

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan ko/Talonrakennustekniikka

Tutkintotyö

Henri Mäkinen

PIENTALON RAKENNUS- JA RAKENNESUUNNITTELU

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka

Talonrakennustekniikka

Henri Mäkinen

Tutkintotyö

Työn ohjaaja

Toukokuu 2007

Hakusanat

Pientalon rakennus- ja rakennesuunnittelu

11 sivua + 39 liitesivua

DI Raimo Koreasalo

Pientalo, rakennussuunnittelu, rakennesuunnittelu

TIIVISTELMÄ

Tämä tutkintotyö on tehty oman pientalon suunnittelusta. Työ sisältää rakennuslupahakemukseen liitettävät rakennuspiirustukset, rakennesuunnitelmat sekä kustannusarvion. Tutkintotyö alkoi tontin saamisen jälkeen hahmottelemalla sopivaa pohjaratkaisua, edeten siitä luonnos kerrallaan kohti lopullista versiota. Rakennelaskelmat laadittiin Eurocode 5 -normien pohjalta, koska uudet eurokoodit syrjäyttävät kansalliset normit lähivuosina. Kustannusarvio on toteutettu Excel-pohjaisesti. Kustannusarviossa ei ole mukana tonttia eikä autotallia.

TAMPERE POLYTECHNIC

Construction technology

Building Construction

Henri Mäkinen

Construction planning of one-family house

Engineering thesis

11 pages + 39 appendixes

Supervisor

M.Sc Raimo Koreasalo

May 2007

Keywords

One-family house, construction plan

ABSTRACT

This diploma work contains building project of one-family house, construction plans and estimate of cost. Project started when my wife and I got building site and the project forwarded step by step to its final version. Construction calculations were made according to Eurocode 5 because they replace national norms in the near future. Estimate of cost was made by excel and it doesn't contain site and garage.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 JOHDANTO.....	5
2 OMAT TAVOITTEET	5
3 KAAVAMÄÄRÄYSTEN VAIKUTUS SUUNNITTELUUN	5
4 POHJARATKAISUN SUUNNITTELU	6
4.1 Sisäänkäynti.....	6
4.2 Olohuone	6
4.3 Keittiö.....	6
4.4 Kirjasto	7
4.5 Kodinhoitohuone	7
4.6 Pesuhuone ja sauna.....	7
4.7 Makuuhuoneet.....	8
4.8 Muut tilat	8
5 JULKISIVUJEN SUUNNITTELU.....	8
6 RAKENNUSTEN SIJOITTELU TONTILLE.....	9
7 RAKENTEIDEN SUUNNITTELU.....	9
7.1 Perustamisolosuhteet.....	9
7.2 Alapohja	9
7.3 Yläpohja	10
7.4 Ulkoseinät.....	10
LÄHTEET	11
LIITTEET	

- 1 Asemapiirustus 1:200
- 2 Pohjapiirustus 1:100
- 3 Julkisivupiirustus 1:100
- 4 Leikkauspiirustus 1:100
- 5 Kattorakennepiirustus 1:50
- 6 Rakenneleikkaukset 1:10
- 7 Ristikkokaaviot
- 8 Perustusten mittapiirustus 1:100
- 9 Rakennelaskelmat
- 10 Kustannusarvio

1 JOHDANTO

Oman talon rakentaminen on monen suomalaisen unelma. Omalla kohdalla se on myös ollut sitä. Rakennusalalle päätyessäni kiinnostus pientalon rakentamisesta vain vahvistui, ja jo opiskelujen alkuvaiheessa oli mielessä ajatus omaan taloon liittyvästä tutkintotyöstä. Syksyllä 2006 saimme Ylöjärven Asuntilasta tontin ja samalla syntyi lopullinen päätös tehdä oman talon suunnitelmat.

Tähän tutkintotyöhön sisältyvät pientalon rakennuslupapaperit, joita ovat pohja-, leikkaus-, -julkisivu ja asemapiirustus, sekä rakennesuunnitelmat ja kustannusarvio. Työssä etenin ensin hahmottelemalla rakennuksen mallia ja huonejärjestystä. Työn edetessä suunnitelmat tarkentuivat ja joitakin yksityiskohtia muunneltiin sopivammiksi. Rakennussuunnittelun jälkeen suoritin kantavien rakenteiden suunnittelun ja laskin hankkeelle kustannusarvion.

2 OMAT TAVOITTEET

Omia tavoitteita rakennukselle oli vähintään 2–3 makuuhuonetta ja näiden lisäksi kirjasto, jota voi soveltaa myös muuhun käyttötarkoitukseen. Olohuoneeseen haluttiin saada vino sisäkatto sekä isoja ikkunapinta-aloja ja sen kautta valoisuutta. Porrastettu pohjaratkaisu ei ollut tärkein tavoite, mutta tontin saamisen jälkeen se tuli tontin pinnanmuodosta johtuen melkein pä itsestään selvydeksi.

3 KAAVAMÄÄRÄYSTEN VAIKUTUS SUUNNITTELUUN

Tontti on asemakaava-alueella joten se on suunniteltava voimassa olevien määräysten mukaisesti. Tonttiamme koskevat tärkeimmät määräykset olivat seuraavanlaiset: Asuinrakennukselle ja ulkorakennukselle suurimmat sallitut kerrosalaneliömetrit olivat 185 ja 35. Sallittu kerroslukumäärä oli puolitoista kerrosta niin, että puolikas kerros on

asuinkerroksen alapuolella (½ k I). Rakennuksen harjalinjan suunta oli määritelty tien suuntaiseksi. Katon kaltevuus tuli suunnitella välille 18–23°.

4 POHJARATKAISUN SUUNNITTELU

4.1 Sisäänkäynti

Sisäänkäynnin suunnittelussa mentiin muiden asioiden ehdoilla. Se päätettiin sijoittaa rakennuksen itäpäätyyn. Sen sijoittaminen pitkälle julkisivulle tuntui vaikealta, eikä sille tahtonut löytyä sopivaa kohtaa keittiön ja olohuoneen sijoittelun takia. Toisaalta sisäänkäynnin sijoittamisella päätyyn saatiin etupiha ehjemmäksi, ja lisäksi autotallia kaavailtiin tontin kaakkoiskulmaan, josta olisi hyvä yhteys rakennuksen sisäänkäynnille.

4.2 Olohuone

Olohuoneeseen kohdistuvia toiveita olivat vino sisäkatto ja isot ikkunapinta-alat. Olohuone sijoitettiin eteläpuoleisen julkisivun keskikohtaan. Sen lattia pinta-ala tuli 40 cm peruslattiatasoa alemmaksi. Olohuoneeseen sijoitettiin myös varaava takka. Olohuoneen ja keittiön välistä yhteyttä pidettiin yllä siten, että niiden väliin laitettiin matala seinä. Emme halunneet kuitenkaan tupakeittiömallista ratkaisua.

4.3 Keittiö

Keittiö sijoitettiin olohuoneen oikealle puolen pihalta päin katsottuna. Keittiöön saatiin näin myös hyvä yhteys sisäänkäynniltä. Keittiön malliksi suunniteltiin joko saareke- tai U-keittiötä, jossa olisi myös välipalataso. Useiden hahmotelmien jälkeen U-keittiö tuntui istuvan pohjaratkaisuun paremmin. Ruokailuryhmän paikaksi määriteltiin välipalataso ja ulkoseinien välinen kohta, josta olisi hyvä ihailu maisemia ikkunasta. Keittiön lattiapinta oli suunnittelun alkuvaiheessa samalla tasolla olohuoneen kanssa,

mutta se haluttiin nostaa ylemmäksi, sillä niiden tasoero ja matala seinä välissä tuntui miellyttävältä ratkaisulta.

4.4 Kirjasto

Kirjasto tuli vastakkaiselle puolen olohuonetta keittiöön nähden. Siitä tuli rakennuksen toinen huone, joka on 40 cm lattiapinnaltaan muita alempana. Omissa haaveissa oli jo pitkään ollut olohuoneen viereen sijoitettu huone, jota voi käyttötarkoitukseltaan soveltaa kirjastona, kotiteatterihuoneena tai ihan makuuhuoneenakin. Näin kirjaston paikka löytyi helposti, eikä sille vaihtoehtoisia ratkaisuja lähdetty hakemaankaan.

4.5 Kodinhoituhuone

Kodinhoituhuoneen perusvaatimuksena oli saada mahdollisimman paljon säilytystilaa ja käynti ulos. Huone sijoitettiin rakennuksen luoteisnurkkaan niin, että uloskäynti tuli länsipäätyyn. Se toimii myös saunomisen aikana uloskäyntinä vilvoittelua varten ja länsipäädyn sijainti mahdollistaakin ilta-auringosta nauttimisen esim. saunomisen yhteydessä.

4.6 Pesuhuone ja sauna

Pesuhuone ja sauna liitettiin kodinhoituhuoneen yhteyteen. Ensimmäisissä luonnoksissa saunan ja pesuhuoneen sijoittelu oli niin, että länsipäädyn julkisivu olisi ollut suora koko matkaltaan. Saunan sijoittaminen ulokkeeksi päätyyn antoi ilmettä julkisivulle, ja samasta syystä saunan päätyseinälle haluttiin leveä ikkuna. Saunan paikka mahdollisti katoksen suunnittelun kodinhoituhuoneen yhteyteen. Pesuhuoneeseen haluttiin kaksi suihkua ja ikkuna. Siitä ei katsottu tarpeellista suunnitella kovin suurta, muttei toki liian pientäkään.

4.7 Makuuhuoneet

Makuuhuoneita haluttiin kirjaston lisäksi vähintään kaksi, mieluummin kolme. Huonejärjestyksen määräisivät pitkälti olohuone sekä keittiö, joten makuuhuoneiden paikaksi tuli pohjoisjulkisivun puoli. Sinne saatiin sijoitettua kolme keskikokoista makuuhuonetta. Yhden makuuhuoneen yhteyteen liitettiin n. 2 m²:n vaatehuone. Muutenkin säilytystiloja pyrittiin saamaan tarpeeksi kiintokalusteiden muodossa.

4.8 Muut tilat

WC sijoitettiin eteisaulan yhteyteen niin, että myös makuuhuoneista olisi sinne helppo pääsy. Aulalle muodostui hieman käytävämäinen muoto, mutta ei haittaavassa määrin, ja toisaalta siitä tuli hyvin väljyyden tunnetta antava tila makuuhuoneiden ja keittiö-olohuoneakselin välille. Saunan viereen sijoitettiin 3 m²:n varastotila, joka täydensi länsipäädyn uloketta hyvin. Tekninen tila tuli saunaosaston läheisyyteen ja käynti sinne tuli talon pohjoispuolelta.

5 JULKISIVUJEN SUUNNITTELU

Julkisivujen suunnittelussa erityistä ilmettä haluttiin antaa tiellä näkyvälle eli eteläjulkisivulle. Julkisivu tehtiin olohuoneen kohdalta kaarevaksi, ja siihen sijoitettiin isoja ikkunoita. Samalla kun räystäslinja pidettiin suorana koko julkisivun matkalta, saatiin seinän viereen katettua terassialuetta. Samaiselle julkisivulle suunniteltiin laaja terassi, joka ulotettiin länsipäässä aina kodinhoituhuoneen uloskäynnille ja sen viereiselle katokselle asti. Näin terassista saatiin näyttävä ja se toimii myös hyvänä kulkureittiä.

Julkisivumateriaaliksi valittiin puu ja sitä päätettiin laittaa sekä pystyyn että vaakaan. Julkisivuväriksi valittiin vaaleanvihreä sävy. Katemateriaaliksi valittiin tiili ja sen väriksi harmaa, joka olikin määräyksissä ainoa hyväksytty väri. Julkisivun suunnittelu värien sekä verhouksen sommittelun suhteen ei ollut

helppo vaihtoehtojen paljouden takia. Väri vaihtoehtoista pisimpään mietityttivät sekä vihreät että harmaat sävyt. Verhoukseen haluttiin sekä vaaka- että pystyverhousta antamaan enemmän ilmettä

julkisivulle verrattuna täysin yhdensuuntaiseen verhoukseen. Katemateriaalina taas tiili on tuntunut sopeutuvan aina paremmin pientalomaisemaan, joten se päätettiin varhaisessa vaiheessa.

6 RAKENNUSTEN SJOITTELU TONTILLE

Tontin pinnanmuodon sekä ilmansuunnat huomioon ottaen rakennusten sijoittelulle oli alusta alkaen selkeät suuntaviivat. Eteläpuoleinen piha-alue haluttiin maksimoida ja asuinrakennus sijoitettiin niin tontin takaosaan kuin määräykset sallivat.

Autotallin paikaksi parhaiten tuntui käytännönkin kannalta sopivan tontin kaakkoisnurkka. Kyseistä kohtaa puolsi myös tavoite säilyttää asuinrakennuksen edusta ehyenä piha-alueena. Autotallin sijoitusnurkassa tontin rajaviiva tekee n. 8 m:n viisteen, josta olisi tarkoitus tulla pihaliittymä.

7 RAKENTEIDEN SUUNNITTELU

7.1 Perustamisolosuhteet

Rakennuspaikan perusmaa on yksinomaan kalliota. Näin ollen kantavuusongelmia ei ole ja pohjatutkimus voidaan jättää tekemättä.

7.2 Alapohja

Alapohja toteutetaan maanvaraisella laatalla. Laatan alapuolelle tulee lämmöneristyskerros eps-levyistä. Riittävästä kapillaarikatkosta huolehditaan laittamalla alapohjan alapuolelle reilu 200 mm:n kerros karkearakeista sepeliä.

Sokkeli tehdään kevytsoraharkoista valamalla ja antura teräbetonisena 600 mm leveänä ja 200 mm korkeana. Anturan ja kalliopinnan väliin tasoitetaan ja tiivistetään ohut murskekerros, jotta vältetään perustusten muodonmuutoksilta. Maanvaraisen laatan alle sepelikerrokseen upotetaan radon putkisto.

7.3 Yläpohja

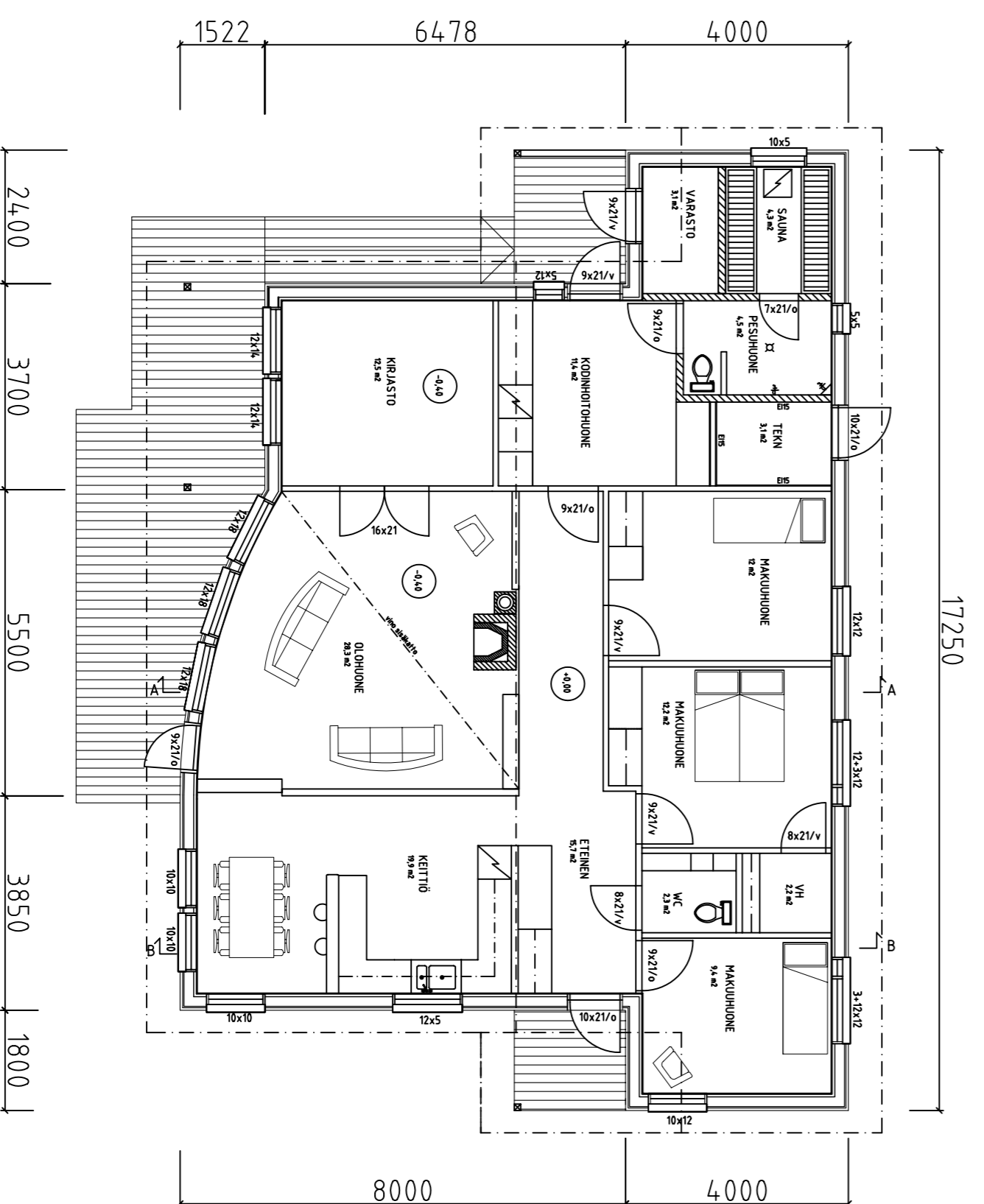
Yläpohjan kantavina rakenteina toimivat tehdasvalmisteiset naulalevyristikot, jotka asennetaan k 900 mm:n jaolle. Ristikoita tulee sekä suoralla alapaarteella sekä saksiristikkoja, johtuen olohuoneen vinosta sisäkatosta. Lämmöneristeeksi tulee puhallusvillaa vähintään 350 mm:n kerros. Tämän alapuolelle asennetaan vielä 50x50 koolaus, johon myös laitetaan eriste.

7.4 Ulkoseinät

Ulkoseinien, jotka samalla toimivat rakennuksen kantavina seininä, runko toteutetaan 50x175 mm:n lujuusluokitellusta sahatavarasta. Sen sisäpuolelle asennetaan 50x50 vaakakoolaus. Kantavien seinien yläjuoksuun asennetaan 2x63x200 kertopuupalkit sekä ikkunoiden kohdalle tarpeen mukaan lisäpalkki.

LÄHTEET

- 1 Leivo, Mika – Nupponen, Aki – Pitkänen Jani, Eurocode 5
esimerkkilaskelmat. Wood Focus Oy.
- 2 Rakennusosien kustannuksia. Rakennustieto Oy. Helsinki 2005.



17250

RAKENNUSPAIKAN PINTA-ALA 1050 m²
 RAKENNUSKORKEUS 185 + 35 m²
 RAKENNETTAVA KERROSALA 165 m²
 RAKENNETTAVA HUONEISTOALA 14,1 m²
 TILAVUUS 475 m³

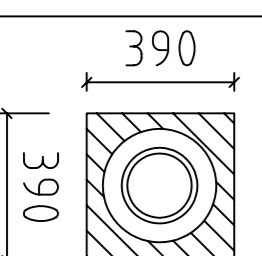
IKKUNOIDEN JA OVEN U-ARVO < 1,4 W/MK

RAKENNUKSESSA LÄMMÖNÄITÄ TIENOULLA VARUSTETTU
 KONEELLINEN TUULO- JA POSTOIMANVAHTO

RAKENNUKSEN PALOLUOKKA P3

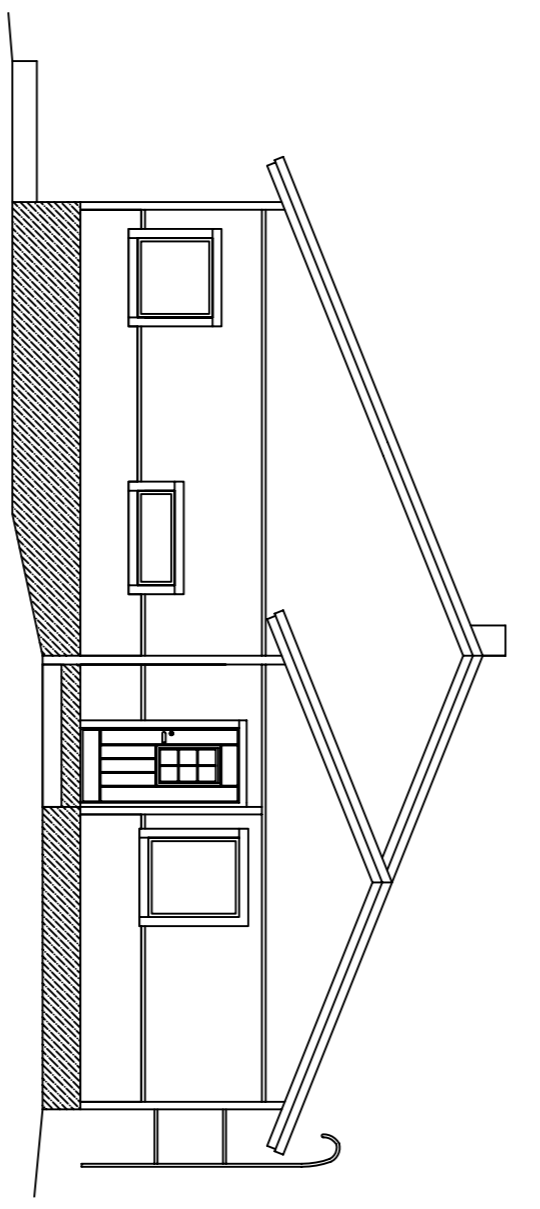
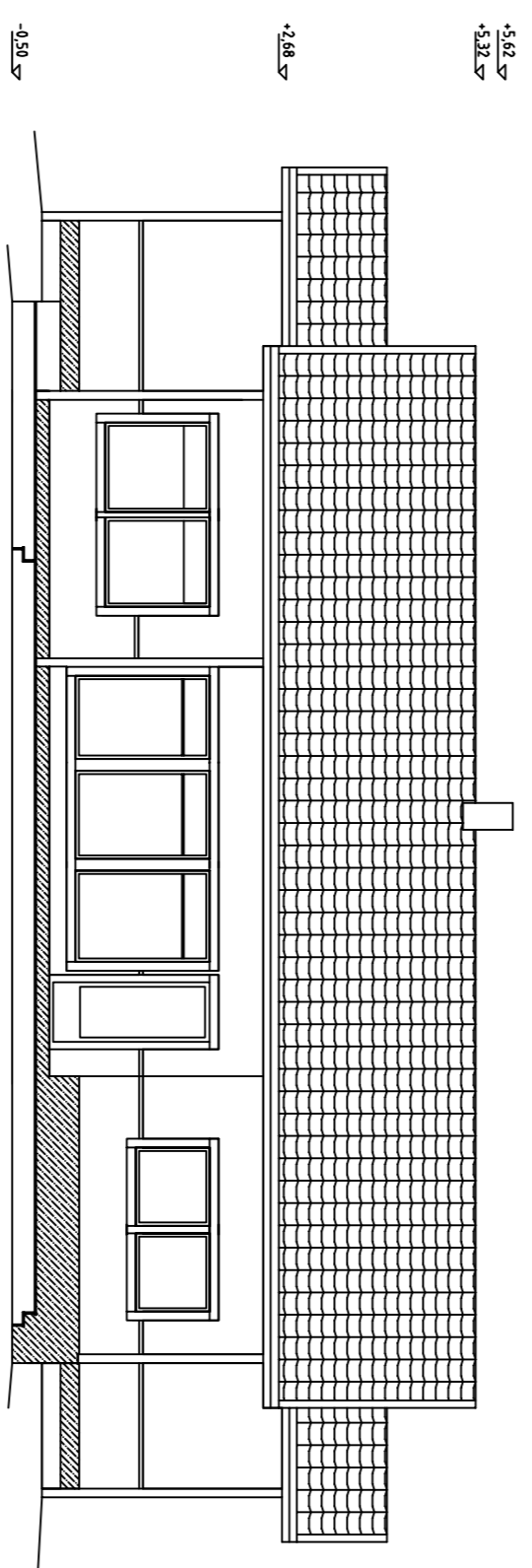
KATTO - JA TALOTIKKAAT TEHOAN RAKK. F2 MUKAAN

SAVUHORMIPUURUSTUS 1:20

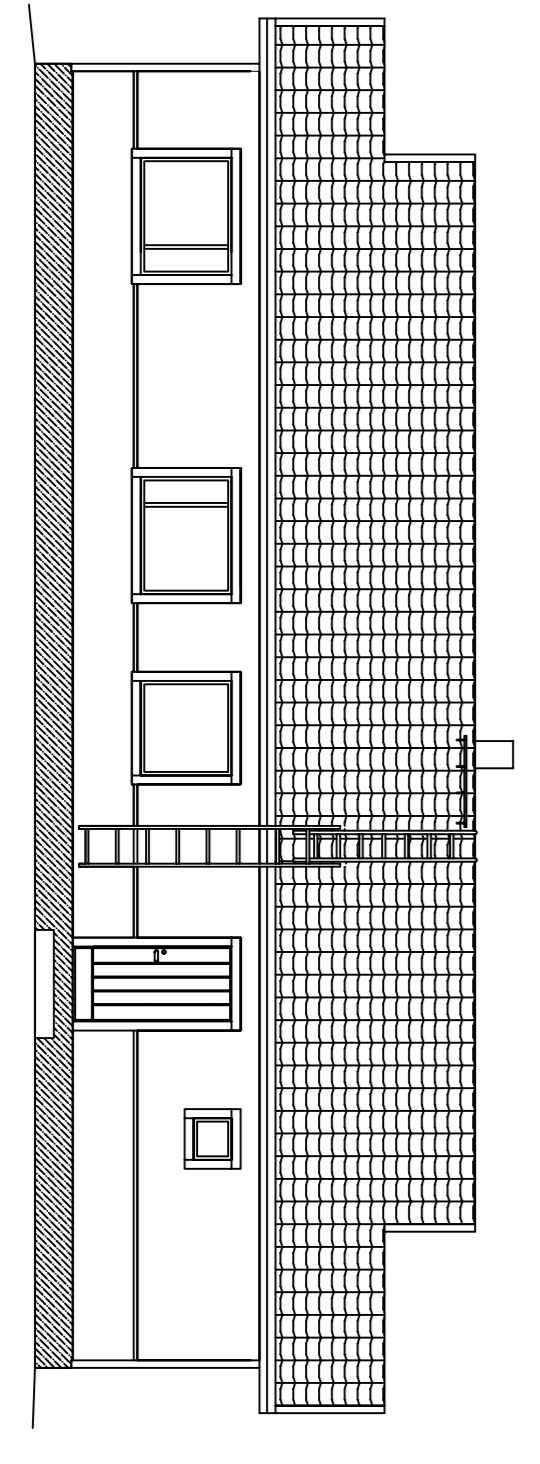
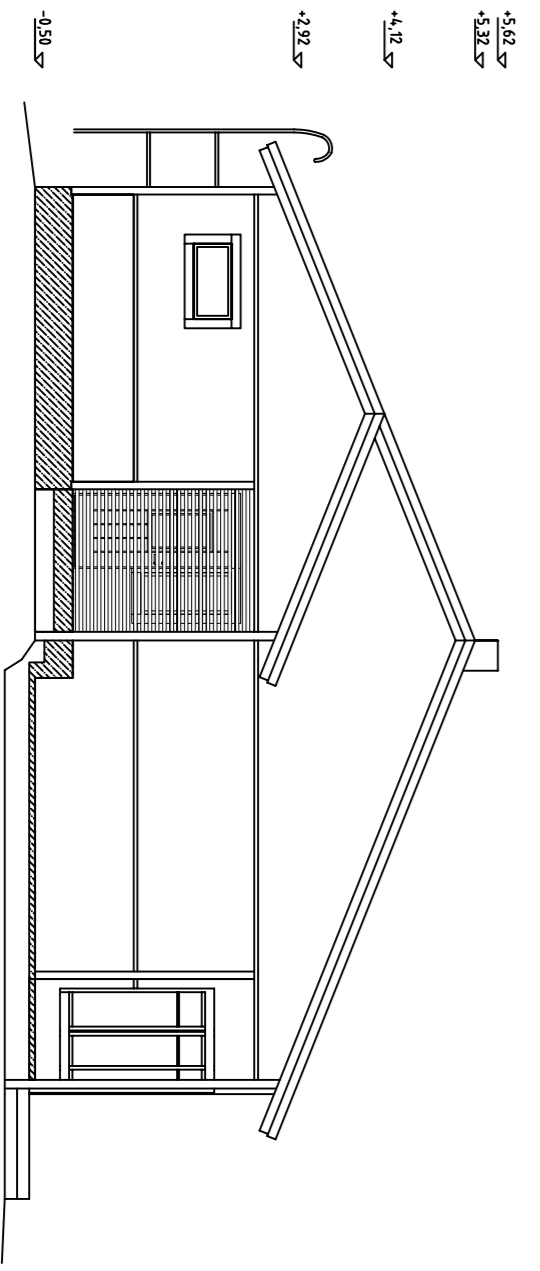


1. Harkkoelementti 390x390 mm
2. Vuorivilla 50 mm
3. Keraaminen hormi-elementti

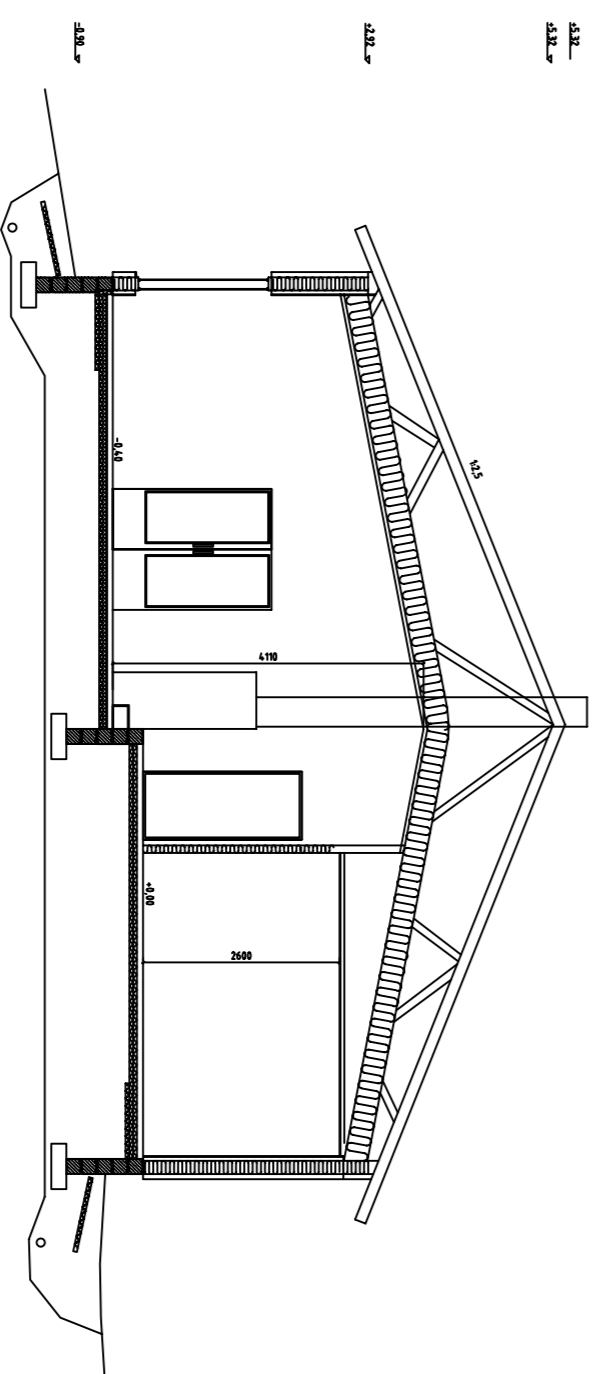
Kaupunginosa/tyyppi	Korttelin/tila	Tontin/tila	
Auvinla	542/4	1:620	
Rakennusvaihe			Perustustyö
RAKENNUSKORJAUS			Rakennusluvat
Rakennusvaihe			POHJAPIIRUSTUS
Rakennusvaihe			Mittakaava
33480 YLÖJÄRVI			1:100
Suunnittelija			Suunnitteluala
Hentti Mäkinen			ARK
18.04.2007			



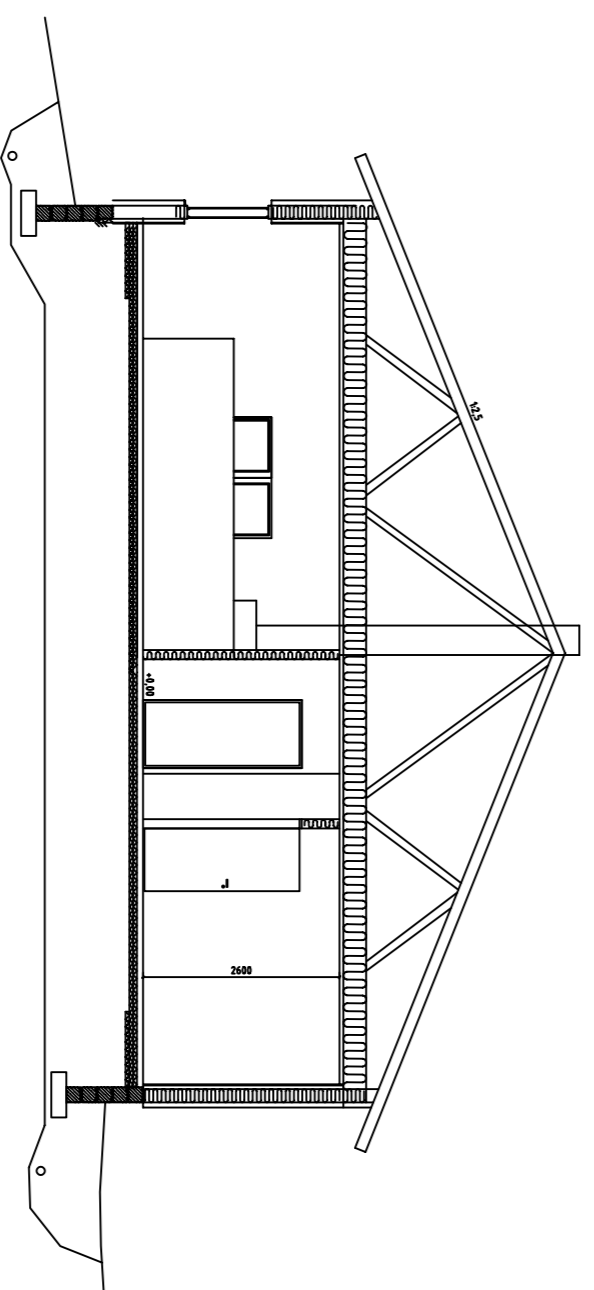
ARKITEHTITOIMISTO A. VÄHRI
 MATTI HEIKKILÄ
 OIKOJENKATU 11, 00100 HELSINKI
 Puh. +358 (0)9 2522 1000
 www.a.vahri.fi



Rakennuspaikka Asemaa UUDISRAKENNUS Rakennuskohde Talo Mäkinen Pielisentie 13 00480 YLOJÄRVI	Kattorivusa 542 / 4 Rakennuslupa 1:600	Piirustaja Rakennuspiirustus Piirustuksen sisältö ASEMAPIIRUSTUS Mittakaava 1:200	Suunnittelija Henri Mäkinen 18.04.2017	Suunnittelija ARK
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------	-----------------------------



LEIKKAUS A - A

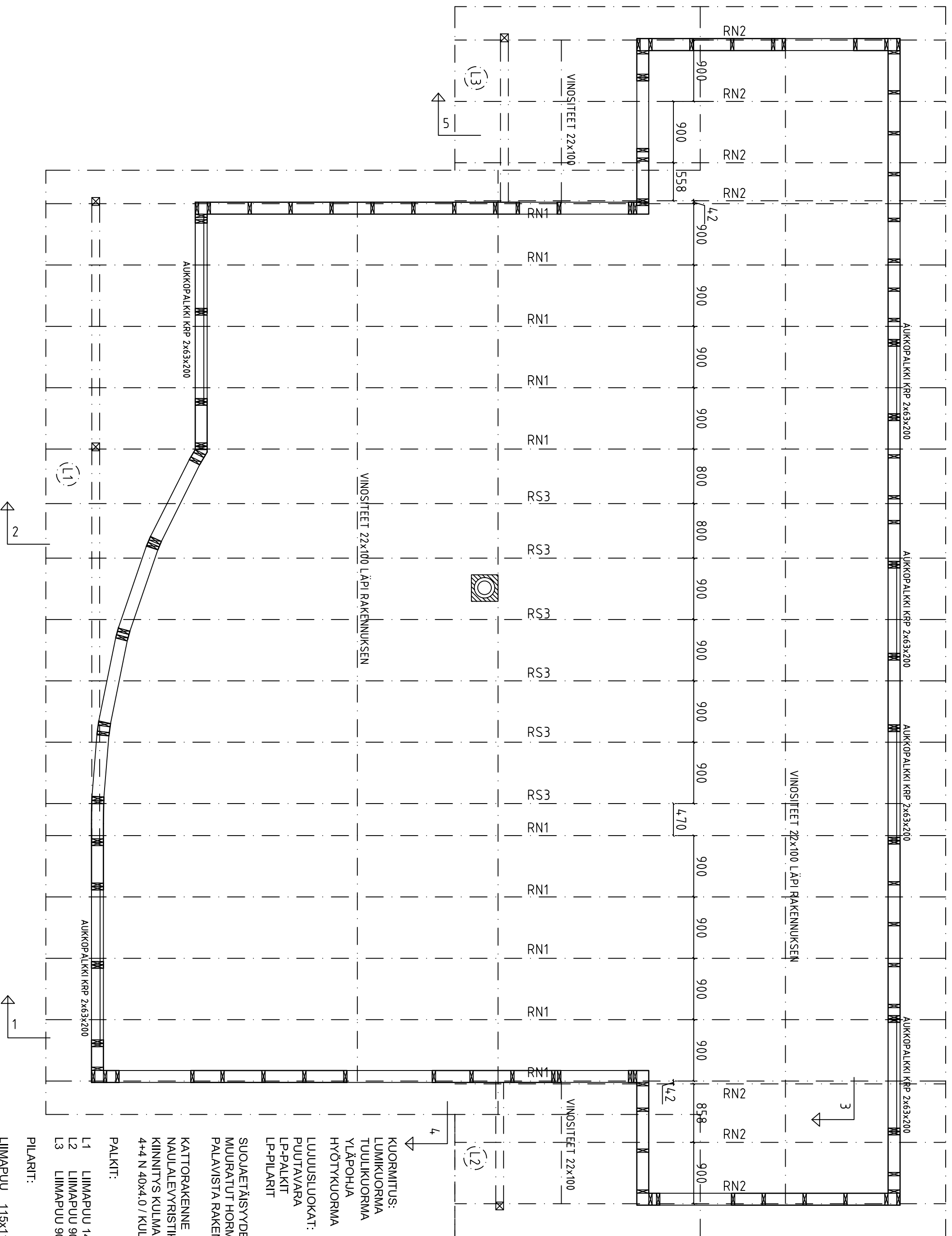


LEIKKAUS B - B

Ulkoseinät: (U < 0,28 W/m²K)
 Vaahto-Puupöyhkeä 22x100 mm
 Vaaka-Puupöyhkeä 22x73 mm
 Tuulensuojalevy 25 mm
 Puupöyhke-Eriste 172 mm
 Kipsilevy 13 mm
 Vaatekoulu-Eriste 48 mm
 Kipsilevy 13 mm
 Alkuperä: (U < 0,25W/m²K)
 Puupöyhkeellä
 Testistotoniilana 80 mm
 Eris-eriste 100 mm
 Kipsilevykäs 200 mm

Yläpöydä: (U < 0,18 W/m²K)
 Betoniliikale
 Kattorivien 48x48 mm
 Tuuletusputki 22x100 mm
 Kattorivien 48x48 mm
 Puuhilvalla 350 mm
 Kipsilevy 13 mm

Kaupunginosa/tyyppi	Korttelit/tila	Tontti/Rojo	Maailmanlaatu	No
Asematila TILIDISRAKENNUS	542 / 4	1: 620	Rakennuslupa Rakennuslupa	
Rakennusaste	Tila-Määrä		Perustusten ssa/10	Mittakaava
Palvelu 13	33480 Y.CO.JÄKV1		LEIKKAUSPIIRUSTUS	1:100
Suunnittelija	Suunnittelija			
Henri Mäkinen			ARK	
18.04.2007				



KUORMITUS:

LUMIKUORMA 2,00 kN/m²
TUULIKUORMA 0,55 kN/m²
YLÄPOHJA 0,90 kN/m²
HYÖTYKUORMA 1,50 kN/m²

LUJUUSLUOKAT:

PUUTAVARA T24
LP-PALKIT L40
LP-PILARIT T30

SUOJAETÄISYYDET

MURATUT HORMIT:
PALAVISTA RAKENTEISTA > 100 mm

KATTORAKENNE
NAULALEYRISTIKOT k 800 - 900
KIINNITYS KULMALEVYLLÄ 60x90x60 / TUKI
4+4 N 40x4,0 / KULMALEVY

PALKIT:

L1 LIIMAPUU 140x360
L2 LIIMAPUU 90x225
L3 LIIMAPUU 90x225

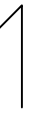
PILARIT:

LIIMAPUU 115x115

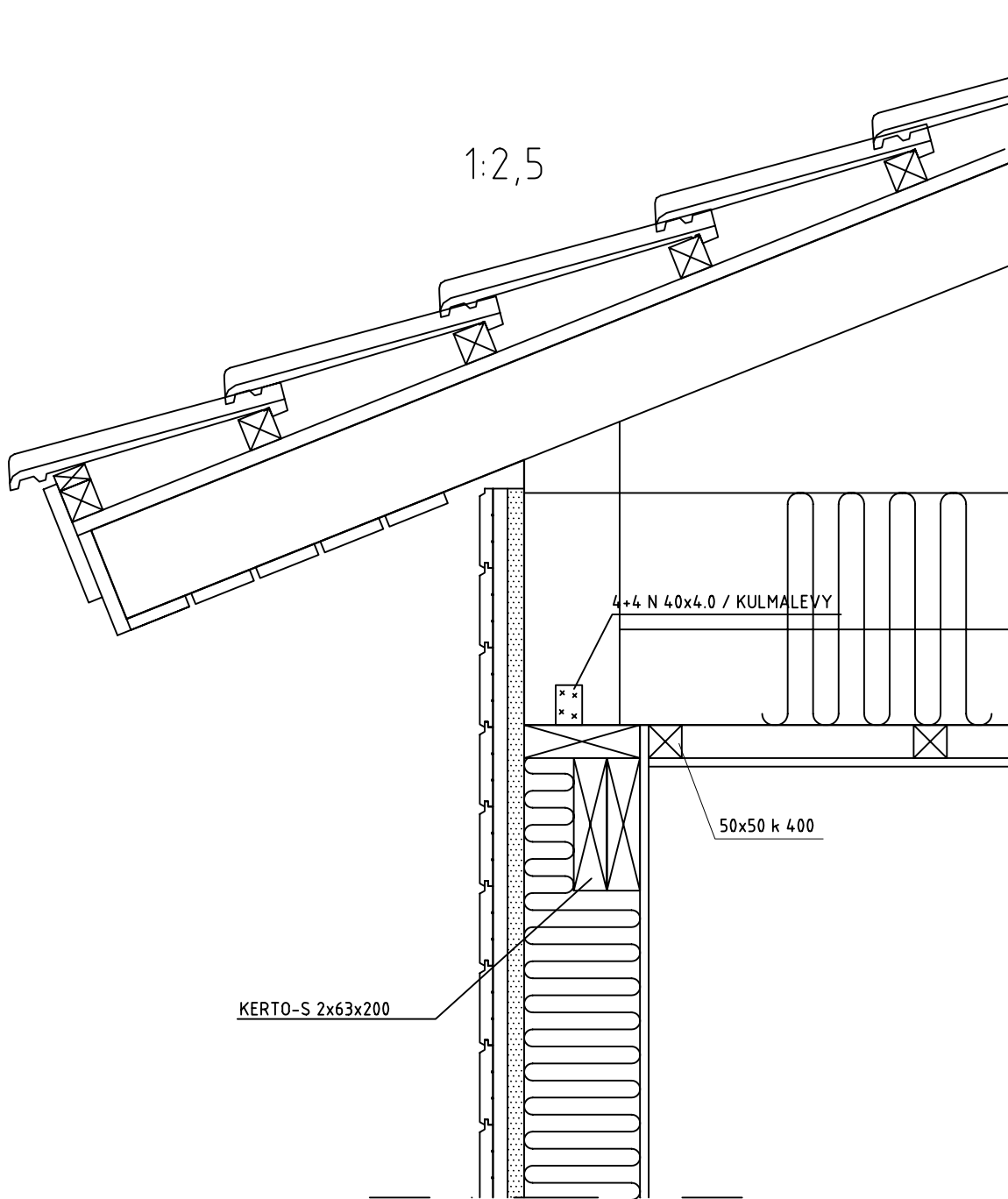
SIVURÄYSTÄS

Suunn. H. Mäkinen

Pvm. 18.04.2007



MK 1:10



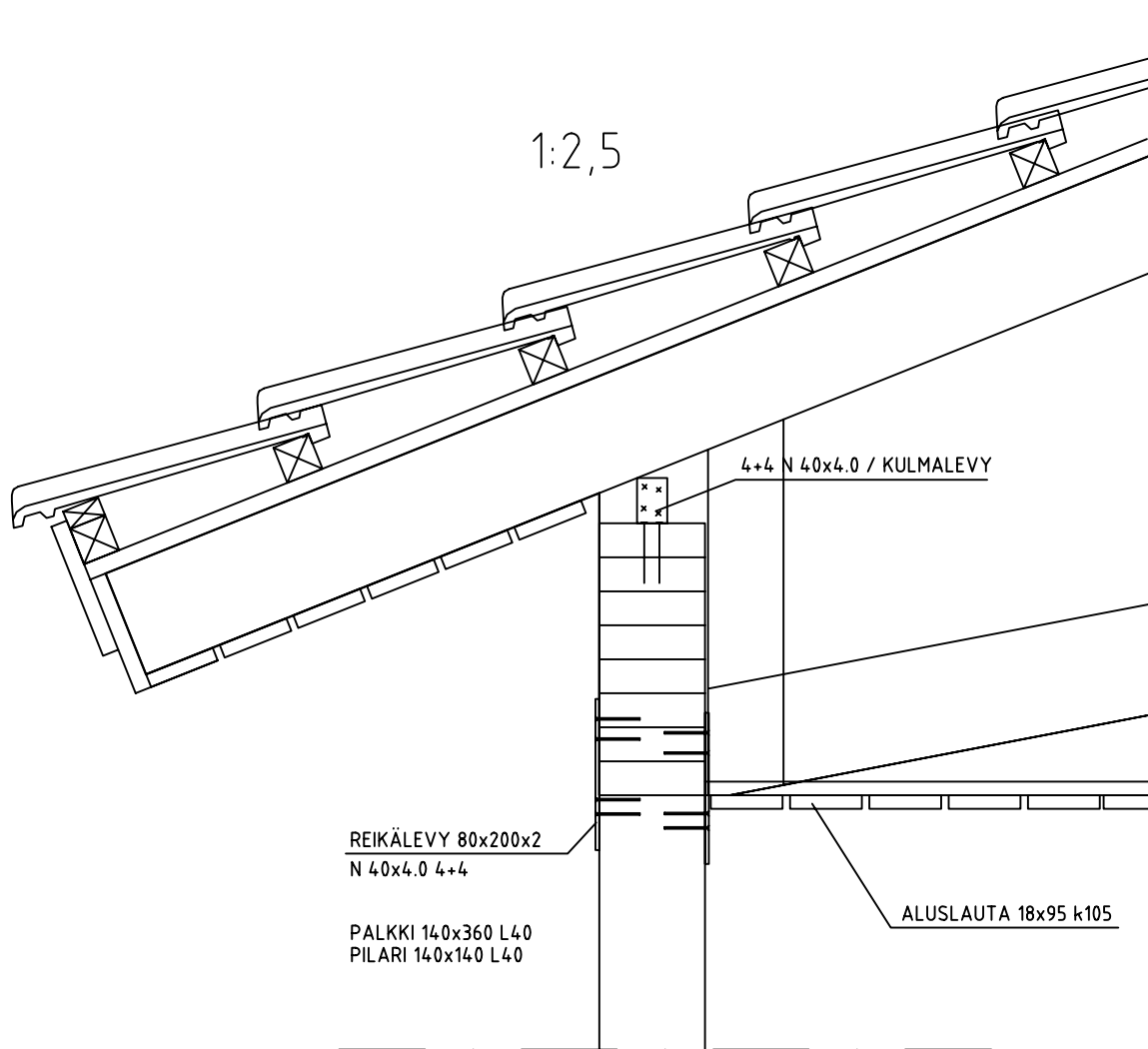
SIVURÄYSTÄS PALKKI

Suunn. H. Mäkinen

Pvm. 18.04.2007

2

MK 1:10



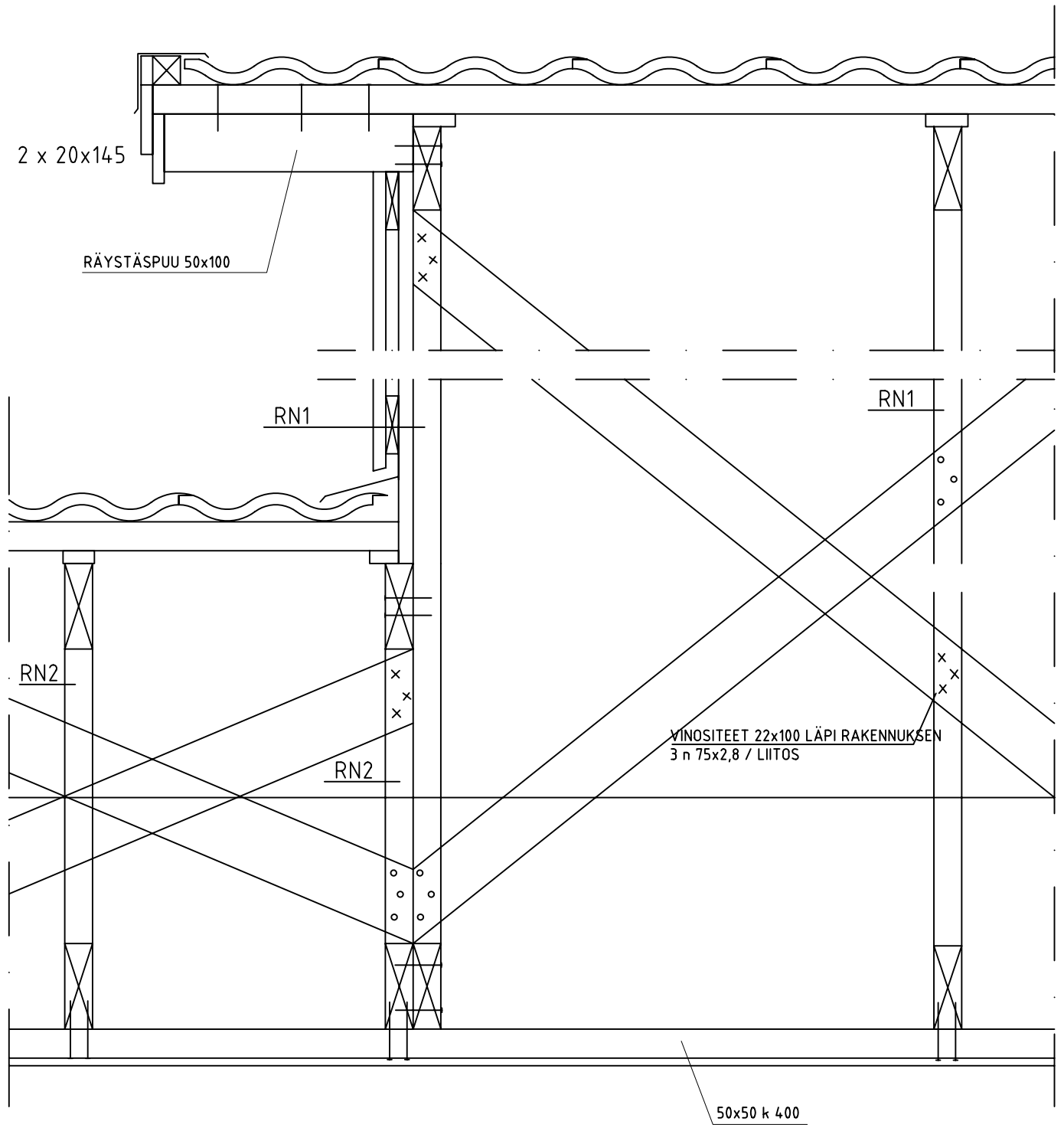
VESIKATON PORRASTUS

Suunn. H. Mäkinen

Pvm. 18.04.2007

3

MK 1:10



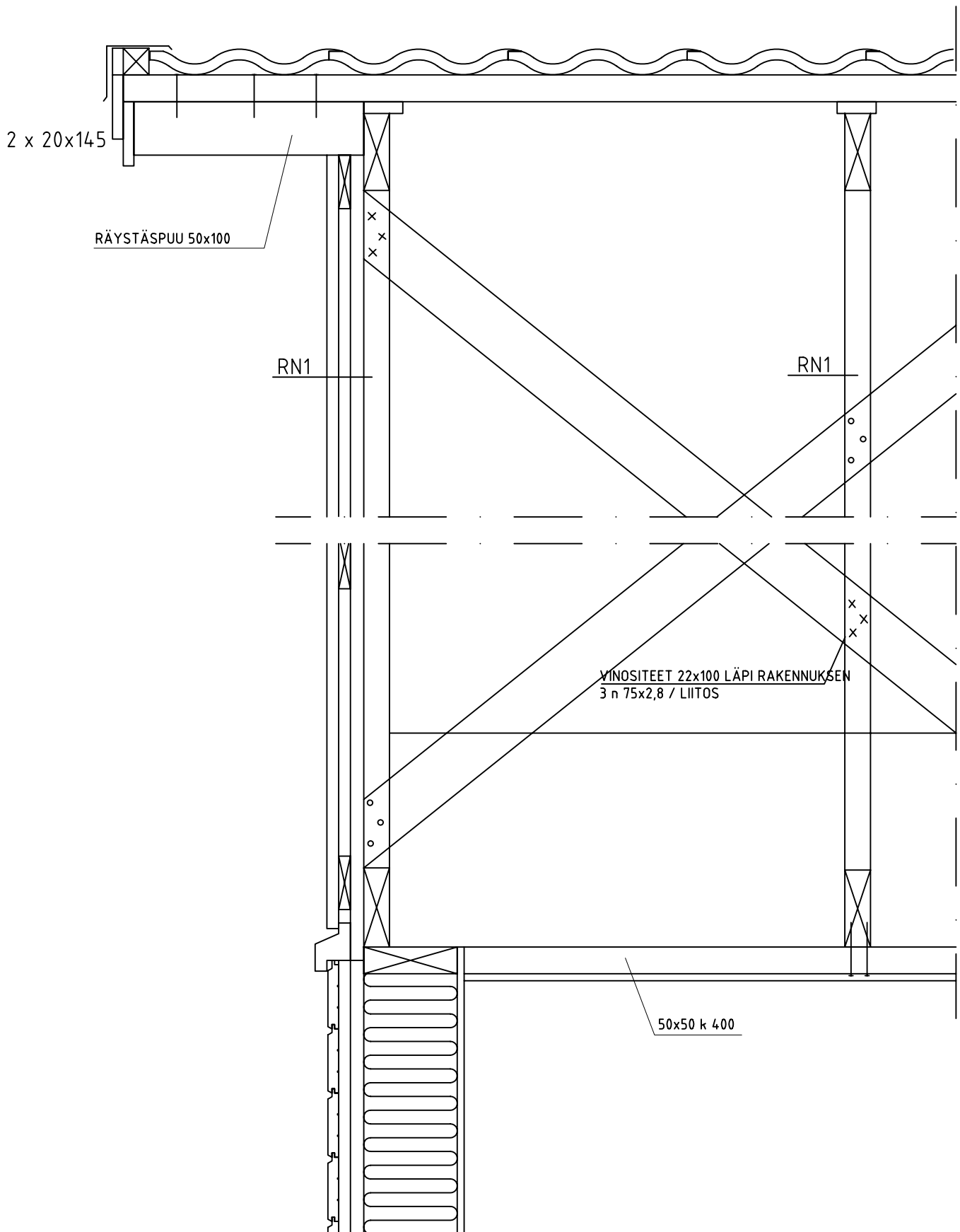
PÄÄTYRÄYSTÄS

Suunn. H. Mäkinen

Pvm. 18.04.2007

4

MK 1:10



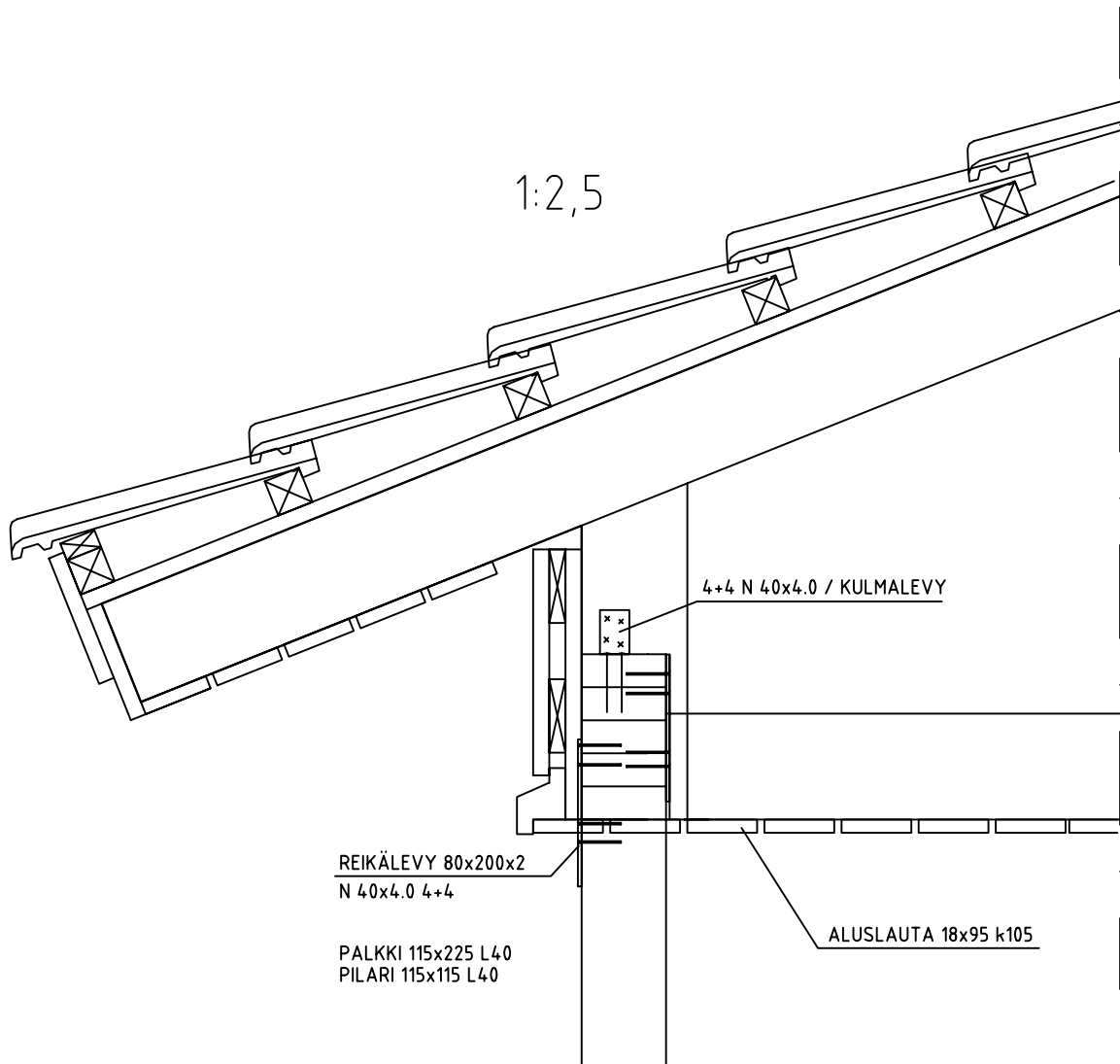
SIVURÄYSTÄS KUISTI

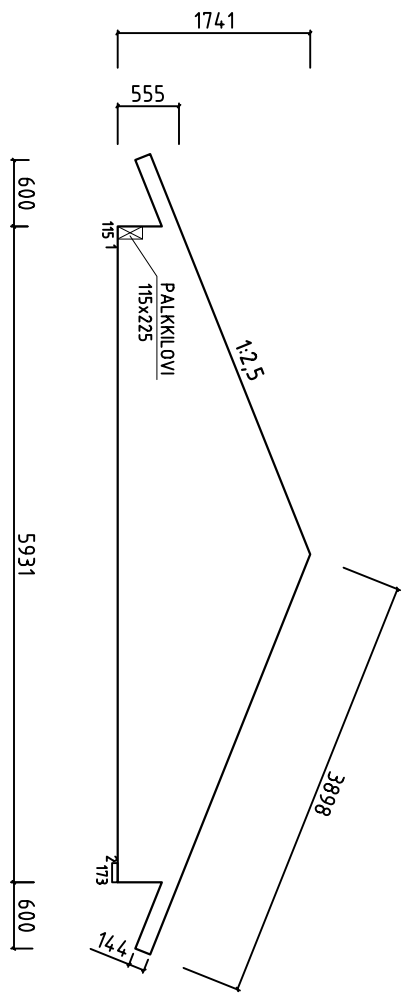
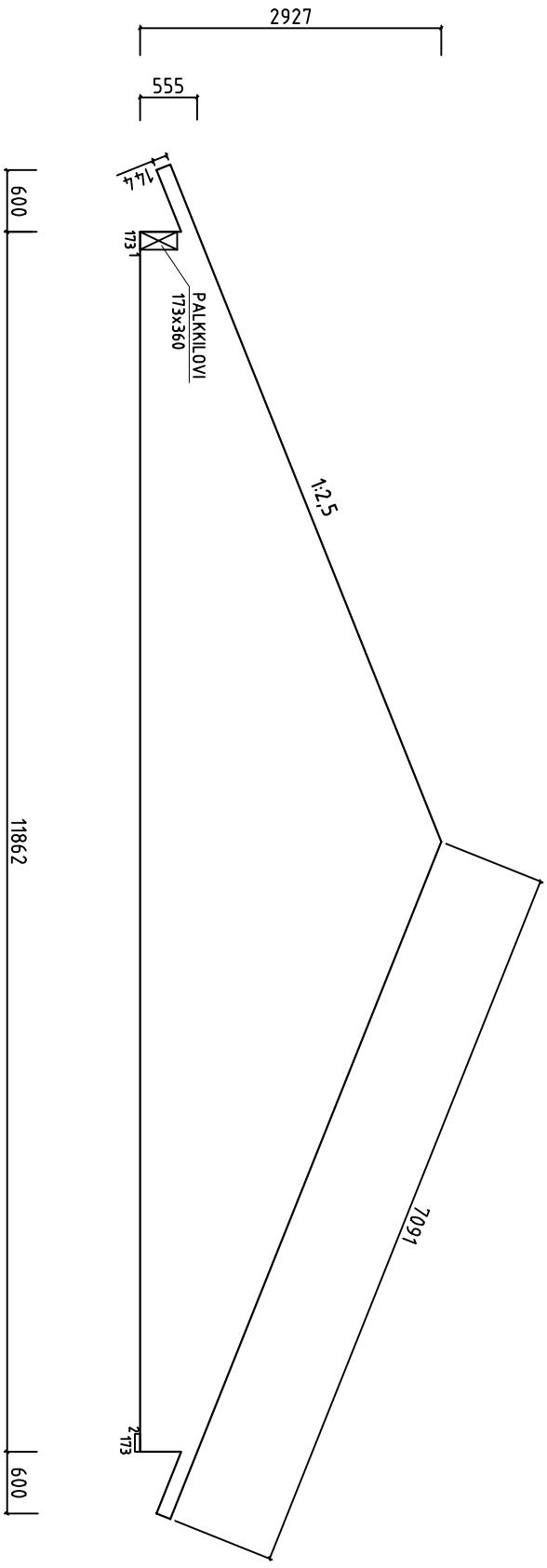
Suunn. H. Mäkinen

Pvm. 18.04.2007

5

MK 1:10





KUORMITUSTIEDOT:

TUENNAT

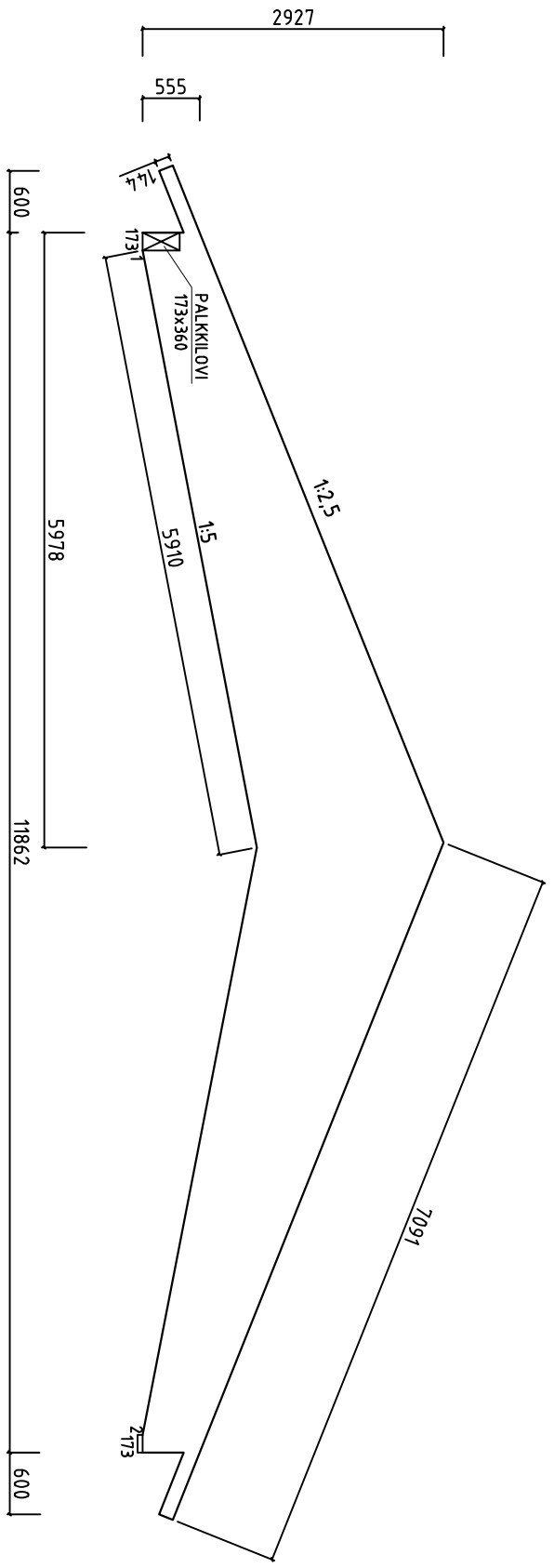
VALMISTETAAN

K-JAKO 900 mm
 YLÄPAARRE 0,60 kN/m²
 LUMIKUORMA 1,80 kN/m²
 HYÖTYKUORMA - kN/m²

1 - 2

RN1
 RN2

10 kpl
 7 kpl



KUORMITUSTIEDOT:

TUENNAT

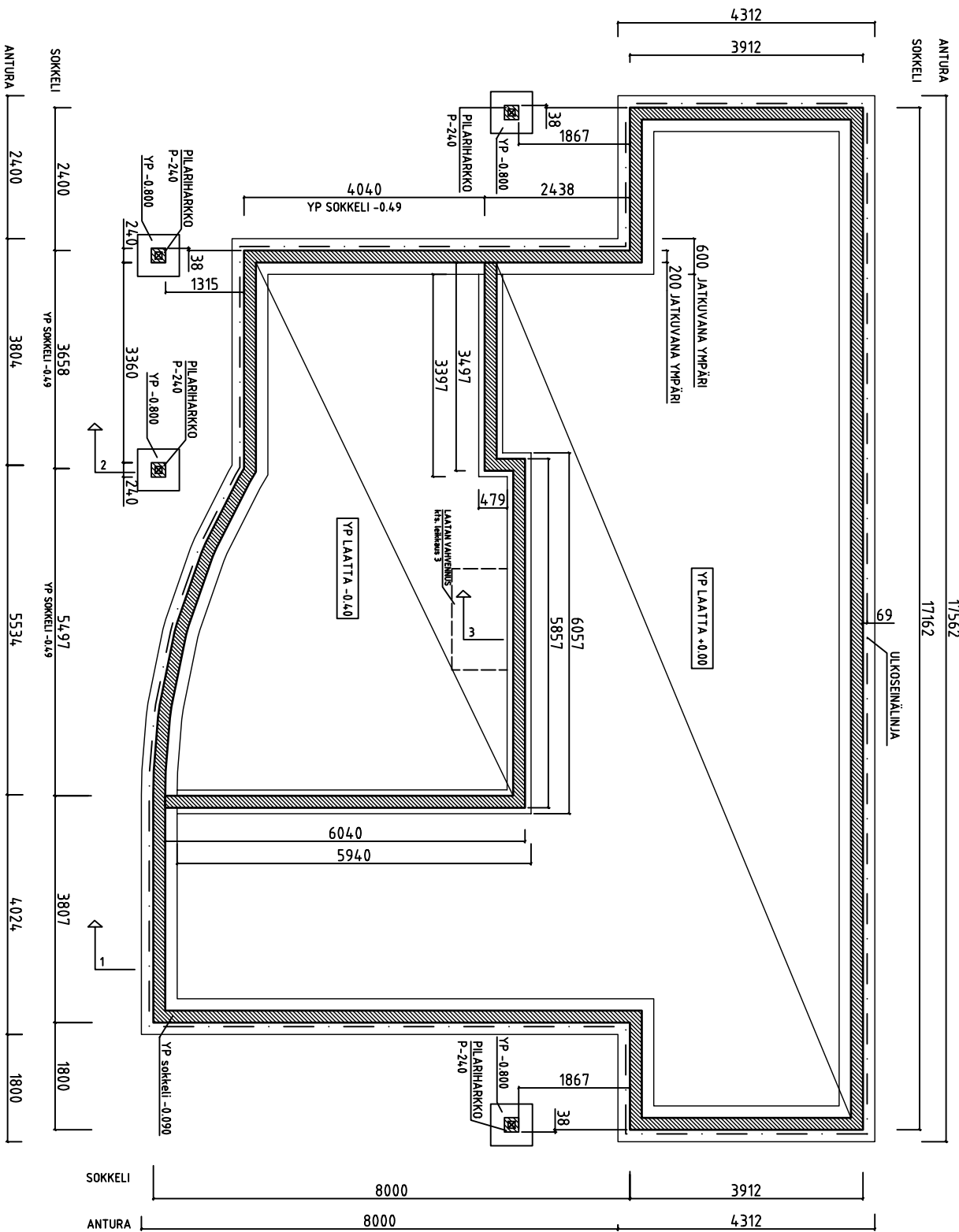
VALMISTETAAN

k-JAKO 800 - 900 mm
YLÄPÄÄRRE 0,60 kN/m²
LUMIKUORMA 1,80 kN/m²
HYÖTYKUORMA - kN/m²

1 - 2

6 kpl

PERUSTUSPIIRUSTUS 1:100



BETONI: BETONILAATTIA JA ANTURAT K25-2

RAUDOITUS: A 500 HW, B 500 K
VERKOT 8-150

SUOJAAVA MAATA VASTEN VÄH. 50 mm

RAUDOITUKSEN JÄTTÄMINEN: ANTURA LIMIITYS VÄH. 600 mm

SOKKELI VÄH. 500 mm
VERKOT VÄH. 200 mm

SORATÄYTTÖ: KARKEA SEPELLI ESIM. #16-32mm

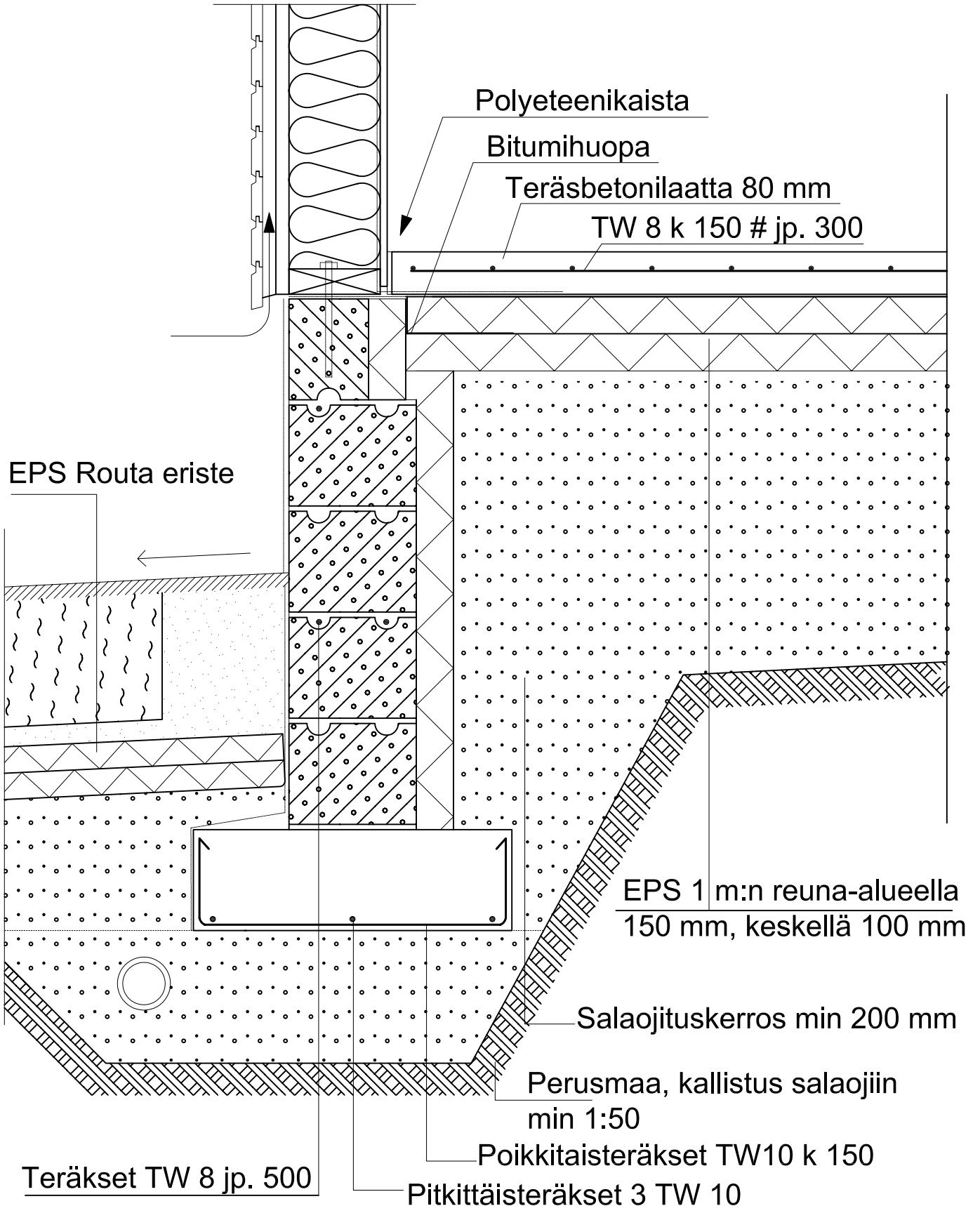
SALAJOITUS: MATERIAALI JA TYÖ RIL 126
MUKAISESTI

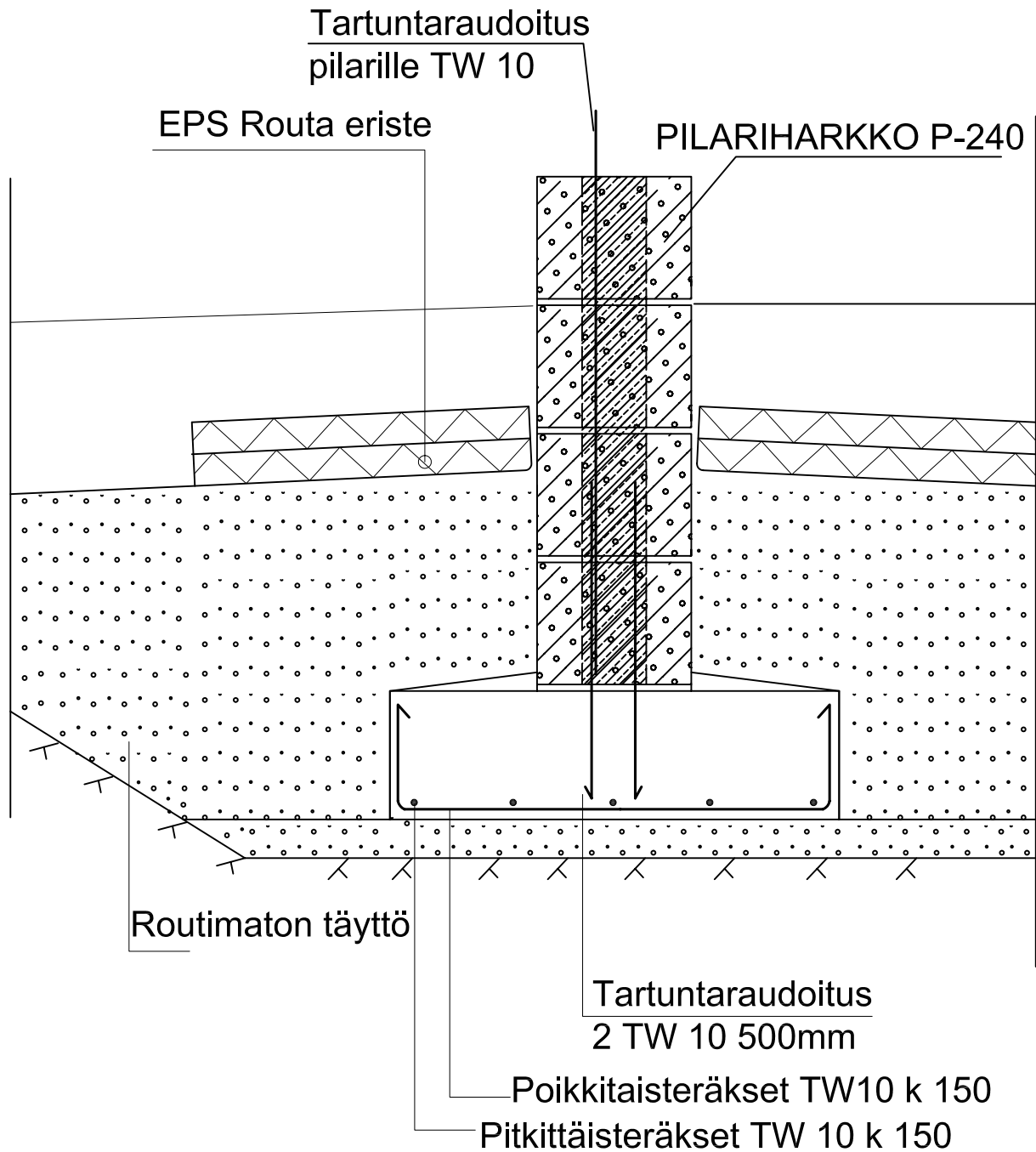
PERUSTUSLEIKKAUS/SOKKELI

Suunn. H. Mäkinen
Pvm. 18.04.2007

1

MK 1:10





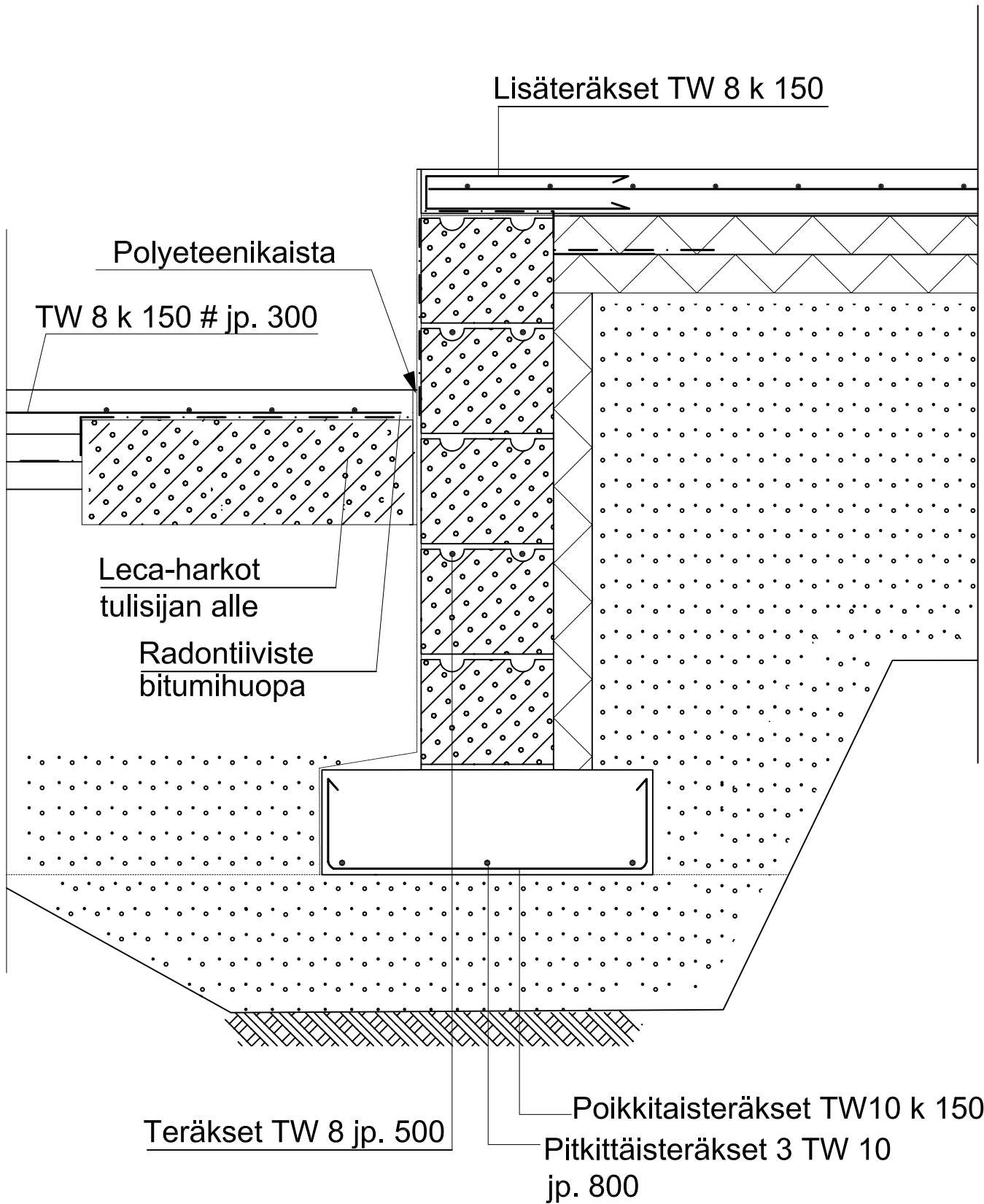
PERUSTUSLEIKKAUS/
PORRASTUS

Suunn. H. Mäkinen

Pvm. 18.04.2007

3

MK 1:10



MITOITUKSET

Kattotuolin jänneväli 12 000 mm

Kattotuolit k 900 mm

Runkotolppa h= 2700 mm

Runkotolpat k 600 mm

Kuormitukset

Käyttöluokka 2 ja aikaluokka keskipitkä

Pysyvä kuorma $g_{k1} = 0,90 \text{ kN/m}^2$

Lumi kuorma $q_{k1} = 2,0 \text{ kN/m}^2$

Tuuli kuorma $q_{k2} = 0,55 \text{ kN/m}^2$

Kova talvi (lumi 100%)

$$\begin{aligned} P_d &= k_{\text{kattotuoli}} \cdot (\delta_g \cdot g_{k1} + \delta_q \cdot q_{k1}) \\ &= 0,9 \text{ m} \cdot (1,2 \cdot 0,9 \text{ kN/m}^2 + 1,5 \cdot 2,0 \text{ kN/m}^2) = 3,70 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$R_d = \frac{pd \cdot L}{2} = \frac{3,70 \cdot 12 \text{ m}}{2} = 22,1 \text{ kN}$$

Momentti vasemman puoleisen tolpan päässä

$$R_d \cdot 1,5 \text{ m} + R_d \cdot 0,6 \text{ m} - 1,5 \text{ m} = 0 \rightarrow N_d = 30,9 \text{ kN}$$

Kova talvi + tuuli (lumi 100% + tuuli 50%)

$N_d = 30,9 \text{ kN}$

$$M_{d\text{tuuli}50\%} = \frac{\frac{k_{\text{tolppa}} + 1,5}{2} \cdot \delta_q \cdot 0,5 \cdot \delta_{k2} \cdot H^2}{8} = 0,43 \text{ kNm}$$

Talvi + Kova tuuli (lumi 70% + tuuli 100%)

$$\begin{aligned} P_d &= k_{\text{kattotuoli}} \cdot (\delta_g \cdot g_{k1} + \delta_q \cdot 0,7 \cdot q_{k1}) \\ &= 0,9 \text{ m} \cdot (1,2 \cdot 0,9 \text{ kN/m}^2 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot 2,0 \text{ kN/m}^2) = 2,86 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$R_d = \frac{pd \cdot L}{2} = \frac{2,86 \cdot 12 \text{ m}}{2} = 17,2 \text{ kN}$$

Momentti vasemman tolpan päässä

$$Rd \cdot 1,5m + Rd \cdot 0,6m - 1,5m = 0 \rightarrow Nd = 24,1 \text{ kN}$$

$$M_{\text{dtuuli100\%}} = \frac{\frac{k_{\text{tolppa}} + 1,5}{2} \cdot \delta_q \cdot \delta_{k2} \cdot H^2}{8} = 0,86 \text{ kNm}$$

Ikkunan viereinen runkotolppa

Materiaali C24 käyttöluokka 2
Aikaluokka keskipitkä $\rightarrow k_{\text{mod}} = 0,8$

$$f_{m,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_m = 0,8 \cdot 24 \text{ N/mm}^2 / 1,3 = 14,8 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_m = 0,8 \cdot 21 \text{ N/mm}^2 / 1,3 = 12,9 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{0,05} = 7400 \text{ N/mm}^2$$

Valitaan $b_1 \times b_2 = 50 \times 175 \text{ mm}$

Mitoitus vahvempaan suuntaan

$$L_c = H = 2700 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{L_c}{0,289 \cdot b_2} = 55,36 \quad \sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,05}}{\lambda_y^2} = \frac{\pi^2 \cdot 7400 \text{ N/mm}^2}{55,36^2} = 23,83 \text{ N/mm}^2$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = \sqrt{\frac{21 \text{ N/mm}^2}{23,83 \text{ N/mm}^2}} = 0,94$$

Massiivipuulla $\beta_c = 0,2$

$$k_y = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,986$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,78$$

Mitoitus heikompaan suuntaan

Koska levytys estää nurjahtamisen $\rightarrow k_{c,z} = 1$

Kova talvi

Vahvempi suunta

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_d}{b_1 \cdot b_2} = 3,53 \text{ N/mm}^2 < k_{c,y} \cdot f_{c,0,d} = 10,06 \text{ N/mm}^2 \quad (35,1\%)$$

Kova talvi + tuuli

Vahvempi suunta

$$\sigma_{c,0,d} = 3,53 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,y} = \frac{M_{\text{tuuli}50\%}}{b_1 \cdot b_2^2} = \frac{0,43 \cdot 10^6 \text{ Nmm}}{50 \cdot 175^2 \text{ mm}^2} = 1,69 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,y,d} = k_{c,y} \cdot f_{c,0,d} = 10,06 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,y,d} = f_{m,d} = 14,8 \text{ N/mm}^2$$

Heikompi suunta

$$\sigma_{c,0,z,d} = \frac{N_d}{b_1 \cdot b_2} = 3,53 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,z,d} = 0$$

$$f_{c,0,z,d} = k_{c,z} \cdot f_{c,0,d} = 12,9 \text{ N/mm}^2$$

Poikkileikkaus suorakulmainen $k_m = 0,7$

$$\frac{\sigma_{c,0,z,d}}{f_{c,0,z,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y}}{f_{m,y,d}} = \frac{3,53}{12,9} + \frac{0}{14,8} + 0,7 \cdot \frac{1,69}{14,8} = 0,35 \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,y,d}}{f_{c,0,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \cdot \frac{\sigma_{m,y}}{f_{m,y,d}} = \frac{3,53}{10,06} + 0,7 \cdot \frac{0}{14,8} \cdot \frac{1,69}{14,8} = 0,47 \leq 1$$

Talvi + kova tuuli

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_d}{b_1 \cdot b_2} = 2,75 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,y} = \frac{M_{\text{tuuli}100\%}}{b_1 \cdot b_2^2} = \frac{0,86 \cdot 10^6 \text{ Nmm}}{50 \cdot 175^2 \text{ mm}^2} = 3,37 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,y,d} = k_{c,y} \cdot f_{c,0,d} = 10,06 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,y,d} = f_{m,d} = 14,8 \text{ N/mm}^2$$

Heikompi suunta

$$\sigma_{c,0,z,d} = 2,75 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,z,d} = 0$$

$$f_{c,0,z,d} = k_{c,z} \cdot f_{c,0,d} = 12,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{c,0,z,d}}{f_{c,0,z,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y}}{f_{m,y,d}} = \frac{2,75}{12,9} + \frac{0}{14,8} + 0,7 \cdot \frac{3,37}{14,8} = 0,37 \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,y,d}}{f_{c,0,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \cdot \frac{\sigma_{m,y}}{f_{m,y,d}} = \frac{2,75}{10,06} + 0,7 \cdot \frac{0}{14,8} \cdot \frac{3,73}{14,8} = 0,50 \leq 1$$

Aukkopalkin mitoitus

Leveys L = 1500 mm

Kuormitukset

Käyttöluokka 2, aikaluokka keskipitkä

Pysyvä kuorma $g_{k1} = 0,90 \text{ kN/m}^2$

Lumi kuorma $q_{k1} = 2,0 \text{ kN/m}^2$

Tuuli kuorma $q_{k2} = 0,55 \text{ kN/m}^2$

$$P_d = k \cdot (\delta_g \cdot g_{k1} + \delta_q \cdot q_{k1}) = 0,9 \text{ m} \cdot (1,2 \cdot 0,9 \text{ kN/m}^2 + 1,5 \cdot 2,0 \text{ kN/m}^2) = 3,70 \text{ kNm}$$

$$R_d = \frac{pd \cdot L}{2} = \frac{3,70 \cdot 12 \text{ m}}{2} = 22,0 \text{ kN}$$

Kuormitustapaus 1: Suurin leikkausjännitys

Valitaan yläjuoksun korkeudeksi 175 mm

Lasketaan vasemman tuen tukireaktio A:

$$-A \cdot 1,5 \text{ m} + R_d \cdot 1,325 \text{ m} + R_d \cdot 0,425 \text{ m} = 0 \rightarrow A = 25,7 \text{ kN}$$

Kuormitustapaus 2, suurin taivutusjännitys

Lasketaan ristikon tukireaktion aiheuttama momentti, Md:

$$M_d = \frac{Rd \cdot L}{4} = 8,26 \text{ kNm}$$

Materiaali C24

Käyttöluokka 1 ja aikaluokka keskipitkä

$$K_{\text{mod}} = 0,8$$

$$f_{m,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_m = 0,8 \cdot 24 \text{ N/mm}^2 / 1,3 = 14,8 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{v,k} / \gamma_m = 0,8 \cdot 2,5 \text{ N/mm}^2 / 1,3 = 1,54 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{0,\text{mean}} = 11\,000 \text{ N/mm}^2$$

Valitaan koko $b \times h = 2 \times 50 \times 200 \text{ mm}$

Taivutusjäännitys

$$K_h = 1,0$$

$$\sigma_b = \frac{M_d}{\frac{b_1 \cdot b_2^2}{6}} = \frac{8,26 \text{ kNm} \cdot 10^6}{\frac{100 \cdot 200^2}{6}} = 12,5 \text{ N/mm}^2 < k_h \cdot f_{m,d} \text{ (84\%)}$$

Leikkausjäännitys

$$\tau = \frac{3 \cdot Rd}{2 \cdot b \cdot h} = \frac{3 \cdot 22,0 \cdot 10^3}{2 \cdot 50 \cdot 200} = 3,3 \text{ N/mm}^2 > f_{v,d} = 1,54 \text{ N/mm}^2$$

Ei kestä, valitaan kerto-S palkki

$$f_{v,d} = 0,8 \cdot 6,0 / 1,3 = 3,69 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = \frac{3 \cdot Rd}{2 \cdot b \cdot h} = \frac{3 \cdot 22,0 \cdot 10^3}{2 \cdot 63 \cdot 200} = 3,24 \text{ N/mm}^2$$

-> 2x63x200mm Kertopuu

===== Tutkintotyö - 24.4.2007 =====
Finnwood 2.1 (2.1.0.5)

===== Tutkintotyö - 24.4.2007 =====
PROJEKTITIEDOT:

Suunnittelija: Henri Mäkinen
Yritys: TAMK
Projekti: Tutkintotyö

Nimi: ?

C:\...\terassinpalkki1604.s01
===== Tutkintotyö - 24.4.2007 =====
RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Vapaa rakenne
Materiaali: GL32h
Profilili: 140x405 (B=140 mm, H=405 mm)
Käyttöluokka: 1
Pituus: 9300 mm
palkkijako: 600 mm (pintakuormille)

fm,k (Mz): 34.62 MPa
fm,k (My): 36.80 MPa
fc,0,k: 29.00 MPa
fc,90,k: 3.30 MPa
ft,0,k: 24.34 MPa
fv,k (Vy): 3.80 MPa
fv,k (Vz): 3.80 MPa
E,mean: 13700 MPa
G,mean: 850 MPa
E 0.05: 11100 MPa

Varmuuskerroin: 1.30
Aikaluokka: kmod: kdef:
Pysyvä: 0.600 0.600
Pitkäaikainen: 0.700 0.500
Keskipitkä: 0.800 0.250
Lyhytaikainen: 0.900 0.000
Hetkellinen: 1.100 0.000

Tuki: Sijainti x [mm]: Leveys [mm]: Tyyppi:
1: 0 140 Liukutuki (Y)
2: 3700 140 Liukutuki (Y)
3: 9300 150 Kiinteä niveltuki (X, Y)

Uloke-/aukkopituudet:
Uloke/aukko: Vaakamitta [mm]:
Aukko 1 3700.0
Aukko 2 5600.0

===== Tutkintotyö - 24.4.2007 =====
KUORMITUSTIEDOT:

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):
Pistekuorma: 1: FY = 4.86 kN x = 42.0 mm
Pistekuorma: 2: FY = 4.86 kN x = 942.0 mm
Pistekuorma: 3: FY = 4.86 kN x = 1842.0 mm
Pistekuorma: 4: FY = 4.86 kN x = 2742.0 mm
Pistekuorma: 5: FY = 4.86 kN x = 3642.0 mm
Pistekuorma: 6: FY = 4.86 kN x = 4542.0 mm
Pistekuorma: 7: FY = 4.86 kN x = 5442.0 mm
Pistekuorma: 8: FY = 4.86 kN x = 6342.0 mm
Pistekuorma: 9: FY = 4.86 kN x = 7242.0 mm
Pistekuorma: 10: FY = 4.86 kN x = 8142.0 mm
Pistekuorma: 11: FY = 4.86 kN x = 9042.0 mm
Palkin paino: QY = 0.239 kN/m x = 0 - 9300 mm

Lumikuorma (Lumikuorma lyhytaikainen, Lyhytaikainen):
Pistekuorma: 1: FY = 10.80 kN x = 42.0 mm
Pistekuorma: 2: FY = 10.80 kN x = 942.0 mm

Pistekuorma: 3:	FY = 10.80 kN	x = 1842.0 mm
Pistekuorma: 4:	FY = 10.80 kN	x = 2742.0 mm
Pistekuorma: 5:	FY = 10.80 kN	x = 3642.0 mm
Pistekuorma: 6:	FY = 10.80 kN	x = 4542.0 mm
Pistekuorma: 7:	FY = 10.80 kN	x = 5442.0 mm
Pistekuorma: 8:	FY = 10.80 kN	x = 6342.0 mm
Pistekuorma: 9:	FY = 10.80 kN	x = 7242.0 mm
Pistekuorma: 10:	FY = 10.80 kN	x = 8142.0 mm
Pistekuorma: 11:	FY = 10.80 kN	x = 9042.0 mm

===== Tutkintotyö - 24.4.2007 =====

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Yhdistelmä 1 (MRT)

1.35*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT)

1.20*Omapaino

Yhdistelmä 3 (MRT)

1.20*Omapaino + 1.50*Lumikuorma

Yhdistelmä 5 (MRT)

1.20*Omapaino + 1.50*0.70*Lumikuorma

Yhdistelmä 10 (KRT, Karakteristinen)

1.00*Omapaino

Yhdistelmä 12 (KRT, Karakteristinen)

1.00*Omapaino + 1.00*Lumikuorma

Yhdistelmä 14 (KRT, Karakteristinen)

1.00*Omapaino + 1.00*0.50*Lumikuorma

===== Tutkintotyö - 24.4.2007 =====

MITOITUS:

Normi/Standardi: ENV 1995-1-1 (RIL 205-2003)

Kokonaiskäyttöaste: 313.5 %

MITOITUSPARAMETRIT:

Sallittu U_{q,inst}: L/300 (Karakteristinen)

Sallittu U_{q,fin}: L/200 (Karakteristinen)

Sallittu U_{tot,fin}: L/200 (Karakteristinen)

Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00

Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus y-suuntaan: L_c = 1.00*L

Nurjahdus z-suuntaan: L_c = 1.00*L

Kiepahdus (L_{k1}:ta käytetään kun M_z>0 ja L_{k2}:ta kun M_z<0):

Kiepahdustukien jako rakenteen yläpuolella: L_{k1} = 300.00 mm

Kiepahdustukien jako rakenteen alapuolella: L_{k2} = 300.00 mm

MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkistus:	Arvo:	Sallittu:	% sallitusta:	Sijainti x:	
Leikkaus (y):	75.41 kN	99.44 kN	75.8 %	3700 mm	Yhdistelmä 3/1,
Lyhytaikainen					
Taivutus (M _z):	74.14 kNm	91.72 kNm	80.8 %	3700 mm	Yhdistelmä 3/1,
Lyhytaikainen					
(ilman kiepahdusta):	74.14 kNm	91.72 kNm	80.8 %	3700 mm	Yhdistelmä 3/1,
Lyhytaikainen					
Aukko 1, U _{q,inst} :	0.55 mm	12.33 mm	4.5 %	1162 mm	Yhdistelmä 12/1
(Karakteristinen)					
Aukko 1, U _{q,fin} :	0.55 mm	18.50 mm	3.0 %	1162 mm	Yhdistelmä 12/1
(Karakteristinen)					
Aukko 1, U _{tot,fin} :	0.97 mm	18.50 mm	5.2 %	1162 mm	Yhdistelmä 12/1
(Karakteristinen)					
Aukko 2, U _{q,inst} :	9.28 mm	18.67 mm	49.7 %	6742 mm	Yhdistelmä 12/1
(Karakteristinen)					
Aukko 2, U _{q,fin} :	9.28 mm	28.00 mm	33.1 %	6742 mm	Yhdistelmä 12/1
(Karakteristinen)					
Aukko 2, U _{tot,fin} :	16.25 mm	28.00 mm	58.0 %	6742 mm	Yhdistelmä 12/1
(Karakteristinen)					

ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 3/1 (Lyhytaikainen):

1.20*Omapaino + 1.50*Lumikuorma

Yhdistelmä 12/1 (Karakteristinen):

1.00*Omapaino + 1.00*Lumikuorma

VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos: Maksimiarvo: Sijainti x:

Vy,max 75.41 kN 3700 mm

Mz,max 74.14 kNm 3700 mm

===== Tutkintotyö - 24.4.2007 =====

TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax: Leimapaine:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:	Rd/A:	
1: %	35.81 kN	9.70 kN	25.49 kN	8.08 kN	1.83 MPa	80.0
2: %	148.66 kN	40.62 kN	105.87 kN	33.85 kN	7.58 MPa	313.5
3: %	60.55 kN	16.51 kN	43.12 kN	13.75 kN	2.88 MPa	126.2

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

===== Tutkintotyö - 24.4.2007 =====

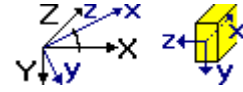
HUOMIOT:

-
- Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajatilamitoituksessa
 - Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
 - MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
 - Mitoitus on tehty ENV 1995-1-1/RIL 205-2003 mukaisesti
 - Rakenneosan koon vaikutus lujuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimella kh

===== Tutkintotyö - 24.4.2007 =====

Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.

Finnwood 2.1 (2.1.0.5)



PROJEKTITIEDOT:

Suunnittelija: Henri Mäkinen
Yritys: TAMK
Projekti: Tutkintyo

Nimi: L3

C:\Documents and Settings\Henkka\Työpöytä\L3.s01

RAKENNETIEDOT:

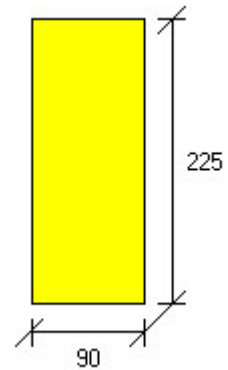
Rakennetyyppi: Vapaa rakenne
Materiaali: L40
Profiili: 90x225 (B=90 mm, H=225 mm)
Käyttöluokka: 2
Pituus: 2500 mm
palkkijako: 1000 mm (pintakuormille)

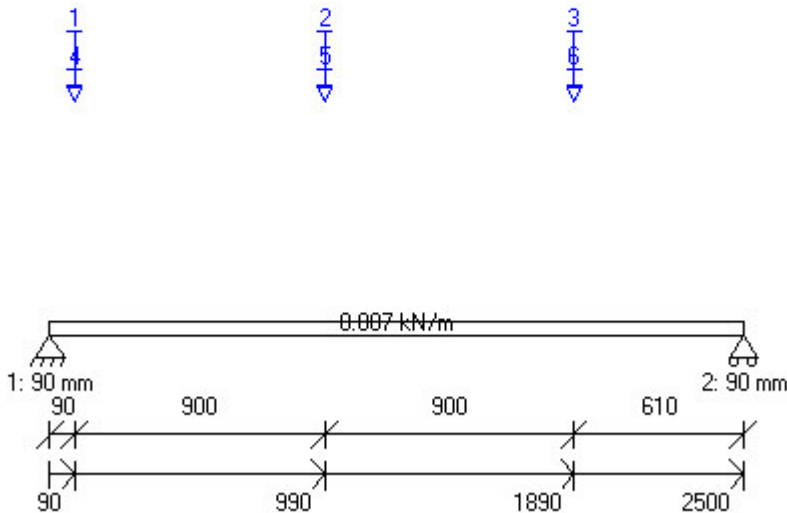
fm,k (Mz): 36.80 MPa
fm,k (My): 36.80 MPa
fc,0,k: 29.00 MPa
fc,90,k: 6.00 MPa
ft,0,k: 27.60 MPa
fv,k (Vy): 3.50 MPa
fv,k (Vz): 3.50 MPa
E,mean: 13500 MPa
G,mean: 840 MPa
E 0.05: 10800 MPa

Varmuuskerroin: 1.30
Aikaluokka: kmod: kdef:
Pysyvä: 0.600 0.800
Pitkäaikainen: 0.700 0.500
Keskipitkä: 0.800 0.250
Lyhytaikainen: 0.900 0.000
Hetkellinen: 1.100 0.000

Tuki: Sijainti x [mm]: Leveys [mm]: Tyyppi:
1: 0 90 Kiinteä niveltuki (X,Y)
2: 2500 90 Liukutuki (Y)

Uloke-/aukkopituudet:
Uloke/aukko: Vaakamitta [mm]:
Aukko 1 2500.0





KUORMITUSTIEDOT:

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Palkin paino: $QY = 0.087 \text{ kN/m}$ $x = 0 - 2500 \text{ mm}$

Lumikuorma (Lumikuorma keskipitkä, Keskipitkä):

Pistekuorma: 1:	$FY = 6.48 \text{ kN}$	$x = 90.0 \text{ mm}$
Pistekuorma: 2:	$FY = 6.48 \text{ kN}$	$x = 990.0 \text{ mm}$
Pistekuorma: 3:	$FY = 6.48 \text{ kN}$	$x = 1890.0 \text{ mm}$
Pistekuorma: 4:	$FY = 2.92 \text{ kN}$	$x = 90.0 \text{ mm}$
Pistekuorma: 5:	$FY = 2.92 \text{ kN}$	$x = 990.0 \text{ mm}$
Pistekuorma: 6:	$FY = 2.92 \text{ kN}$	$x = 1890.0 \text{ mm}$

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Yhdistelmä 1 (MRT)

 $1.00 \cdot \text{Omapaino}$

Yhdistelmä 2 (MRT)

 $1.35 \cdot \text{Omapaino}$

Yhdistelmä 4 (MRT)

 $1.20 \cdot \text{Omapaino}$

Yhdistelmä 5 (MRT)

 $1.20 \cdot \text{Omapaino} + 1.50 \cdot 0.70 \cdot \text{Lumikuorma}$

Yhdistelmä 6 (MRT)

 $1.20 \cdot \text{Omapaino} + 1.50 \cdot \text{Lumikuorma}$

Yhdistelmä 13 (KRT, Karakteristinen)

 $1.00 \cdot \text{Omapaino}$

Yhdistelmä 15 (KRT, Karakteristinen)

 $1.00 \cdot \text{Omapaino} + 1.00 \cdot 0.50 \cdot \text{Lumikuorma}$

Yhdistelmä 16 (KRT, Karakteristinen)

 $1.00 \cdot \text{Omapaino} + 1.00 \cdot \text{Lumikuorma}$

MITOITUS:

Normi/Standardi: ENV 1995-1-1 (RIL 205-2003)
Kokonaiskäyttöaste: 88.3 %

MITOITUSPARAMETRIT:

Sallittu $U_{q,inst}$: L/300 (Karakteristinen)
Sallittu $U_{q,fin}$: L/200 (Karakteristinen)
Sallittu $U_{tot,fin}$: L/200 (Karakteristinen)
Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00
Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00
Nurjahdus y-suuntaan: $L_c = 1.00 \cdot L$
Nurjahdus z-suuntaan: $L_c = 1.00 \cdot L$
Kiepahdus (Lk1:ta käytetään kun $M_z > 0$ ja Lk2:ta kun $M_z < 0$):
Kiepahdustukien jako rakenteen yläpuolella: Lk1 = 300.00 mm
Kiepahdustukien jako rakenteen alapuolella: Lk2 = 300.00 mm

MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkistus:	Arvo:	Sallittu:	% sallitusta:	Sijainti x:	
Leikkaus (y):	25.67 kN	29.08 kN	88.3 %	0 mm	Yhdistelmä 6/1, Keskipitkä
Taivutus (M_z):	12.68 kNm	17.20 kNm	73.7 %	990 mm	Yhdistelmä 6/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	12.68 kNm	17.20 kNm	73.7 %	990 mm	Yhdistelmä 6/1, Keskipitkä
Aukko 1, $U_{q,inst}$:	5.13 mm	8.33 mm	61.5 %	1250 mm	Yhdistelmä 16/1 (Karakteristinen)
Aukko 1, $U_{q,fin}$:	6.41 mm	12.50 mm	51.3 %	1250 mm	Yhdistelmä 16/1 (Karakteristinen)
Aukko 1, $U_{tot,fin}$:	6.48 mm	12.50 mm	51.9 %	1250 mm	Yhdistelmä 16/1 (Karakteristinen)

ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 6/1 (Keskipitkä):
1.20*Omapaino + 1.50*Lumikuorma
Yhdistelmä 16/1 (Karakteristinen):
1.00*Omapaino + 1.00*Lumikuorma

VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimi-arvo:	Sijainti x:
$V_{y,max}$	25.67 kN	0 mm
$M_{z,max}$	12.68 kNm	990 mm

TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:	Rd/A:	Leimapaine:
1:	25.67 kN	0.11 kN	17.13 kN	0.11 kN	3.17 MPa	85.8 %
2:	16.87 kN	0.11 kN	11.27 kN	0.11 kN	2.08 MPa	56.4 %

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

HUOMIOT:

- Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajatilamitoituksessa
- Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
- MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatilalla
- Mitoitus on tehty ENV 1995-1-1/RIL 205-2003 mukaisesti
- Rakenneosan koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimella kh

Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisätuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykistystä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakenneosan (palkki, pilari) soveltuvuus kokonaisuuteen on päärakennesuunnittelijan tarkistettava erikseen.

Finnwood-ohjelmistolla tehdyt laskelmat ja tulosteet ovat voimassa vain ohjelmistoon tallennettujen Metsäliiton Puutuoteteollisuuden tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliiton Puutuoteteollisuus tai sen tytäryhtiöt eivät vastaa käyttäjälle tai kolmannelle osapuolelle muiden valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä Finnwood-ohjelmistossa, ohjelmiston perusteella näin tehdyistä laskelmista ja tulosteista tai kolmansien valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä aiheutuneista virheistä, menetyksistä tai vahingoista. Näitä ehtoja ei saa poistaa tulosteesta.

=====

RAKENNETIEDOT:

Nimi/tunnus: Palkki L2
Pituus: 2400 mm
Poikkileikkaus: 115*225 (Suorakaide, b = 115.0 mm, h = 225.0 mm)
Kosteusluokka: 1
Materiaali: L40-LIIMAPUU

fbk (Mz): 31.00 MPa
fbk (My): 31.00 MPa
fck: 30.00 MPa
fc90k: 4.30 MPa
ftk: 21.00 MPa
fvk (Vy): 2.40 MPa
fvk (Vz): 2.40 MPa
Ek (lujuus): 6600 MPa
E (siirtymä): 8500 MPa

TUET: (2 kpl)

Nro:	x [mm]:	Tyyppi:
1:	0	Liukutuki X
2:	2400	Niveltuki

=====

KUORMITUSTIEDOT:

KT1: Omapaino (A):

PISTEKUORMAT: (4 kpl)

Nro:	Suunta:	Suuruus:	x [mm]:
1:	FY	-4.10 kN	0.0
2:	FY	-4.10 kN	921.0
3:	FY	-4.10 kN	1821.0
4:	FY	-4.10 kN	2400.0

KT2: Hyötykuorma (B):
(Ei kuormitusta)

KT3: Lumikuorma (B):

PISTEKUORMAT: (4 kpl)

Nro:	Suunta:	Suuruus:	x [mm]:
1:	FY	-10.80 kN	0.0
2:	FY	-10.80 kN	921.0
3:	FY	-10.80 kN	1821.0
4:	FY	-10.80 kN	2400.0

KT4: Tuulikuorma (C):
(Ei kuormitusta)

=====

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

KY1 (Jännitystarkastelu):

1.20*Omapaino

KY2 (Jännitystarkastelu):

1.20*Omapaino + 1.60*Hyötykuorma + 1.60*Lumikuorma

KY3 (Jännitystarkastelu):

1.20*Omapaino + 1.60*Hyötykuorma + 1.60*Lumikuorma + 0.80*Tuulikuorma

KY4 (Jännitystarkastelu):

1.20*Omapaino + 1.60*Hyötykuorma + 0.80*Lumikuorma + 1.60*Tuulikuorma

KY5 (Siirtymätarkastelu):

1.00*Omapaino

KY6 (Siirtymätarkastelu):

1.00*Omapaino + 1.00*Hyötykuorma + 1.00*Lumikuorma

KY7 (Siirtymätarkastelu):

1.00*Omapaino + 1.00*Hyötykuorma + 1.00*Lumikuorma + 0.50*Tuulikuorma

KY8 (Siirtymätarkastelu):
1.00*Omapaino + 1.00*Hyötykuorma + 0.50*Lumikuorma + 1.00*Tuulikuorma
=====

TUKIREAKTIOT, KUORMITUSYHDISTELMÄT:

KY1: (Jännitystarkastelu)
Tuki: FY [kN]: Min. tukileveys [mm]:
1 9.14 31
2 10.54 36

KY2: (Jännitystarkastelu)
Tuki: FY [kN]: Min. tukileveys [mm]:
1 41.24 109
2 47.56 126

KY3: (Jännitystarkastelu)
Tuki: FY [kN]: Min. tukileveys [mm]:
1 41.24 109
2 47.56 126

KY4: (Jännitystarkastelu)
Tuki: FY [kN]: Min. tukileveys [mm]:
1 25.19 67
2 29.05 77

KY5: (Siirtymätarkastelu)
Tuki: FY [kN]:
1 7.62
2 8.78

KY6: (Siirtymätarkastelu)
Tuki: FY [kN]:
1 27.68
2 31.92

KY7: (Siirtymätarkastelu)
Tuki: FY [kN]:
1 27.68
2 31.92

KY8: (Siirtymätarkastelu)
Tuki: FY [kN]:
1 17.65
2 20.35
=====

TUKIREAKTIOT, KUORMITUSTAPAUKSET:

Kuormitustapaus: Omapaino
Tuki: FY [kN]:
1 7.62
2 8.78

Kuormitustapaus: Hyötykuorma
Tuki: FY [kN]:
1 0.00
2 0.00

Kuormitustapaus: Lumikuorma
Tuki: FY [kN]:
1 20.06
2 23.14

Kuormitustapaus: Tuulikuorma
Tuki: FY [kN]:
1 0.00
2 0.00
=====

MITOITUS:

Mitoitusnormi: RakMk B10 rajatilamitoitus (2001)
Kokonaiskäyttöaste: 92.1 %

=====

MITOITUS, JÄNNITYSTARKASTELUT: (KA = 80 %)

KY1 (22 %), Aikaluokka = A

Leikkaus: 0.33 MPa (22 %)
Taivutus: 3.98 MPa (21 %)
Vy_max: 5.62 kN
Mz_max: 3.86 kNm

KY2 (80 %), Aikaluokka = B

Leikkaus: 1.47 MPa (80 %)
Taivutus: 17.94 MPa (75 %)
Vy_max: 25.36 kN
Mz_max: 17.41 kNm

KY3 (80 %), Aikaluokka = B

Leikkaus: 1.47 MPa (80 %)
Taivutus: 17.94 MPa (75 %)
Vy_max: 25.36 kN
Mz_max: 17.41 kNm

KY4 (49 %), Aikaluokka = B

Leikkaus: 0.90 MPa (49 %)
Taivutus: 10.96 MPa (46 %)
Vy_max: 15.49 kN
Mz_max: 10.63 kNm

=====

MITOITUS, SIIRTYMÄTARKASTELUT: (KA = 92 %)

Sallitut siirtymät (y-suunta):

Kaikki kuormat: L/300

Muuttuvat kuormat: L/200

Sallitut siirtymät (z-suunta):

Kaikki kuormat: L/300

Muuttuvat kuormat: L/200

KY5 (32 %), Aikaluokka = A

Aukko 1 (x = 0.0 - 2400.0)
Uy,tot = 2.53 mm, Uy,muuttuva = 0.00 mm (32 %)

KY6 (92 %), Aikaluokka = B

Aukko 1 (x = 0.0 - 2400.0)
Uy,tot = 7.37 mm, Uy,muuttuva = 5.34 mm (92 %)

KY7 (92 %), Aikaluokka = B

Aukko 1 (x = 0.0 - 2400.0)
Uy,tot = 7.37 mm, Uy,muuttuva = 5.34 mm (92 %)

KY8 (59 %), Aikaluokka = B

Aukko 1 (x = 0.0 - 2400.0)
Uy,tot = 4.70 mm, Uy,muuttuva = 2.67 mm (59 %)

=====

Nimike	%	Työ	Aine	Alihankinta	Omat	Muut	YHTEENSÄ	€/m3	€/m2
0 Rakennuttaminen							0		
1 Maa -ja pohjanrakennus	14,7	0	2245	15000			17245	37	107
2 Perustukset ja ulkopuoliset rakenteet	6,7	1446	6438	0			7884	17	49
3 Runko -ja vesikattorakenteet	24,3	10967	16335	1200			28501	61	177
4 Täydentävät rakenteet	13,4	2128	10045	3500			15673	33	97
5 Pintarakenteet	23,8	7076	12911	8000			27987	60	174
6 Kalusteet, varusteet ja laitteet	4,3	0	1100	4000			5100	11	32
7 Konetekniset työt							0	0	0
8 Työmaan käyttökustannukset	8,5				10000		10000	21	62
9 Työmaan yhteiskustannukset	4,3				5000		5000	11	31
98 Työntekijöiden sosiaalikulut							0	0	0
YHTEENSÄ	100	21616	49073	31700			117390	250	729
Kustannusjakauma %									
							Rakennustekniset työt yhteensä		
							117390		
Rakennus m3 470									
Brutto m2 161									
							71 Lämpö-,vesi ja viemäryöt		
								25 000	
							72 Ilmanvaihtotyöt		
								15 000	
							73 Sähkötyöt		
								8 000	
							YHTEENSÄ		
								165390	

Koodi		Nimike ja selitys	Määrätiedot		Kustannustiedot											
					Työkustannus				Ainekustannus		Alih./omat palv./muut k.			Yhteensä		
ro	suo		määräyks	h/yks.	h	€/h	€/yks.	Yht.€	hukka %	€/yks.	Yht.€	kl	€/yks.	Yht.€	€/yks.	Yht.€
10		Maanrakennustyöt urakkana sisältäen												15000		15000
		Pintamaiden poisto														
		Louhinta														
		Maa-aineksen poiskuljetus														
15		Salaoja ja putki johdot	90	jm	0,20	18,00	25	5,0	450						5,00	450
		Salaojaputket	10	kpl						13,50	135				13,50	135
		Rännikaivot	6	kpl						9,00	54				9,00	54
		Sadevesiputket	80	jm						1,20	96				1,20	96
16		Täyttö ja tiivistys	140	m3	0,03	4,48	25	0,8	112						0,80	112
		Täyttösora	280	tn						7,00	1960				7,00	1960
		Pääryhmä 1 Yhteensä				22,48					2245			15000		17807

Koodi		Nimike ja selitys	Määrätiedot		Kustannustiedot											
ro	suo		määrä	yks	Työkustannus					Ainekustannus			Alih./omat palv./muut k.			Yhteensä
				h/yks.	h	€/h	€/yks.	Yht.€	hukka %	€/yks.	Yht.€	kl	€/yks.	Yht.€	€/yks.	Yht.€
21		Anturat 600x200	72	jm												
	11	Lautamuottityöt	15	m2	0,38	5,70	25	9,50	143	10	8	120			17,5	263
	21	Raudoitus	0,58	t	8,00	4,64	25	200,00	116		1150	667				783
	22	Betonointi	9	m3							90	810			90,0	810
22																
	43	Perusmuurit	72	m2	0,62	44,64	25	15,50	1116						15,5	1116
		Harkot	600	kpl							1,91	1146			1,9	1146
		Laasti	3	t							80	200			80,0	200
		Harjateräkset	0,43	t							1150	495				495
		Patolevy	3	rll							35	105			35,0	105
		Patolevyn reunalista	60	jm							1	60			1,0	60
26																
	20	Maanvarainen betonilaatta	140	m2												
		EPS-eriste	140	m2							6,50	910			6,5	910
		Betoni	13	m3	0,23	2,88	25		72		90,00	1125			95,8	1197
		Verkko	20	kpl							40,00	800			40,0	800
		Pääryhmä 2 Yhteensä				58			1446			6438				7884

Koodi		Nimike ja selitys	Määrätiedot		Kustannustiedot														
ro	suo		määrä	yks	Työkustannus					Ainekustannus			Alih./omat palv./muut k.			Yhteensä			
					h/yks.	h	€/h	€/yks.	Yht.€	hukka %	€/yks.	Yht.€	kl	€/yks.	Yht.€	€/yks.	Yht.€		
35																			
	61	Puurunko	140	m2	0,40	56,00	25	10,0	1400									10,0	1400
	61	Runkotolpat 50x175	450	jm						5	4,0	1890						4,2	1890
	62	Vaakakoolaus 50x50	450	jm						5	0,8	378						0,8	378
	62	Tuulensuojalevy	140	m2	0,07	9,80	25	1,8	245	10	5,8	893						8,1	1138
	62	Kipsilevy	140	m2	0,14	19,60	25	3,5	490	10	1,1	169						4,7	659
	71	Pehmeä mineraalivilla	140	m2	0,06	8,96	25	1,6	224	5	3,5	515						5,3	739
	62	Alajuoksu 50x175	60	jm	0,33	19,80	25	8,3	495	5	5,0	315						13,5	810
	62	Yläjuoksu 3*50x175	180	jm	0,33	59,40	25	8,3	1485	5	4,0	756						12,5	2241
37																			
	61	Kattotyöt	230	m2	0,55	126,50	25	13,8	3163									13,8	3163
		Kattoristikot jänneväli 12m	10	kpl							400,0	4000						400,0	4000
		Kattoristikot saksi 12m	6	kpl							500,0	3000						500,0	3000
		Kattoristikot jänneväli 6 m	7	kpl							200,0	1400						200,0	1400
37																			
	61	Sisäpuoliset kattotyöt	140	m2	0,70	98,00	25	17,5	2450									17,5	2450
		Puhallusvilla 350 mm	53	m3							40,00	2100						40,0	2100
		Koolaus 50x50	350	jm	0,04	14,00	25	1,0	350	5	0,8	294						1,8	644
		Kipsilevyt	140	m2	0,19	26,60	25	4,8	665	10	1,2	185						6,1	850
39																			
	96	Kattovesijärjestelmä	1	erä													1200	1200,0	1200
		Liimapuupilarit 115x115	2	kpl							55,0	110						55,0	110
		Liimapuupalkit 115x360	1	kpl							330,0	330						330,0	330
		Pääryhmä 3 Yhteensä				439			10967			16335				1200			28501

Koodi		Nimike ja selitys	Määrätiedot		Kustannustiedot												
					Työkustannus					Ainekustannus			Alih./omat palv./muut k.			Yhteensä	
ro	suo		määrä	yks	h/yks.	h	€/h	€/yks.	Yht.€	hukka %	€/yks.	Yht.€	kl	€/yks.	Yht.€	€/yks.	Yht.€
41		Ikkunat	14	kpl	0,70	9,80	25	17,50	245		350	4900				368	5145
43		Ovet															
		Ulko-ovi	4	kpl	1,20	4,80	25	30,00	120		350	1400				380	1520
		Väliovi	10	kpl	0,80	8,00	25	20,00	200		100	1000				120	1200
		Heloitus sisäovet ja ikkuna	22	kpl	0,25	5,50	25	6,25	138		20	440				26	578
		Heloitus ulko-ovet	4	kpl	0,75	3,00	25	18,75	75		50	200				69	275
45																	
	61	Väliseinä 1 Kipsi+puu+kipsi	90	m2	0,60	54,00	25	15,00	1350							15	1350
		Väliseinärunkotolpat	350	jm						10	1,80	693				2	693
		Villat	90	m2							3,0	270					270
		Kipsilevyt	200	m2						10	1,10	242				1	242
48																	
	41	Piipun muuraus+tarvikkeet	1	erä							900	900				900	900
48		Takka	1	kpl											3500	3500	3500
		Pääryhmä 4 Yhteensä				85			2128			10045			3500		15673

		Lattiapäällysteet													
		Laminaatti	92 m2	0,22	20,24	25	5,50	506	5,00	10,00	966			92	1472
55															
	63	Puuverhous julkisivut	140 m2	0,45	63,00	25	11,25	1575	10,00	11,50	1771			140	3346
56															
	48	Lattia laatoitus	38	1,30	49,40	25	32,50	1235						38	1235
		Laatat	38 m2						5,00	15,00	599			38	599
		Vedeneristys	30 m2							5,00	150			30	150
56															
	66	Oviliistoitus	50 jm	0,05	2,50	25	1,25	63	5,00	2,50	131			50	194
56															
	66	Lattialistat	100 jm	0,08	8,00	25	2,00	200	5,00	2,00	210			100	410
											0				
57											0				
	63	Saunan tarvikkeet	1 erä	20,00	20,00	25	500	500			0				500
											0				
		Paneeli	150 m						5,00	2,65	417			150	417
		Laudepuu	55 m						5,00	2,90	167			55	167
57															
	66	Keittiökaapit											6500		6500
57															
	66	Muut kaapit											1500		1500
		Pääryhmä 5 Yhteensä			283			7076			12911			8000	27987

Koodi		Nimike ja selitys	Määrätiedot		Kustannustiedot											
ro	suo		määrä	yks	Työkustannus				Ainekustannus			Alih./omat palv./muut k.			Yhteensä	
				h/yks.	h	€/h	€/yks.	Yht.€	hukka %	€/yks.	Yht.€	kl	€/yks.	Yht.€	€/yks.	Yht.€
63		Keittön laitteet	1	erä										4000		4000
																0
63		Märkätilojen laitteet														0
		Kiuas	1	kpl						300	300					300
											0					0
		Keskuspölynimuri	1	kpl						800	800					800
		Pääryhmä 6 Yhteensä						0			1100			4000		5100