapaarre + 50 mm mineraalivilla + ½ diagonaaleista + sisäkattoverhous  
 $0,25 \text{ kN/m}^2$   
 yht.  $g_k = 0,45 \text{ kN/m}^2$   
 $g_d = 1,2 * 0,45 \text{ kN/m}^2 = 0,54 \text{ kN/m}^2$

## 2. Lisäkuormitus

- oleskelukuorma I  $q_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$   
 $q_d = 1,6 * 1,5 \text{ kN/m}^2 = 2,4 \text{ kN/m}^2$

(kuormitusalue 2,4 m ristikon keskellä)

**Kuormitus ristikoille k900**

Yläpaarre [kN/m]

$q = 0,9 * 1,8 = 1,62$   $q_d = 0,9 * 2,88 = 2,59$   
 $g = 0,9 * 0,6 = 0,54$   $g_d = 0,9 * 0,72 = 0,65$

Alapaarre [kN/m]

$q = 0,9 * 1,5 = 1,35$  (1,2 m alue)  $q_d = 0,9 * 2,4 = 2,16$  (1,2 m alue)  
 $g = 0,9 * 0,45 = 0,41$   $g_d = 0,9 * 0,54 = 0,49$



**Ristikön tukireaktiot**

$$R_k = 0,5 * (12,67 + 2 * 0,76) \text{ m} * (0,54 + 1,62) \text{ kN/m} + 0,5 * 12,67 \text{ m} * 0,41 \text{ kN/m} \\ + 1,2 \text{ m} * 1,35 \text{ kN/m} = 19,6 \text{ kN}$$

$$R_d = 0,5 * (12,67 + 2 * 0,76) \text{ m} * (0,65 + 2,59) \text{ kN/m} + 0,5 * 12,67 \text{ m} * 0,49 \text{ kN/m} \\ + 1,2 \text{ m} * 2,16 \text{ kN/m} = 28,7 \text{ kN}$$

**Kuormitustapaus I** (kuormitus keskellä 1,25 m aukkoa)

$$p_d = 28,7 \text{ kN}$$

$$M_A = \frac{-3}{16} FL = \frac{-3}{16} * 28,7 \text{ kN} * 1,25 \text{ m} = -6,73 \text{ kNm}$$

**Kuormitustapaus II** (kuormitukset 1,25 m aukon reunoilla)

$$M_{A1} = \frac{-Fab}{2L^2}(L+b) = \frac{-28,7 \text{ kN} * 0,175 \text{ m} * 1,075 \text{ m}}{2 * (1,25 \text{ m})^2} (1,25 \text{ m} + 1,075 \text{ m}) = -4,02 \text{ kNm}$$

$$M_{A2} = \frac{-Fab}{2L^2}(L+b) = \frac{-28,7 \text{ kN} * 1,075 \text{ m} * 0,175 \text{ m}}{2 * (1,25 \text{ m})^2} (1,25 \text{ m} + 0,175 \text{ m}) = -2,46 \text{ kNm}$$

$$M_a = M_{A1} + M_{A2} = -4,02 \text{ kNm} - 2,46 \text{ kNm} = -6,48 \text{ kNm}$$

=> kuormitustapaus I mitoittaa

**Kokeillaan sahatavarapalkkia T30-1(B)**

$$\text{Taivutuslujuus } f_b = \frac{1 * 23 \text{ MN} / \text{m}^2}{1,3} = 17,7 \text{ MN} / \text{m}^2$$

$$\text{Leikkauslujuus } f_v = \frac{1 * 2 \text{ MN} / \text{m}^2}{3} = 1,54 \text{ MN} / \text{m}^2$$

$$W_{vaad} = \frac{M_d}{f_b} = \frac{6,73 * 10^{-3} \text{ MNm}}{17,7 \text{ MN} / \text{m}^2} = 380 * 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow h * b = 2 * 200 * 50 \Rightarrow W_x = 667 \text{ cm}^3$$

Leikkauskestävyyden tarkistus

$$V_d = R_{dA} \text{ (kuormitustapaus I)}$$

$$R_{dA} = \frac{Fb}{2L^3}(3L^2 - b^2) = \frac{28,7 \text{ kN} * 0,625 \text{ m}}{2 * (1,25 \text{ m})^3} (3 * (1,25 \text{ m})^2 - (0,625 \text{ m})^2) = 19,73 \text{ kN}$$

Leikkausjännitys

$$d_v = \frac{1,5 * V_d}{A} = \frac{1,5 * 19,73 * 10^{-3} MN}{(0,1 * 0,2) m^2} = 1,48 MN / m^2 < f_v \quad \text{OK!}$$

Taipuma

$$f_{\max} = \frac{1}{48\sqrt{5}} * \frac{FL^3}{EI} = \frac{1}{48\sqrt{5}} * \frac{28,7 kN * (125 cm)^3}{700 kN / cm^2 * 6666 cm^4} = 0,11 cm \quad \text{OK!}$$

**Ristikon vaatima tukipinta**

$$R_d = 28,7 \text{ kN}$$

Puristuslujuus syitä vastaan (T30)

$$f_{c\perp} = \frac{1 * 3,7 MN / m^2}{1,3} = 2,85 MN / m^2$$

$$A_{\perp vaad} = \frac{R_d}{f_{c\perp}} = \frac{28,7 kN}{0,285 kN / cm^2} = 100,7 cm^2$$

Toimiva tukipinta  $2 * 50 \text{ mm} + 50 \text{ mm} = 150 \text{ mm}$

$$l_{tukip.} = \frac{100,7}{4,8} = 21 cm > 15 cm \quad \Rightarrow \text{käytetään kiskopainekerrointa}$$

$$k * f_{c\perp} = 1,67 * 2,85 MN / m^2 = 4,76 MN / m^2$$

$$\Rightarrow l_{tukip.} = \frac{R_d}{k * f_{c\perp} * b} = \frac{28,7 kN}{0,476 kN / cm^2 * 4,8 cm} = 12,6 cm < 15 cm \quad \text{OK!}$$

Jatkoksen tulee olla yli 100 mm:n etäisyydellä ristikosta yläsidepuussa.

**Ikkuna-aukon pielipylyvä**

Tuulikuormitus (100%)

Maastoluokka III, korkeus n. 5 m

- nopeuspaine  $q_w = 0,45 \text{ kN/m}^2$

- kerroin  $c_p = 0,7$

Seinälle tuleva kuormitus

$$q_{wk} = 0,7 * 0,45 \text{ kN/m}^2 = 0,315 \text{ kN/m}^2$$

Kuormitusleveys

$$0,625 \text{ m} + 0,3 \text{ m} = 0,925 \text{ m}$$

Pielipylväälle tuulikuormaa

$$q_{wk} = 0,925 \text{ m} * 0,315 \text{ kN/m}^2 = 0,29 \text{ kN/m}$$

Laskentatuulikuorma

$$q_{wd} = 1,6 * 0,29 \text{ kN/m} = 0,47 \text{ kN/m}$$

Pylväälle kertyvä kuormitus (50%)

$$N_d = V_d = 26,8 \text{ kN}$$

Suoritetaan pylvään mitoitus ilman osakuormien vähennyskertoimia.

$$M_d = \frac{q_{wd} * l^2}{8} = \frac{0,47 \text{ kN/m} * (2,5 \text{ m})^2}{8} = 0,37 \text{ kNm}$$

Kokeillaan pylvääksi h \* b 150x50 T18-1(C)

$$i = 0,289 * 150 \text{ mm} = 43,4 \text{ mm}$$

$$l = \frac{l_c}{i} = \frac{2500}{43,4} = 58 \quad \Rightarrow k_s = 0,40 \text{ (alkuepäkesk. 1/200)}$$

$$\text{Puristuslujuus } f_c = \frac{1,3 * 15 \text{ MN/m}^2}{1,3} = 15 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{Taivutuslujuus } f_b = \frac{1,3 * 16 \text{ MN/m}^2}{1,3} = 16 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{Puristusjännitys } d_c = \frac{N_d}{A} = \frac{26,8 * 10^{-3} \text{ MN}}{75 * 10^{-4} \text{ m}^2} = 3,6 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{Taivutusjännitys } d_b = \frac{M_d}{W} = \frac{0,37 * 10^{-3} \text{ MNm}}{188 * 10^{-6} \text{ m}^3} = 2,0 \text{ MN/m}^2$$

$$\frac{d_c}{k * f_c} + \frac{d_b}{f_b} = \frac{3,6}{0,4 * 15} + \frac{2,0}{16} = 0,73 < 1 \quad \text{OK!}$$

Lasketaan vielä 50% tuuli- ja 100% lumikuormalla:

Laskentatuulikuorma (50%)

$$q_{wd} = 1,6 * 0,145 \text{ kN/m} = 0,23 \text{ kN/m}$$

Pylväälle kertyvä kuormitus (100%)

$$N_d = 2 * V_d = 2 * 19,73 \text{ kN} = 39,5 \text{ kN}$$

Suoritetaan pylvään mitoitus ilman osakuormien vähennyskertoimia.

$$M_d = \frac{q_{wd} * l^2}{8} = \frac{0,23 \text{ kN/m} * (2,5 \text{ m})^2}{8} = 0,18 \text{ kNm}$$

Kokeillaan pylvääksi h \* b 150x50 T18-1(C)

$$i = 0,289 * 150 \text{ mm} = 43,4 \text{ mm}$$

$$l = \frac{l_c}{i} = \frac{2500}{43,4} = 58 \quad \Rightarrow k_s = 0,40 \text{ (alkuepäkesk. 1/200)}$$

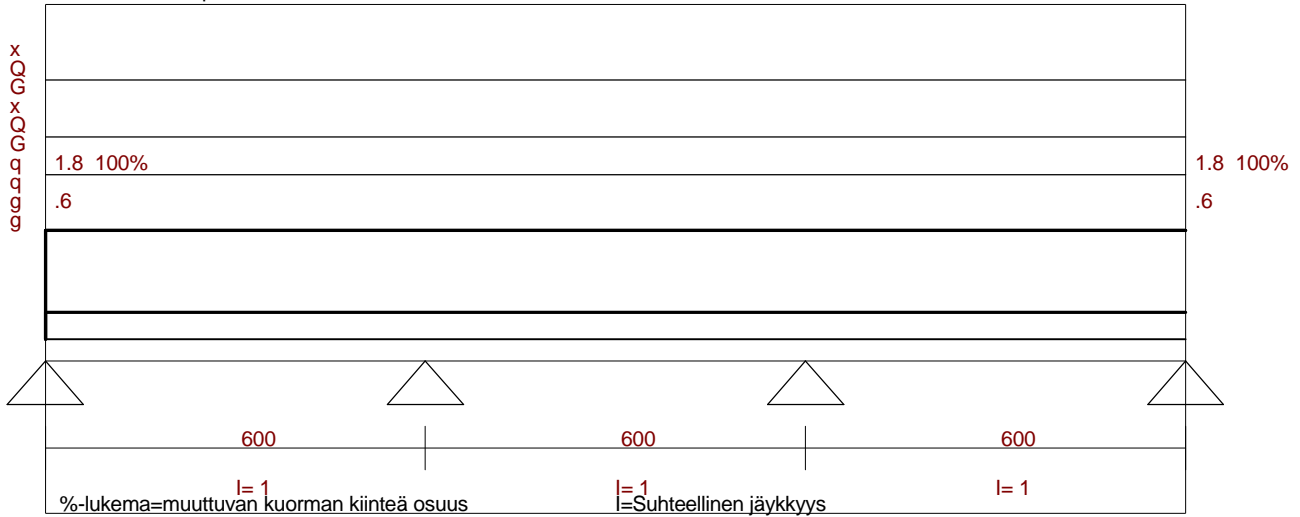
$$\text{Puristuslujuus } f_c = \frac{1,3 * 15 \text{ MN/m}^2}{1,3} = 15 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{Taivutuslujuus } f_b = \frac{1,3 * 16 \text{ MN/m}^2}{1,3} = 16 \text{ MN/m}^2$$

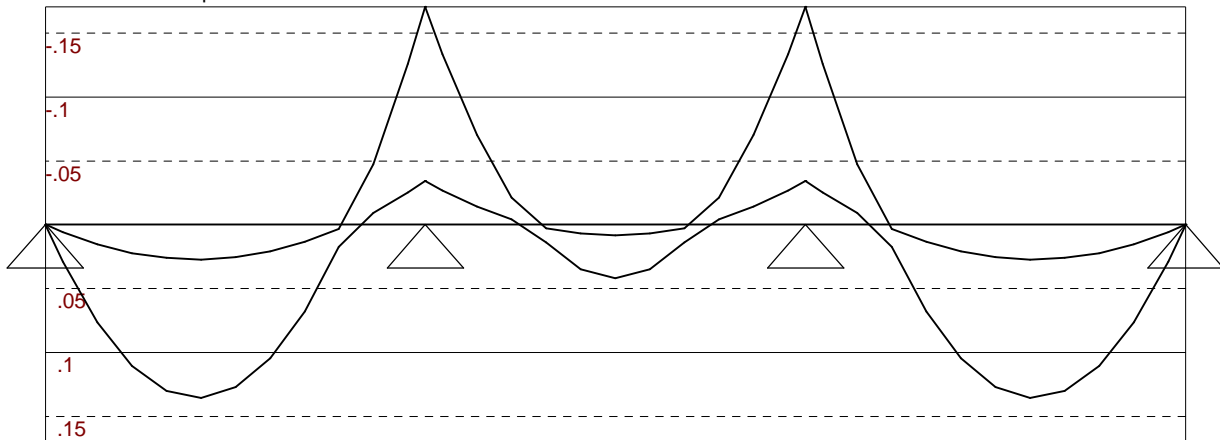
$$\text{Puristusjännitys } d_c = \frac{N_d}{A} = \frac{39,5 * 10^{-3} \text{ MN}}{75 * 10^{-4} \text{ m}^2} = 5,3 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{Taivutusjännitys } d_b = \frac{M_d}{W} = \frac{0,18 * 10^{-3} \text{ MNm}}{188 * 10^{-6} \text{ m}^3} = 0,96 \text{ MN/m}^2$$

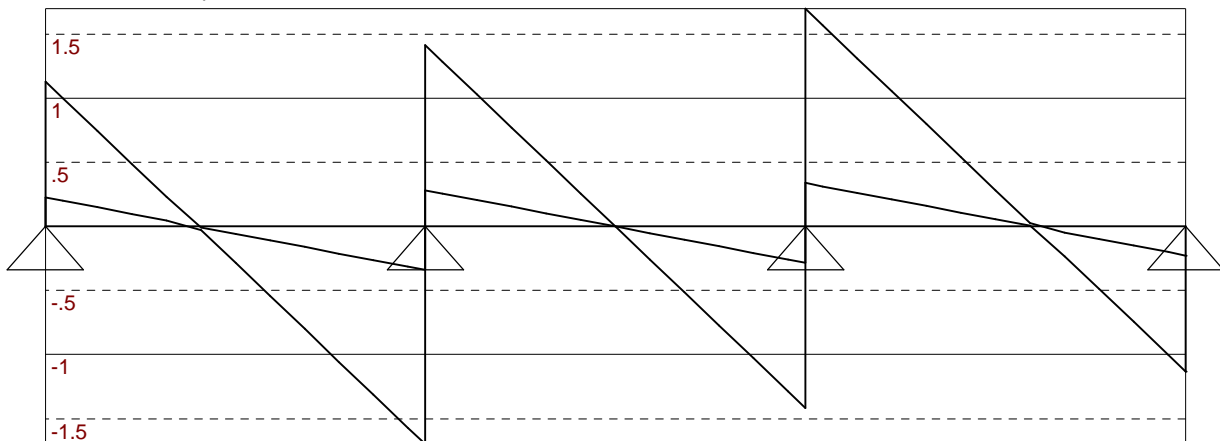
$$\frac{d_c}{k * f_c} + \frac{d_b}{f_b} = \frac{5,3}{0,4 * 15} + \frac{0,96}{16} = 0,94 < 1 \quad \text{OK!}$$



Licensed to: Tampereen Ammattikorkeakoulu



Licensed to: Tampereen Ammattikorkeakoulu



Pysyvän kuorman osavarm kerr= 1.2 Muuttuvan kuorman osavarm kerr= 1.6

Palkin oletettu kuormitusleveys 1.31 (m) (jolla yllä esitetyt jatkuvat kuormat on laskennassa kerrottu)

Max/min tukivoimat [kN]

1,130 3,113 3,113 1,131

0,226 0,623 0,623 0,226

T18 50 x 100 B 2  $C_f=1,00$  Mit menet RAJA

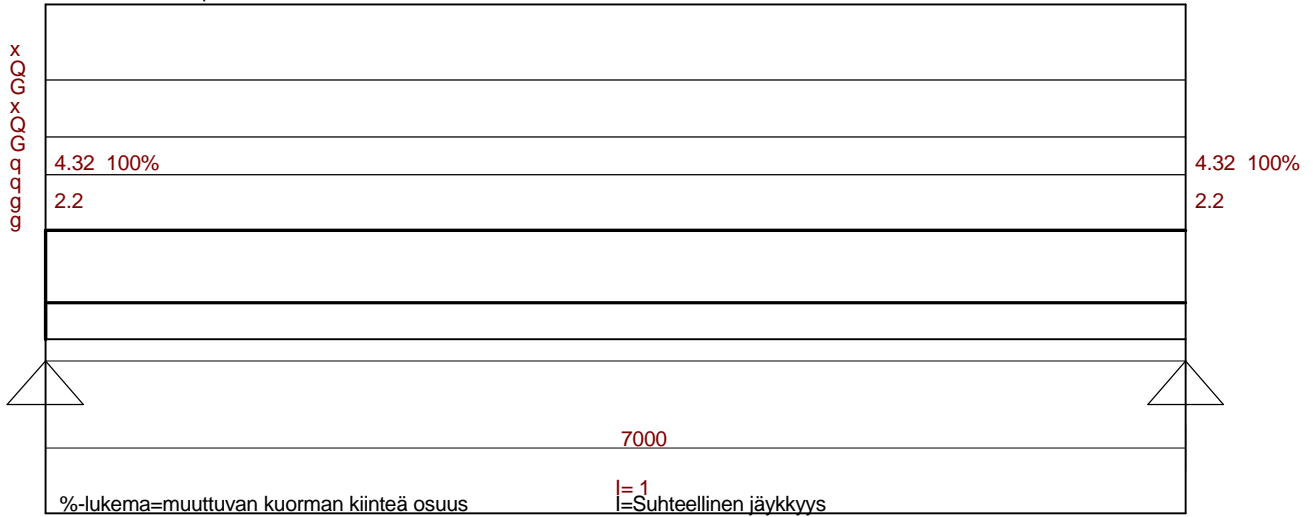
Mmit/taiv kestävyys [kNm] 0,170 1,026 17 %

Vmit/leikk kestävyys [kN] 1,699 5,128 33 %

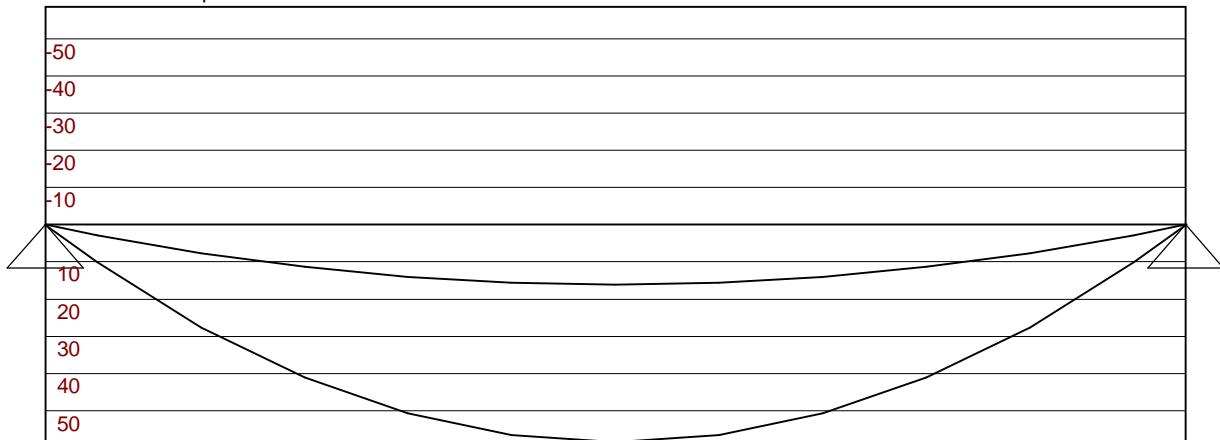
Taipumat (Sall taip L/300)

0,1 mm (6 %) 0,0 mm (0 %) 0,1 mm (6 %)

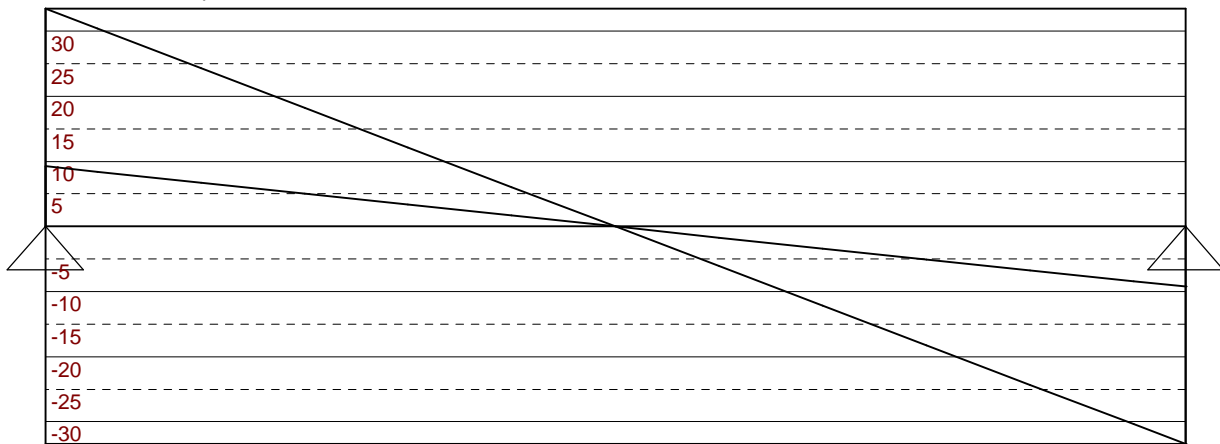




Licensed to: Tampereen Ammattikorkeakoulu



Licensed to: Tampereen Ammattikorkeakoulu



Pysyvän kuorman osavarm kerr= 1.2 Muuttuvan kuorman osavarm kerr= 1.6

Palkin oletettu kuormitusleveys 1 (m) (jolla yllä esitetyt jatkuvat kuormat on laskennassa kerrottu)

Max/min tukivoimat [kN]

33,425 33,432

9,238 9,240

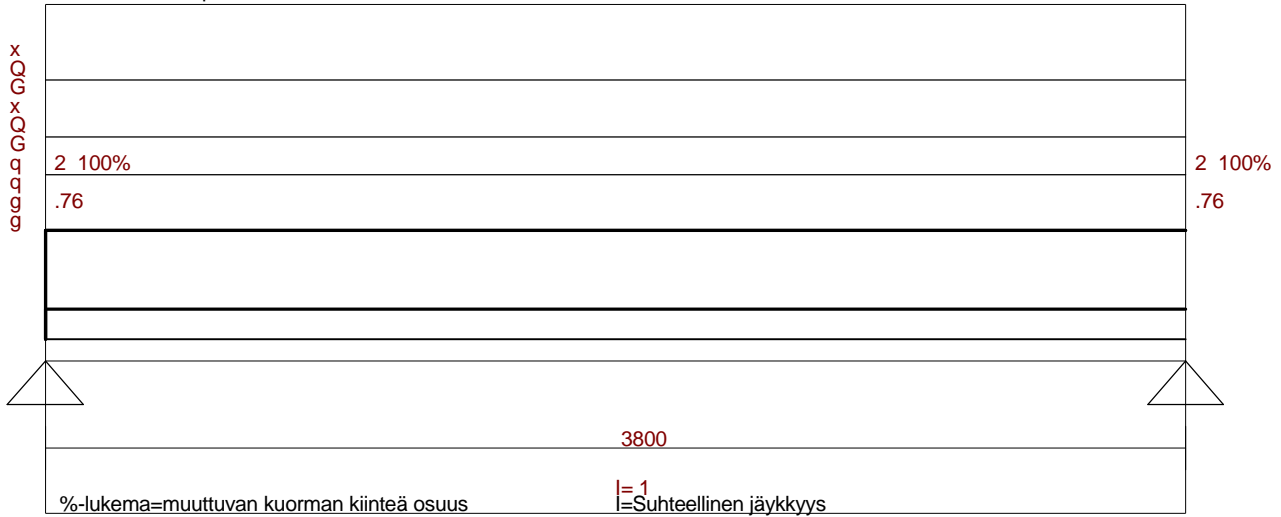
L40 115 x 495 B 2 Cf=0,95 Mit menet RAJA

Mmit/taiv kestävyys [kNm] 58,506 105,928 55 %

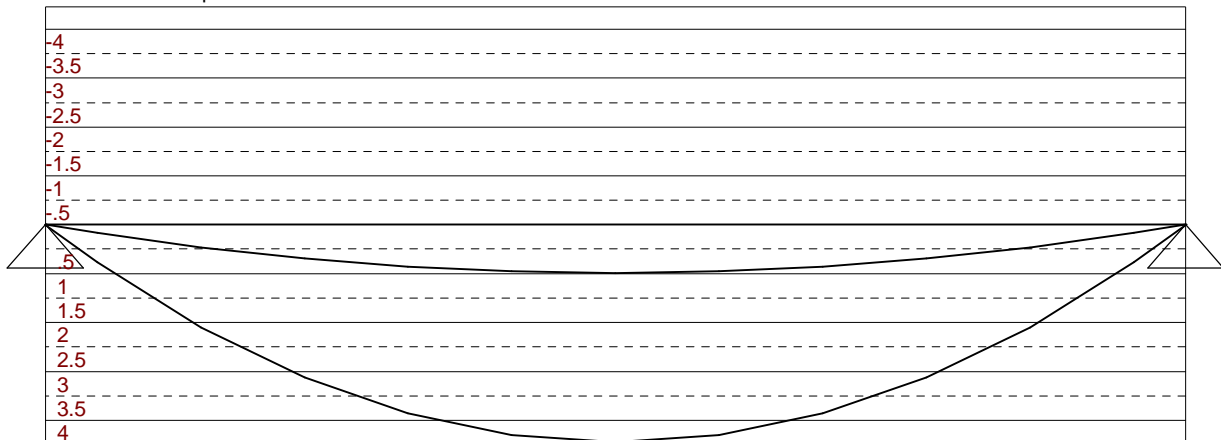
Vmit/leikk kestävyys [kN] 33,425 70,062 48 %

Taipumat (Sall taip L/300)

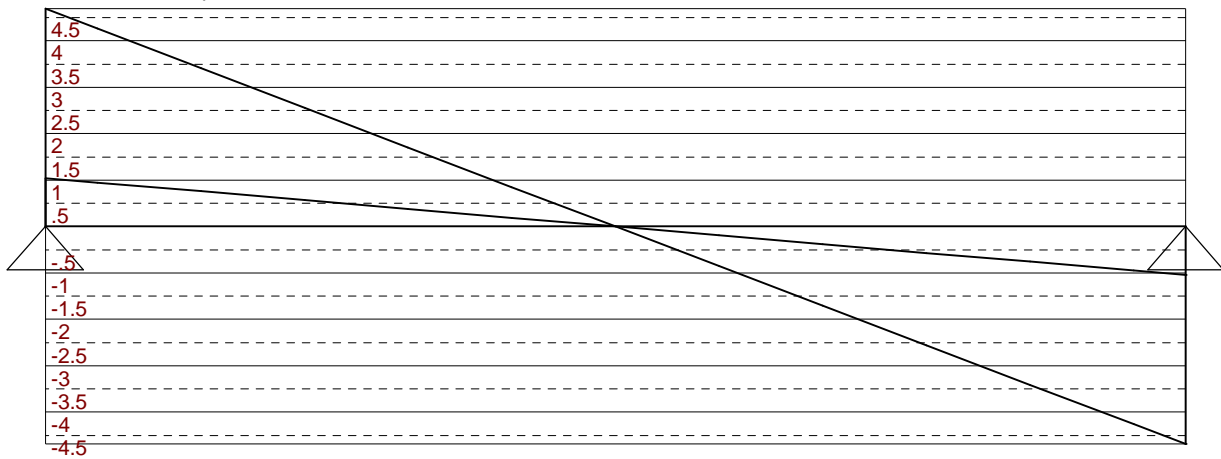
20,7 mm (89 %)



Licensed to: Tampereen Ammattikorkeakoulu



Licensed to: Tampereen Ammattikorkeakoulu



Pysyvän kuorman osavarm kerr= 1.2 Muuttuvan kuorman osavarm kerr= 1.6

Palkin oletettu kuormitusleveys .6 (m) (jolla yllä esitettyt jatkuvat kuormat on laskennassa kerrottu)

Max/min tukivoimat [kN]

4,687 4,688  
1,039 1,040

KER 57 x 200 B 2 Cf=1,00 Mit menet RAJA

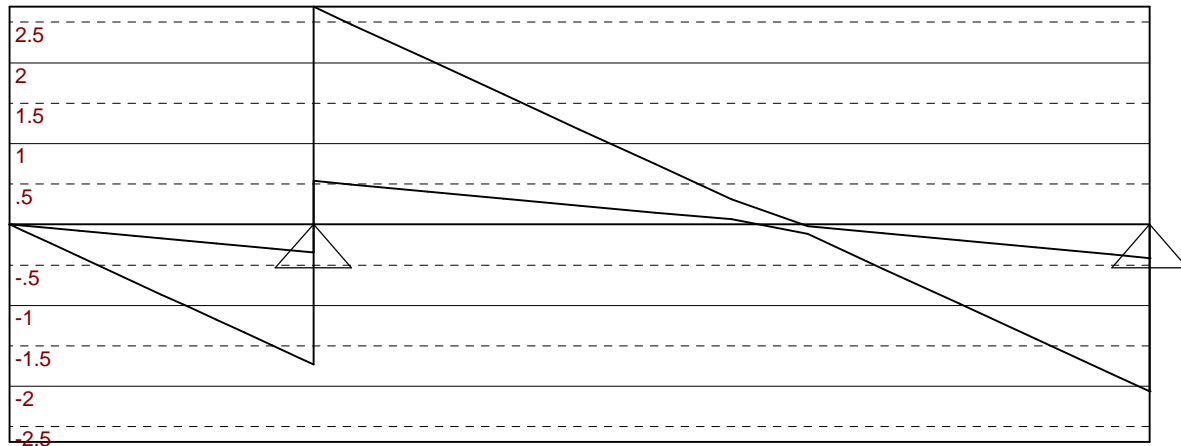
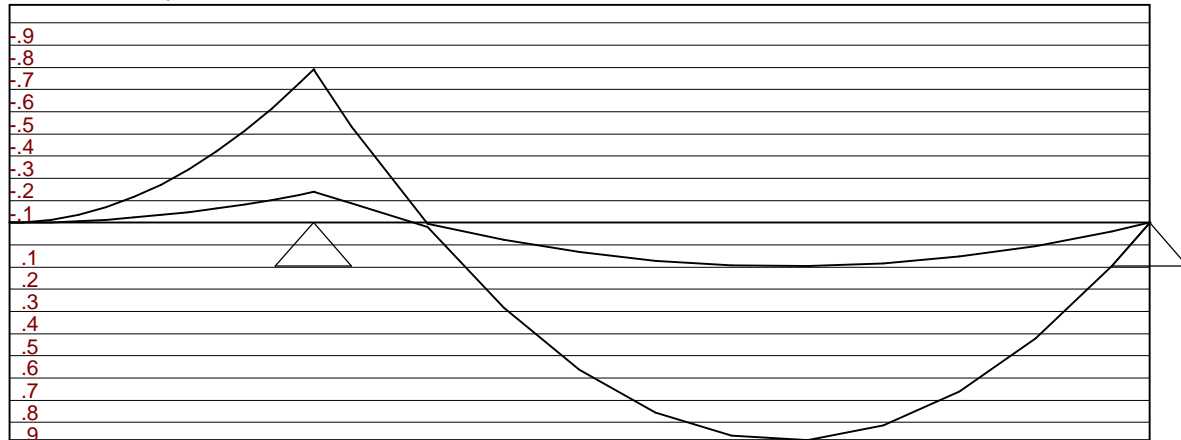
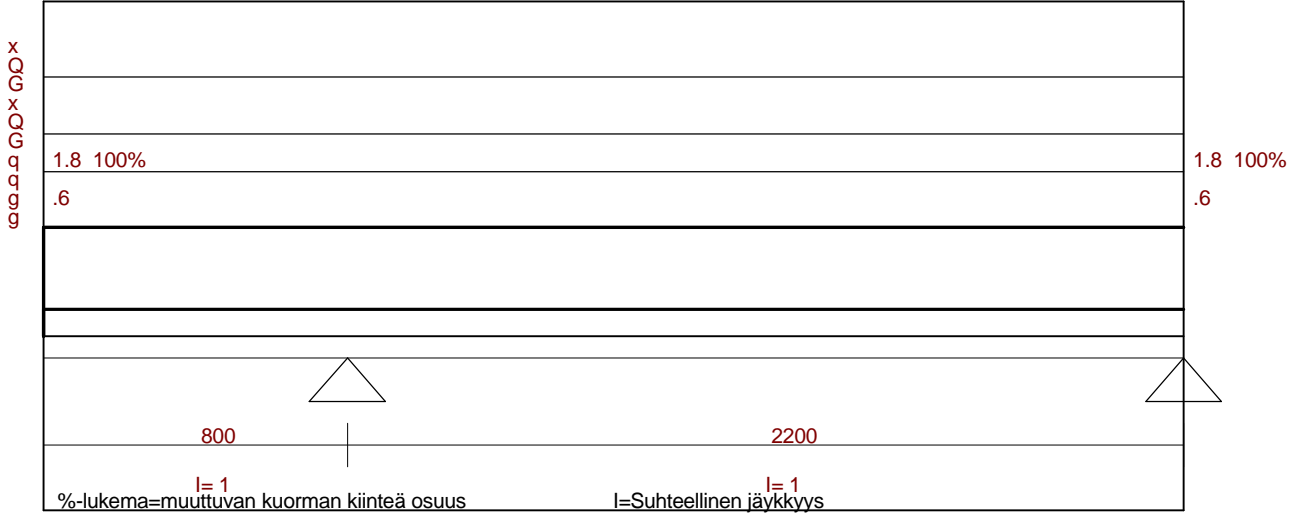
Mmit/taiv kestävyys [kNm] 4,453 10,815 41 %

Vmit/leikk kestävyys [kN] 4,687 20,462 23 %

Taipumat (Sall taip L/300)

11,9 mm (94 %)





Pysyvän kuorman osavarm kerr= 1.2 Muuttuvan kuorman osavarm kerr= 1.6

Palkin oletettu kuormitusleveys .6 (m) (jolla yllä esitettyt jatkuvat kuormat on laskennassa kerrottu)

Max/min tukivoimat [kN]

4,418 2,062

0,884 0,412

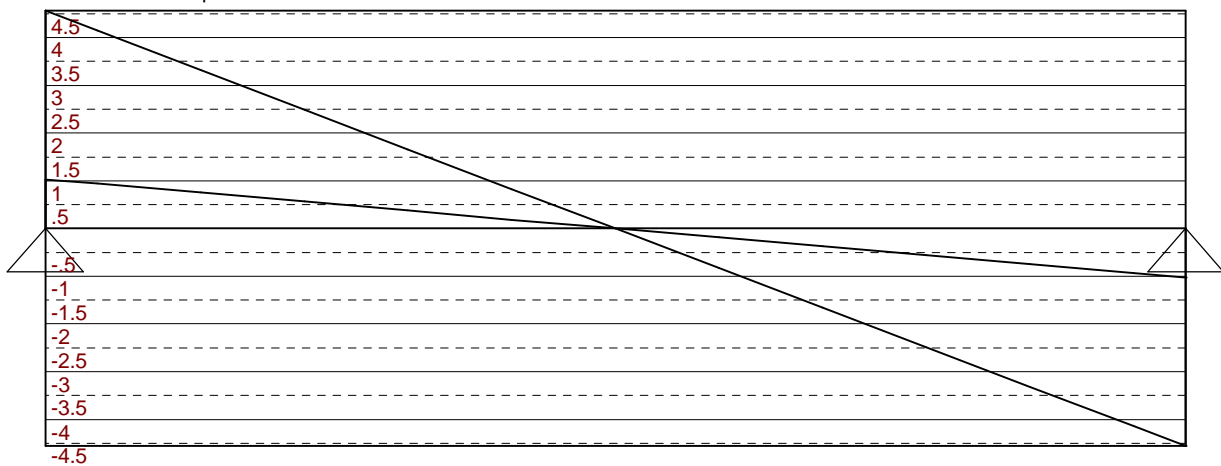
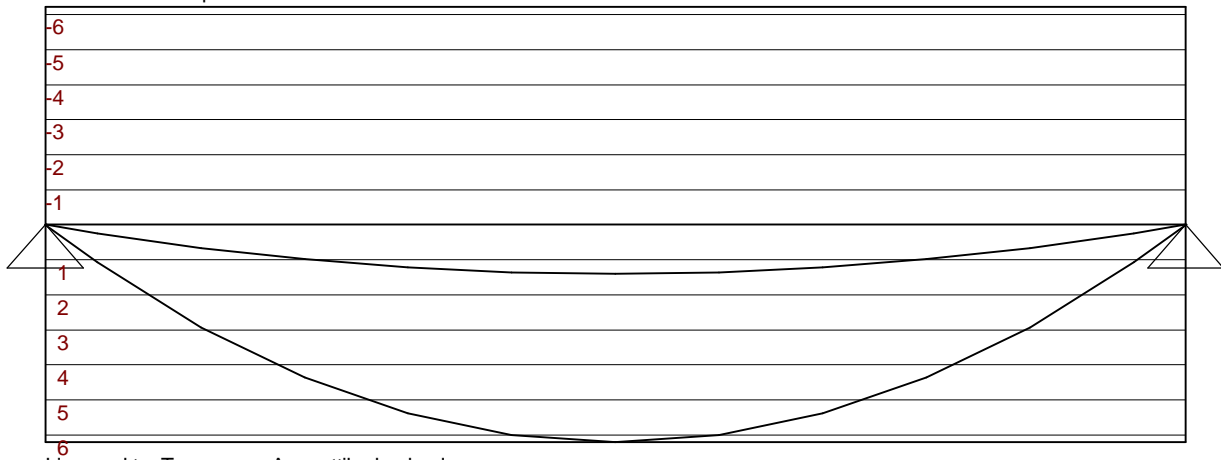
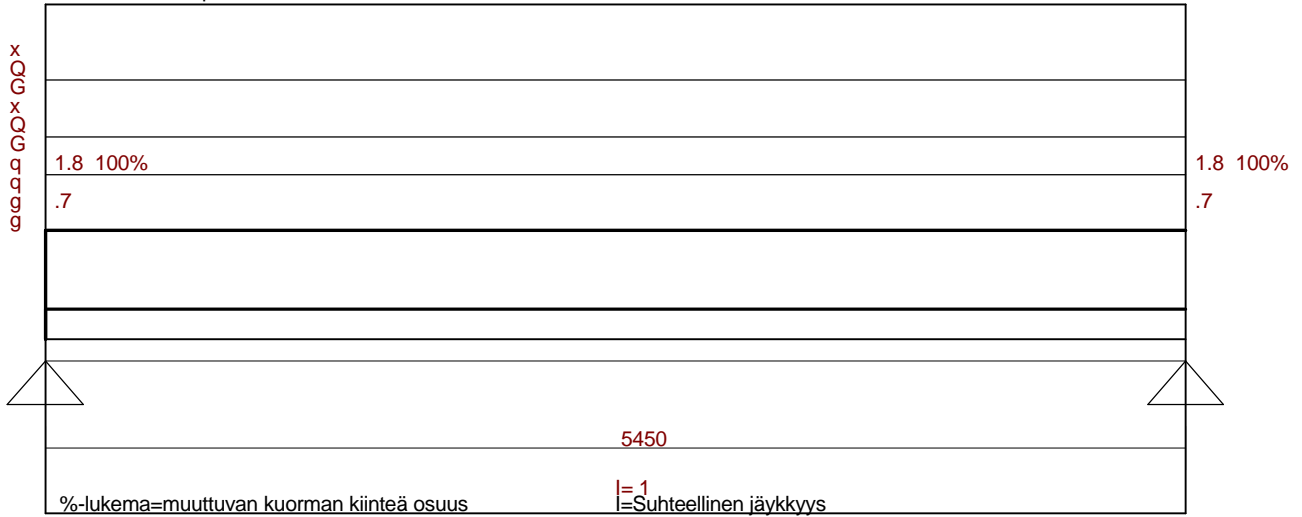
T24 50 x 125 B 2 Cf=1,00 Mit menet RAJA

Mmit/taiv kestävyys [kNm] 0,981 2,003 49 %

Vmit/leikk kestävyys [kN] 2,690 6,410 42 %

Taipumat (Sall taip L/300)

-0,8 mm (15 %) 5,7 mm (78 %)



Pysyvän kuorman osavarm kerr= 1.2 Muuttuvan kuorman osavarm kerr= 1.6

Palkin oletettu kuormitusleveys .45 (m) (jolla yllä esitetyt jatkuvat kuormat on laskennassa kerrottu)

Max/min tukivoimat [kN]

4,561 4,562  
1,030 1,030

KER 57 x 260 B 2 Cf=1,00 Mit menet RAJA

Mmit/taiv kestävyys [kNm] 6,215 18,278 34 %

Vmit/leikk kestävyys [kN] 4,561 26,600 17 %

Taipumat (Sall taip L/300)

15,5 mm (85 %)

Hanke:

1 1 TALO HELIN

SAMMALISTONKATU 5 B  
33710 TAMPERE

Vaihe:

Paikkakunta: Tampere

Haahtela-ind.: 69,0 / 1.2006

Hintataso: 70,4 / 4.2008

Laajuus: 0 brm2

## RAKENNUSOSA-ARVIO

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
----	--------	-----	-------	-------	---	---	-------	-------

### RAKENNUSOSAT

#### ALUEOSAT

##### 111 Maarakenteet

1111	Rakennettava alue	m2	811	0,5		393		
	raivaus, puuton maasto	m2	811	0,5	393			
1112	Kaivannot	rm2	71	52			3 726	
	tasokaivu 0.5m/kulj.5 km	m2*	811	3,7	3 030			
	kellarin maankaivu, kuljetus 5km	m3	56	5,3	295			
	kaivu, rak.sis, tav. ant. syv. 1.0m ku	rm2	71	5,6	400			
1113	Kanaalit	rm2						
1114	Täyttörakenteet	rm2					2 109	
	soratäyttö kuljetus 10km	m3*	150	9,4	1 406			
	täyttö kaivumailla	m3*	200	2,4	471			
	viem.routaeristys, syvyys 1.0m	jm*	20	12	232			
1115	Penkereet	rm2						
1116	Kuivatusrakenteet	rm2	143	10,0			1 424	
	perustukset salaojitetaan, tav.om.ra	rm2	143	7,8	1 113			
	alueen salaojitus, paljon	m2*	668	0,5	310			
1117	Eryiset maarakenteet	brm2						

**Maarakenteet**

7 651

##### 112 Tuki- ja vahvistusrakenteet

1121	Paalurakenteet	rm2						
1122	Tukirakenteet	brm2						
1123	Vahvistusrakenteet	rm2						
1124	Eryiset tuennat ja vahvistukset	brm2						

**Tuki- ja vahvistusrakenteet**

##### 113 Päällysteet

1131	Liikennealueiden päällysteet	urm2					1 144	
	sora/kivituhka,routiva pohjamaa	m2	150	7,6	1 144			
1132	Paikoitusalueiden päällysteet	urm2						

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
1133	Oleskelu- ja leikkialueiden päällysteet	urm2				5 150		
	sidekivi, värillinen	m2	150	34	5 150			
1134	Kasvillisuus	urm2				3 735		
	nurmikko, multa muualta 20cm	m2	511	5,5	2 833			
	istutettava puu,tavanomainen	kpl*	3	63	190			
	pensasistutusalue 3kpl/m2,tavanom	m2	25	28	711			
1135	Erytisalueiden päällysteet	erä						
	<b>Päällysteet</b>					<b>10 029</b>		
<b>114</b>	<b>Aluevarusteet</b>							
1141	Talovarusteet	brm2	668	3,0		2 031		
	asuinrakennukset, yhten. pihapiiri	brm2	668	3,0	2 031			
1142	Oleskeluvarusteet	brm2						
1143	Leikkivarusteet	erä						
1144	Alueopasteet	erä						
1145	Erytyiset aluevarusteet	erä						
	<b>Aluevarusteet</b>					<b>2 031</b>		
<b>115</b>	<b>Aluerakenteet</b>							
1151	Aluevarastot	brm2						
1152	Aluekatokset	brm2						
1153	Aidat ja tukimuurit	brm2				294		
	puurakenteinen aita 1.0m	jm*	7	42	294			
1154	Alueen portaat, luiskat ja terassit	brm2						
1155	Alueen pysäköintirakenteet	brm2						
1156	Erytyiset aluerakenteet	brm2						
	<b>Aluerakenteet</b>					<b>294</b>		
	<b>Alueosat</b>					<b>20 005</b>		
<b>TALO-OSAT</b>								
<b>121</b>	<b>Perustukset</b>							
1211	Anturat	rm2				1 479		
	seinäantura, kokol. a-1 (0,4x0,2 m2	jm*	71	21	1 479			
1212	Perusmuurit, peruspilarit ja peruspalkit	rm2				6 711		
	perusmuuri, lämpöeristetty, h = 0,9	jm*	71	95	6 711			
1213	Erytyiset perustukset	rm2						
	<b>Perustukset</b>					<b>8 190</b>		
<b>122</b>	<b>Alapohjat</b>							
1221	Alapohjalaatat	rm2	134	30		4 060		
	betonilaatta 80, lämmöneriste 200	rm2	134	30	4 060			

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
1222	Alapohjakanaalit	rm2						
1223	Eryiiset alapohjat	rm2						
	<b>Alapohjat</b>					4 060		
<b>123</b>	<b>Runko</b>							
1231	Väestönsuojat	vssm						
1232	Kantavat seinät	m2						
1233	Pilarit	bm3						
1234	Palkit	brm2						
1235	Välipohjat	m2						
1236	Yläpohjat	m2						
1237	Runkoportaat	kpl						
1238	Eryiiset runkorakenteet	kpl				2 000		
	naulalevyristikot	erä*	1	2 000	2 000			
	<b>Runko</b>					2 000		
<b>124</b>	<b>Julkisivut</b>							
1241	Ulkoseinät	m2	325	117		37 933		
	levy+puurak.150+50+eriste+tiili 85	m2	123	151	18 632			
	harkkoseinä, varasto	m2	60	96	5 756			
	harkkoseinä, palomuuuri	m2	45	99	4 456			
	harkkoseinä, maakellari	m2	32	88	2 800			
	kaksikerrosrappaus ...8mm..	m2*	110	30	3 313			
	lautaverhous	m2	65	46	2 976			
1242	Ikkunat	m2	16	341		5 459		
	puuikkuna 3-las.,laatu2, 1,0m2	m2	16	242	3 872			
	ulkopuite alumiinirakenteinen	m2*	16	34	537			
	superlasi, k-arvo 1,0	m2*	16	66	1 050			
1243	Ulko-ovet	kpl	6	932		5 591		
	ulko-ovi mäntypaneli, 1 ikkuna	kpl	2	562	1 123			
	ulko-ovi mäntypaneli,umpi	kpl	2	478	957			
	ulko-ovi ei lämpöeristetty	kpl	1	166	166			
	taitto-ovi käsikäyttöinen	m2	4	291	1 105			
	autotallin ovi, kauko-ohjattava	kpl	1	2 239	2 239			
1244	Julkisivuvarusteet	brm2						
1245	Eryiiset julkisivurakenteet	brm2						
	<b>Julkisivut</b>					48 983		
<b>125</b>	<b>Ulkotasot</b>							
1251	Parvekkeet	m2				3 879		
	kattoterassin kaide h	jm*	3	70	210			
	avoporras 800 mm suora	kpl*	2	1 834	3 669			
1252	Katokset	m2				4 292		
	autokatos, puurunko	m2*	50	86	4 292			

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
1253	Eriyiset ulkotasot	brm2						
	<b>Ulkotasot</b>					8 171		
<b>126</b>	<b>Vesikatot</b>							
1261	Vesikattorakenteet	m2	230	46		10 683		
	harjak., puu+eriste (045)+pontt.l, n	m2	196	46	8 994			
	bet. kattotiilikaton, lisä	m2*	196	3,6	699			
	eristämätön puurakenteinen yläpohj	m2	34	29	990			
1262	Räystäsrakenteet	jm	64	50		3 185		
	harjak. puuräyst 0,6m yksink.kouru	jm	64	48	3 091			
	vesikaton liityminen ulkoseinään	jm*	3	31	93			
1263	Vesikatteet	m2	34	15		513		
	bitumikermier D-luokka	m2	34	14	484			
	tiilikatteen purku	m2*	6	5,0	28			
1264	Vesikattovarusteet	m2						
1265	Lasikattorakenteet	m2						
1266	Kattoikkunat ja luukut	m2						
1267	Eriyiset vesikattorakenteet	brm2						
	<b>Vesikatot</b>					14 380		
	<b>Talo-osat</b>					85 783		
<b>TILAOSAT</b>								
<b>131</b>	<b>Tilan jako-osat</b>							
1311	Väliseinät	m2	118	41		4 853		
	kahi 85 puhtaaksimuuraus	m2	48	57	2 750			
	met70mm 2-kipsilevyä + er, 40 dB	m2	70	30	2 103			
1312	Lasiväliseinät	m2						
1313	Eryisseinät	m2						
1314	Tilakaiteet	jm						
1315	Väliovet	kpl	10	223		2 226		
	peiliviilu, maalattu	kpl	9	229	2 059			
	lölyhuoneen lasiovi puurunko	kpl	1	166	166			
1316	Eryisovet	m2						
1317	Tilaportaat	m2						
1318	Eriyiset tilan jako-osat	brm2						
	<b>Tilan jako-osat</b>					7 079		
<b>132</b>	<b>Tilapinnat</b>							
1321	Lattioiden pintarakenteet	m2						
1322	Lattiapinnat	m2				5 653		
	Pinnan lk 1	m2						

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
	lukkoponttilaminaatti, tavanomainen	m2*	55	28	1 565			
	Pinnan lk 2	m2						
	Pinnan lk 3	m2						
	Pinnan lk 4	m2						
	Pinnan lk 5	m2						
	Pinnan lk 6	m2						
	Pinnan lk 7	m2						
	Pinnan lk 8	m2						
	Pinnan lk 9	m2						
	Pinnan lk 10	m2						
	lautalattia, mänty	m2*	30	57	1 702			
	tiillilaatta	m2*	20	65	1 291			
	keraaminen laatta, tavanomainen	m2*	15	51	769			
	vesieristys, lisäkustannus	m2*	15	19	284			
	jalkalistat tammi	jm*	9	4,7	42			
1323	Sisäkattorakenteet	m2				2 352		
	maalaamaton kipsil.verhous, sileä,	m2*	120	20	2 352			
1324	Sisäkattopinnot	m2				262		
	Pinnan lk 1	m2						
	Pinnan lk 2	m2						
	Pinnan lk 3	m2						
	Pinnan lk 4	m2						
	Pinnan lk 5	m2						
	tasoite tai maalaus h	m2*	120	2,2	262			
1325	Seinien pintarakenteet	m2						
1326	Seinäpinnot	m2				4 643		
	Pinnan lk 1	m2						
	Pinnan lk 2	m2						
	Pinnan lk 3	m2						
	Pinnan lk 4	m2						
	Pinnan lk 5	m2						
	laatoitus, tavanomainen, kuvioitu	m2*	51	41	2 081			
	vesieristys, lisäkustannus	m2*	51	19	967			
	tasoitus 0,5 kertaa	m2*	210	1,2	261			
	kipsilevyseinän saumanauhat, lisäk.	m2*	210	2,4	501			
	maalaukset 2 x lateksi, ei pesunkestäv	m2*	210	4,0	833			
1327	Erityiset tilapinnat	m2						
	Tilapinnat					12 910		
<b>133</b>	<b>Tilavarusteet</b>							
	Tilaluettelon mukaan	m2						
1331	Vakiokiintokalusteet	m2				1 011		
	seinäkaappi+hyllyt hl1	kpl*	16	42	669			
	hyllykaappi+työpöytä hl1	kpl*	6	57	342			

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
1332	Erytiskiintokalusteet	m2						
1333	Varusteet	m2						
1334	Vakiolaitteet	m2						
1335	Tilaopasteet	m2						
1336	Eryityiset tilavarusteet	m2						
	<b>Tilavarusteet</b>					1 011		
<b>134</b>	<b>Muut tilaosat</b>							
1341	Hoitotasot ja kulkurakenteet	m2						
1342	Tulisijat ja tulihormit	kpl	1	2 739		2 739		
	varaava takka as.tas, hormi	kpl	1	2 739	2 739			
1343	Muut erityiset tilaosat	kpl						
	<b>Muut tilaosat</b>					2 739		
<b>135</b>	<b>Tilaelementit</b>							
1351	Kylpyhuone-elementit	m2						
1352	Kylmähuone-elementit	m2						
1353	Tilasaunaelementit	m2						
1354	Talotekniikan tilaelementit	m2						
1355	Hormielementit	m2						
1356	Eryityiset tilaelementit	m2						
	<b>Tilaelementit</b>							
	<b>Tilaosat</b>					23 739		
<b>TEKNIikkaOSAT</b>								
<b>PUTKIOSAT</b>								
<b>211</b>	<b>Lämmitys</b>							
2111	Lämmön alueosat	brm2						
2112	Lämmön tuotantolaitteet	rm3						
2113	Lämmön siirtoputkisto	brm2				4 519		
	lattialämmitys, bet.lattia, 100 m2	m2*	120	38	4 519			
2114	Lämmönluovuttimet	brm2				3 376		
	kiertoilmalämmitin	kpl*	1	1 745	1 745			
	Puh.konv lämmitys/jäähd 35dB(A)	kpl*	1	1 631	1 631			
2115	Eryityinen lämmitys	brm2						
	<b>Lämmitys</b>					7 895		
<b>212</b>	<b>Kylmä</b>							
2121	Kylmän alueosat	brm2						



Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
2122	Kylmän tuotantolaitteet	brm2						
2123	Kylmän siirtoputkisto	brm2						
2124	Kylmänluovuttimet	kpl						
2125	Eriytynen kylmä	brm2						
	<b>Kylmä</b>							
	<b>213 Käyttövesi</b>							
2131	Käyttöveden alueosat	brm2				2 517		
	vesijohdot	jm*	200	13	2 517			
2132	Käyttöveden tuotantolaitteet	brm2						
2133	Käyttövesiverkosto	brm2	120	8,3		1 001		
	vesijohdot erill.pientalo	brm2	120	8,3	1 001			
2134	Eriytynen käyttövesi	brm2						
	<b>Käyttövesi</b>					<b>3 518</b>		
	<b>214 Jätevesi</b>							
2141	Jäteveden alueosat	brm2				1 294		
	jätevesiviemärijohdot 200 brm2	jm*	100	13	1 294			
2142	Jätevesiverkosto	brm2	120	13		1 500		
	viemäriputkisto, erill.pientalo	brm2	120	13	1 500			
2143	Jäteveden käsittely	brm2						
2144	Eriytynen jätevesi	brm2						
	<b>Jätevesi</b>					<b>2 794</b>		
	<b>215 Vesi- ja viemärikalustus</b>							
2151	Hanat ja sekoittajat	kpl	9	336		3 020		
	pesukonehana hl2	kpl	2	315	630			
	vesip. ilman kalust. hl1	kpl	2	159	319			
	pesuallas 1-otesekeit hl3	kpl	3	414	1 243			
	suihku 1-otes.lattiak hl3	kpl	2	414	828			
2152	Pesu- ja wc-kalusteet	kpl	4	285		1 139		
	WC-kulho/virtsalo n	kpl	2	491	982			
	kuivakaivo	kpl	2	79	157			
2153	Laitteiden liitokset LV-järjestelmiin	brm2						
2154	Eriytynen vesi- ja viemärikalustus	brm2						
	<b>Vesi- ja viemärikalustus</b>					<b>4 159</b>		
	<b>216 Sadevesi</b>							
2161	Alueen sadevesijärjestelmät	urm2	150	9,4		1 406		
	sadevesiviemärit, ritiläkaivo/200urm	urm2	150	9,4	1 406			
2162	Rakennuksen sadevesijärjestelmät	brm2						
2163	Eriyiset sadevesijärjestelmät	brm2						
	<b>Sadevesi</b>					<b>1 406</b>		

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
<b>217 Erityiset putkiosat</b>								
2171	Palontorjuntajärjestelmät	brm2						
2172	Höyryjärjestelmät	brm2						
2173	Kaasujärjestelmät	brm2						
2174	Muut putkijärjestelmät	brm2						
2175	Muut putkiosat	brm2						
<b>Erityiset putkiosat</b>								
<b>Putkiosat</b>						19 772		
<b>ILMANVAIHTO-OSAT</b>								
<b>221 Tuloilma</b>								
2211	Tuloilman alueosat	brm2						
2212	Tuloilmakoneet	kpl	1	5 120		5 120		
	pyörivä kiekko LTO 1	kpl	1	5 120	5 120			
2213	Tuloilmakanavat	brm2						
2214	Tuloilman päätelaitteet	brm2						
2215	Eriyinen tuloilma	brm2						
<b>Tuloilma</b>						5 120		
<b>222 Poistoilma</b>								
2221	Poistoilman alueosat	brm2						
2222	Poistoilmakoneet	kpl						
2223	Poistoilmakanavat	brm2						
2224	Poistoilman päätelaitteet	brm2						
2225	Eriyinen poistoilma	brm2						
<b>Poistoilma</b>								
<b>223 Erityiset ilmanvaihto-osat</b>								
2231	Erityiset ilmastointijärjestelmät	brm2						
2232	Erityiset ilmastointilaitteet	brm2						
<b>Erityiset ilmanvaihto-osat</b>								
<b>Ilmanvaihto-osat</b>						5 120		
<b>SÄHKÖOSAT</b>								
<b>231 Sähköenergian tuotto ja syöttö</b>								
2311	Muuntamo	erä						
2312	Pääkeskus	brm2						
2313	Varavoima	erä						

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
2314	Käyttömaadoitus	erä						
2315	Erytinen sähkön tuotto	erä						
	<b>Sähköenergian tuotto ja syöttö</b>							
	<b>232 Sähkön asennusreitit ja jakelu</b>							
2321	Sähkön asennusreitit	brm2						
2322	Sähkön pääjakelu	brm2						
2323	Tilojen sähköistys	brm2						
2324	Laitteistojen sähköistys	brm2						
2325	Erytyiset sähkön asennusreitit	brm2						
	<b>Sähkön asennusreitit ja jakelu</b>							
	<b>233 Sähkön päätelaitteet</b>							
2331	Alueen sähkölaitteet	urm2						
2332	Sähköliitännäjäjärjestelmät	brm2						
2333	Sähkökojeet ja laitteet	brm2						
2334	Erytyiset sähkön päätelaitteet	brm2						
	<b>Sähkön päätelaitteet</b>							
	<b>234 Valaistus</b>							
2341	Alueen valaistus	urm2						
2342	Ulkovalaistus	brm2						
2343	Tilojen valaistus	m2						
2344	Erytinen valaistus	m2						
	<b>Valaistus</b>							
	<b>235 Sähkölämmitys</b>							
2351	Alueen sähkölämmitys	urm2						
2352	Tilojen sähkölämmitys	m2						
2353	Erytinen sähkölämmitys	m2						
	<b>Sähkölämmitys</b>							
	<b>236 Erytyiset sähköosat</b>							
2361	Erytyiset sähköjärjestelmät	brm2	120	52		6 212		
	sähkötööt pu omakotitalo	brm2	120	52	6 212			
2362	Erytyiset sähkölaitteet	brm2						
	<b>Erytyiset sähköjärjestelmät</b>					6 212		
	<b>Sähköosat</b>					6 212		

**TIETO-OSAT**

**241 Rakennusautomaatio**

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
2411	Säätökeskukset	brm2						
2412	Säädön päätelaitteet	brm2						
2413	Eriytynen automaatiikka ja säätö	brm2						
	<b>Rakennusautomaatio</b>							
<b>242</b>	<b>Turvallisuus</b>							
2421	Rikosilmoitusjärjestelmät	brm2						
2422	Valvontajärjestelmät	brm2						
2423	Palontorjuntajärjestelmät	brm2						
2424	Eriyiset turvallisuusjärjestelmät	brm2						
	<b>Turvallisuus</b>							
<b>243</b>	<b>Viestintä</b>							
2431	Tiedon aluejärjestelmät	brm2						
2432	Tiedonsiirtojärjestelmät	brm2						
2433	Tietoverkkojärjestelmät	brm2					387	
	datapiste yhteiskaapelointina	kpl*	4	97	387			
2434	Puhelinverkkojärjestelmät	brm2					184	
	puhelinpiste	kpl	4	46	184			
2435	Antennijärjestelmät	brm2					471	
	antennipiste	kpl	4	118	471			
2436	Av-järjestelmät	brm2						
2437	Eriyiset viestintäjärjestelmät	brm2						
	<b>Viestintä</b>					1 041		
<b>244</b>	<b>Merkinanto</b>							
2441	Sisäänpyyntöjärjestelmät	brm2						
2442	Kutsujärjestelmät	brm2						
2443	Ajannäyttöjärjestelmät	brm2						
2444	Opastevalojärjestelmät	brm2						
2445	Eriyiset merkinantojärjestelmät	brm2						
	<b>Merkinanto</b>							
<b>245</b>	<b>Eriyiset tieto-osat</b>							
2451	Muut tietojärjestelmät	brm2						
2452	Muut tietolaitteet	brm2						
	<b>Eriyiset tieto-osat</b>							
	<b>Tieto-osat</b>					1 041		
	Osat 11... 24 yhteensä					161 672		

**LAITEOSAT**

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
----	--------	-----	-------	-------	---	---	-------	-------

**251 Siirtolaitteet**

2511	Hissit	kpl						
2512	Kuljettimet	kpl						
2513	Eryiiset siirtolaitteet	kpl						

Siirtolaitteet

**252 Tilalaitteet**

2521	Keittiölaitteet	erä						
2522	Pesulalaitteet	erä						
2523	Väestönsuojalaitteet	erä						
2524	Allaslaitteet	erä						
2525	Eryiiset tilalaitteet	erä						

Tilalaitteet

**Laitteosat**

**HANKETEHTÄVÄT**

**RAKENTAMISPALVELUT**

**311 Työmaan johtopalvelut**

Työmaan johtopalvelut erittelemättöminäkk

3111	Työmaan johto							
	Työnjohto	kk	9					
3112	Työmaan toimistopalvelut							
3113	Työturvallisuus							
3114	Työmaan vakuutukset							
	Työmaan vakuutukset	kk	9					

Työmaan johtopalvelut

**312 Työmaapalvelut**

	Työnaikaiset rakenteet, asennukset ja koneet	%	2,0			3 233		
	Käyttöaineet ja energia	%	2,0			3 233		
	Muu käyttö ja ylläpito	%	1,0			1 617		
	Muut erillisisät (talvilisätyö, aluevuokrat yms.)	€						

3121	Työmaarakennukset							
3122	Työmaa-alue							
3123	Avustavat rakennustyöt							
3124	Käyttöaineet ja energia							
3125	Työmaan puhtaanapito							
3126	Työmaan vartiointi							

Työmaapalvelut

8 084

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
<b>313</b>	<b>Työmaan kalustopalvelut</b>							
	Nostot ja siirrot	kk						
3131	Nostot ja siirrot							
3132	Telineet							
3133	Rakennusvälineet							
3134	Työmaakuljetukset							
	<b>Työmaan kalustopalvelut</b>							
<b>314</b>	<b>Työntekijäpalvelut</b>							
3141	Luottamusmiestehtävät							
3142	Työntekijöiden koulutus							
3143	Työterveydenhuolto							
3144	Matkat ja majoitus							
	<b>Työntekijäpalvelut</b>							
	Osat 11... 314 yhteensä					169 755		
<b>315</b>	<b>Yrityspalvelut</b>							
3151	Työmaan yleisjohto							
3152	Laskentatehtävät							
3153	Hankintatehtävät							
3154	Hallintotehtävät							
	<b>Yrityspalvelut</b>							
	<b>Rakentamispalvelut</b>					8 084		
	Osat 11... 31 yhteensä					169 755		
<b>SUUNNITTELUPALVELUT</b>								
<b>321</b>	<b>Projektin suunnittelupalvelut</b>							
3211	Pääsuunnittelu							
3212	Arkkitehtisuunnittelu							
3213	Sisustussuunnittelu							
3214	Rakennesuunnittelu							
3215	LVI-suunnittelu							
3216	Sähkösuunnittelu							
3217	Pohjasuunnittelu							
3218	Muut suunnittelupalvelut							
	<b>Suunnittelupalvelut</b>							
<b>322</b>	<b>Projektitietotehtävät</b>							
3221	Hankekopiot							
3222	Projektitietokanta							

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
----	--------	-----	-------	-------	---	---	-------	-------

3223 Kiinteistötietokanta

3224 Käyttöohjeet ja opastus

Projektitietotehtävät

Suunnittelupalvelut

## RAKENUTTAMISPALVELUT

### 331 Projektin johtopalvelut

3311 Rakennuttaminen

3312 Hankkeen talouden valvonta

3313 Rakennustyönvalvonta

Rakennuttamispalvelut

### 332 Tilajatehtävät

3321 Rakennustoimikunta

3322 Rakennusaikainen yhtiöhallinto

3323 Rakennuslupa

3324 Vastuuvakuutukset

Tilajatehtävät

Rakennuttamispalvelut

Osat 11... 33 yhteensä

169 755

## KIINTEISTÖTEHTÄVÄT

### MAA-ALUE

#### 411 Tonttitehtävät

4111 Tontin hankinta ja vuokraus

4112 Verot ja rasitteet

4113 Eryiiset tonttitehtävät

Tonttitehtävät

#### 412 Liittymät

4121 Liittyminen rakennuksiin

4122 Liittyminen verkostoihin

4123 Eryiiset liittymät

Liittymät

#### 413 Maa-alueen kehittäminen

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
----	--------	-----	-------	-------	---	---	-------	-------

4131 Kiinteistökehitys

4132 Kaavoitus

Maa-alueen kehittäminen

Maa-alue

## RAHOITUS JA MARKKINOINTI

### 421 Rahoitustehtävät

4211 Lainoitustehtävät

4212 Yhtiötehtävät

4213 Erityiset rahoitustehtävät

Rahoitustehtävät

### 422 Markkinointitehtävät

4221 Asuntomarkkinointi

4222 Toimitilamarkkinointi

4223 Erityinen markkinointi

Markkinointitehtävät

Rahoitus ja markkinointi

## KÄYTTÄJÄTEHTÄVÄT

### TILAVARUSTUS

#### 511 Irtaimisto

5111 Irtaimet kalusteet

5112 Irtaimet varusteet

5113 Erityinen irtaimisto

Irtaimisto

#### 512 Toiminnan kojeet ja laitteet

5121 Toiminnan kojeet

5122 Toiminnan laitteet

5123 Muut toiminnan kojeet ja laitteet

Toiminnan kojeet ja laitteet

#### 513 Erityinen toimintavarustus

5131 Erityiset toiminnan varusteet

5132 Erityiset toiminnan laitteet



Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
----	--------	-----	-------	-------	---	---	-------	-------

Erityinen toimintavarustus

Tilavarustus

## TOIMINNAN YLLÄPITO

### 521 Väliaikainen toiminta

5211 Väliaikaiset tilat

5212 Väliaikaiset rakenteet ja laitteet

5213 Muu väliaikainen toiminta

Väliaikainen toiminta

### 522 Käyttöönotto

5221 Muuttotehtävät

5222 Käyttökoulutustehtävät

5223 Muut käyttöönottotehtävät

Käyttöönotto

Toiminnan ylläpito

## HANKEVARAUKSET

### SUUNNITELMA- JA HINTAMUUTOKSET

#### 611 Asiakirjamuutokset

6111 Suunnitelmamuutokset

6112 Rakentamismuutokset

6113 Muut asiakirjamuutokset

Asiakirjamuutokset

#### 612 Hintamuutokset

6121 Suunnitteluaikea hintamuutos

6122 Rakennusaikainen hintamuutos

Hintamuutokset

Suunnitelma- ja hintamuutokset

## MUUT VARAUKSET

### 621 Riskit

6211 Sijaintiriskit

Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	€	€	Määrä	€/yks
6212	Olosuhderiskit							
6213	Muut riskit							
	<b>Riskit</b>							
<b>622</b>	<b>Erityiset varaukset</b>							
6221	Toteutusmuotovaraus							
6222	Muut erityiset varaukset							
	<b>Erityiset varaukset</b>							
	<b>Muut varaukset</b>							
	<b>HANKE YHTEENSÄ (alv 0%)</b>					169 755		
	Arvonlisävero (ei sisällä tontin hankintaa ja hankerahoitusta)					37 346		
	<b>HANKE YHTEENSÄ</b>					207 102		