

# **VARASTORAKENNUKSEN RAKENNESUUNNITTELU**

Mikko Mäkitalo

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2013  
Rakennustekniikan ko.  
Talonrakennustekniikka

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tampere University of Applied Sciences

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Talonrakennustekniikan suuntautumisvaihtoehto

MIKKO MÄKITALO:  
Varastorakennuksen rakennesuunnittelu

Opinnäytetyö 52 sivua, joista liitteitä 29 sivua  
Toukokuu 2013

---

Tämän opinnäytetyön aiheena on varastorakennuksen rakennesuunnittelu ja työpiirustusten tekeminen. Rakennus tullaan rakentamaan maatilan pihapiiriin, ja sitä on suunniteltu käytettäväksi väliaikaisena viljan varastointipaikkana ja konehallina. Rakennukseen asennetaan elevaattori viljan käsittelyä varten.

Varastorakennuksen ulkomitat ovat 14x24 metriä. Rakennuksen seinärunkona ovat 2,5 metriä korkeat teräsbetoniset seinäelementit ja niiden päällä oleva puutolpparunko. Katto tehdään naulalevyristikoista. Teräsbetonielementtien mitoituksessa on otettu huomioon varastoitavan materiaalin seiniin aiheuttama vaakakuormitus. Lisäksi mitoitetaan anturat, seinän runkorakenne, aukkopalkit ja jäykistys.

Kohteesta tehtiin lupa- ja työpiirustukset sekä elementtipiirustukset elementtitehtaalte. Työ aloitettiin kesällä 2012 lupapiirustusten teolla ja toteutus on tarkoitus aloittaa keväällä 2013.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Construction Engineering  
Option of Building Construction

**MIKKO MÄKITALO:**  
Structural design of the warehouse

Bachelor's thesis 52 pages, appendices 29 pages  
May 2013

---

Subject of this bachelor's thesis is making the structural design and the working drawings of the warehouse. The building will be built in a courtyard of a farm and it is planned to use as a warehouse for grain and farm machines. The building will be equipped with an elevator for handling the grain.

Warehouse's external dimensions are 14x24 meters. The frame structures of the wall are 2,5 meters high prefabricated reinforced concrete wall elements and a wooden studwork wall. The roof is made of wooden roof trusses. In designing of the reinforced concrete elements is taken into account the horizontal load caused by the storable material. In addition there are designed the foundation, the frame structures of the wall, the door crossing beams and strutting.

There was made the building license drawings, the working drawings and the element drawings to the concrete prefabrication factory of the building project. The work started in summer 2012 by making the building license drawings, and the construction work should begin in spring 2013.

---

Key words: warehouse, structural design, prefabricated reinforced concrete

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
2	SUUNNITTELUN LÄHTÖTIEDOT .....	6
2.1	Yleistietoa rakennuksesta .....	6
2.2	Lupapiirustukset.....	7
2.3	Pohjatutkimus .....	8
3	KUORMITUKSET .....	9
3.1	Lumikuorma .....	9
3.2	Tuulikuorma .....	10
3.3	Hyötykuormat .....	11
3.3.1	Tasainen ja pistekuorma lattialaattaan.....	11
3.3.2	Seinän vaakakuorma.....	12
4	ELEMENTTISUUNNITTELU .....	14
4.1	Elementtikaavio .....	14
4.2	Liitokset.....	14
4.3	Asennusaikainen tuenta.....	15
4.4	Seinäelementin rakenne.....	15
4.5	Seinäelementin mitoitus .....	16
5	RAKENNESUUNNITTELU.....	18
5.1	Perustukset.....	18
5.2	Puurunko.....	18
5.3	Ovenylityspalkki .....	19
5.4	Kattoristikot .....	19
5.5	Rakennuksen jäykistäminen .....	20
5.6	Lattialaatta .....	20
6	YHTEENVETO .....	22
	LÄHTEET .....	23
	LIITTEET.....	24
	Liite 1. Lupapiirustukset .....	24
	Liite 2. Pohjatutkimus .....	27
	Liite 3. Rakennelaskelmat.....	29
	Liite 4. Rakennepiirustukset .....	40
	Liite 5. Elementtipiirustukset.....	44

## 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä laaditaan ja esitetään kylmän varastorakennuksen rakennesuunnitelmat. Kohde sijaitsee Varsinais-Suomessa Koski TL:ssä. Rakennus tullaan rakentamaan maatilain pihapiiriin (kuva 1), joten sen ulkonäkö noudattelee hyvin perinteistä maanilarakentamista. Tarve kyseiselle rakennukselle ilmeni, kun tilan isäntä tarvitsi lisää varastotilaa viljan säilytykseen ja käsittelyyn. Varastoon tullaan sijoittamaan myös elevaattori viljan käsittelyä helpottamaan. Teräsbetonielementtejä suunniteltaessa selvitettiin kuivan viljan aiheuttama vaakarasiitus ja sen huomioon ottaminen seinärakenteessa. Vaakarasiituksen vaatima tuki pyrittiin toteuttamaan yksinkertaisesti ja kustannustehokkaasti.

Opinnäytetyössä on esitetty suunnitteluprosessin kulku. Laskelmat sekä lupa- ja työpiirustukset on liitetty työn liitteeksi. Piirustukset tuotettiin AutoCAD 2010-ohjelmalla ja rakennesuunnittelussa käytettiin apuna Finnwood 2.3 ohjelmaa.

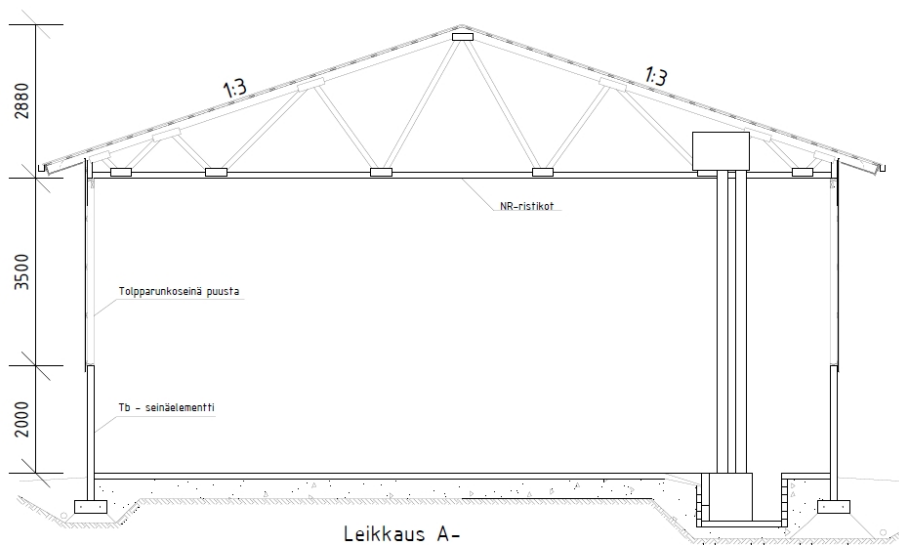


KUVA 1. Varastorakennuksen tuleva rakennustontti

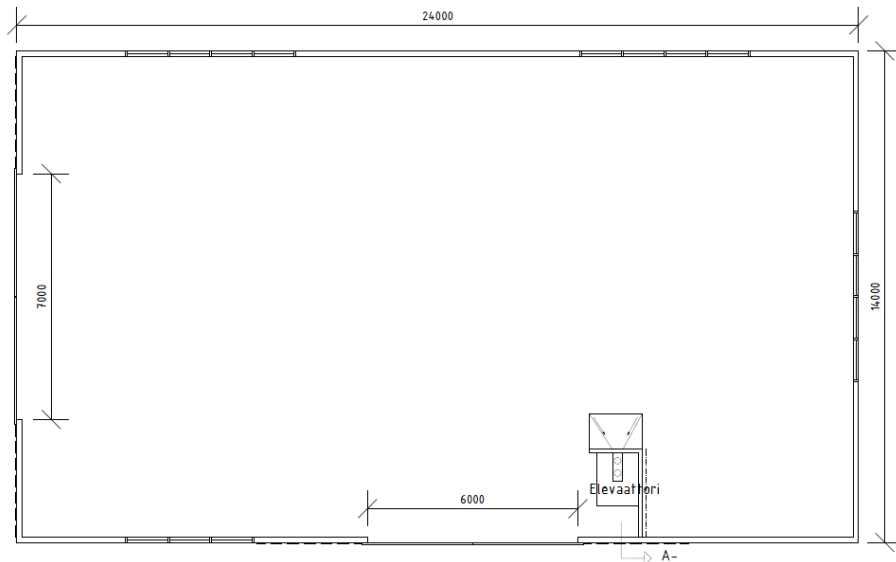
## 2 SUUNNITTELUN LÄHTÖTIEDOT

### 2.1 Yleistietoa rakennuksesta

Rakennuksen ulkomitat ovat 14 x 24 m ja siinä on kaksi isoa oviaukkoa (kuva 3). Seinästä haluttiin alaosastaan betonirakenteinen ja yläosastaan puurunkoinen (kuva 2). Betonirakenteeksi päätettiin valita betoninen seinäelementti sen nopean ja helpon pystytyksen vuoksi, joka on tärkeä asia muutoinkin kiireisessä maatilän kesässä. Paikallavalu- ja valuharkkoseinä rajattiin pois, sillä ne olisivat olleet huomattavasti työläämpiä ja aikaavievämpiä toteuttaa kuin elementtiseinä. Niiden etuna tosin olisi ollut se, että niillä olisi ollut mahdollista toteuttaa helposti momenttijäykkä liitos perustuksiin. Tämä toisaalta olisi kasvattanut perustusten vaadittua kokoa ja lisännyt sen raudoitusta. Katto rakennetaan naulalevyristikoista ja katemateriaalina käytetään profiilipeltiä.



KUVA 2. Rakennuksen lupapiirustusten yleisleikkaus



KUVA 3. Rakennuksen lupapiirustusten pohjapiirustus

## 2.2 Lupapiirustukset

Rakennus sijoitettiin olemassa olevien rakennusten jatkoksi lähelle viljankuivaamaa, mistä on etua tulevaisuudessa, kun varastoa täytetään ja puretaan. Tontti on tasaisella peltoaukealla, joten maastonmuodot eivät rajoittaneet rakennuksen asemointia. Salaojat ja hulevedet puretaan läheiseen avo-ojaan.

Rakennus lukeutuu paloluokkaan P3, eli sen rakenteilta ei vaadita palonkestoa, eikä niitä täten tarvitse suojata tulipaloa vastaan. Sijoittamalla uudisrakennus yli 8 metrin päähän vanhoista rakennuksista ei palon leviämisen estämiseksi tarvitse tehdä erityisiä rakenteellisia ratkaisuja (Ympäristöministeriö 2002, 21).

Varastorakennus on täysin avointa tilaa, johon ei tule väliseiniä. Lattiaan tehdään monttu, johon viljaelevaattorin alaosa saadaan sijoitettua ja samalla elevaattorin edustalle tehdään lattiaan loiva kaato kohti syöttöaukkoa, jolloin tasovaraston tyhjentäminen helpottuu. Syvennyksen seinät tehdään valuharkoista.

Rakennuksen ulkomitat määräytyivät olemassa olevien kalustosuojien mittojen mukaan, sillä ne oli koettu sopiviksi. Molemmista oviaukoista tehtiin riittävän suuret, jotta niistä on helppo kulkea traktorilla ja maatalouskoneilla.

Lupapiirustukset sisältävät pohja-, julkisivu-, leikkaus- ja asemapiirustukset (liite 1). Ne toimitettiin kahtena sarjana rakennuslupahakemuksen liitteenä kunnan rakennustarkastajalle, joka myönsi rakennusluvan vuoden 2012 puolella.

### **2.3 Pohjatutkimus**

Rakennuksen perustusten ja perustussyvyyden suunnittelussa hyödynnettiin aikaisemmin teetettyä pohjatutkimusta, joka on tehty vieressä sijaitsevan viljankuivaamon rakentamisen yhteydessä 20 vuotta sitten. Pohjatutkimuksessa käy ilmi Lounais-Suomen savikoille hyvin tyypillinen maakerrostuma. Maaperä on kerroksettaista savea ennen kovaa moreeni- tai kalliopohjaa. Lähimpänä maanpintaa on noin kaksi metriä paksu kuivakuorikerros, jossa savi on kantavaa. Tämän alla on kolme metriä paksu pehmeän ja plastisen saven kerros, johon painokaira uppoaa omalla painollaan. Tämän jälkeen savikerros jälleen sitkeytyy ja ulottuu noin 20 metrin syvyyteen ennen tiivistä hiekka tai moreenikerrosta.

Perustusta suunniteltaessa huomioitiin, ettei pinnassa sijaitsevaa kuivasavikerrosta mennä puhkaisemaan, sillä tällöin perusmaa menettää kantavuutensa ja on muutettava perustamistapaa esimerkiksi paaluperustuksiksi tai vaihdettava rakennuspaikkaa ja suunniteltava matalampi perustusratkaisu. Maaperä on routivaa ja pohjavesi sijaitsee likimain kuivakuoren alapinnan tasossa. Kuivaamon pohjatutkimuksen perustamistapalausunnossa sallitaan kaivuu noin 1,5 m syvyyteen, mikä riittää hyvin myös varastorakennuksen perustamiseen. Perustuksen suunnittelussa käytettiin saven kuivakuoren kantavuuden taulukkoarvoa, sillä sitä ei pohjatutkimuksesta käynyt ilmi (liite 2).



### 3 KUORMITUKSET

#### 3.1 Lumikuorma

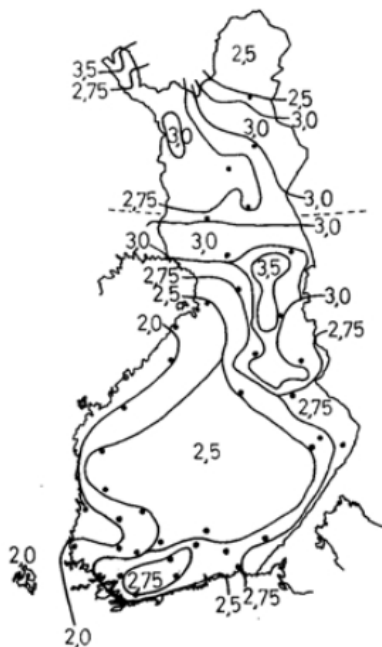
Rakennuksen kattoa rasittavaa lumikuormaa laskettaessa tarvitaan maanpinnan lumikuorman ominaisarvo  $s_k$  sekä katon muodosta ja kaltevuudesta riippuva muotokerroin  $\mu_i$ . Suomi on jaettu vyöhykkeisiin tilastoitujen lumimäärien mukaan (kuva 4), ja vyöhykkeiden väliin jäävien kuntien lumikuorman ominaisarvot voidaan interpoloida. Koski TL sijoittuu lähelle  $2,5 \text{ kN/m}^2$ :n vyöhykerajaa, joten laskennassa voidaan käyttää tätä arvoa. Katto on yksinkertainen harjakatto jonka kaltevuuskulma on  $18,4^\circ$ , jolloin muotokertoimeksi saadaan  $\mu_i = 0,8$ . (Puuinfo Oy 2010, 11)

$$q_{k, \text{lumi}} = s_k \cdot \mu_i = 2,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 = 2,0 \text{ kN/m}^2 \quad (1)$$

- $q_{k, \text{lumi}}$  = katon lumikuorman ominaisarvo

- $s_k$  = maanpinnan lumikuorman ominaisarvo

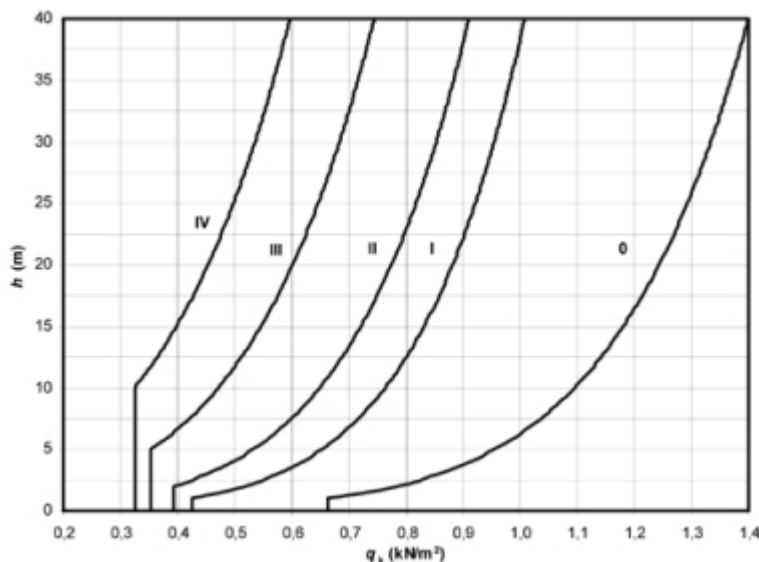
-  $\mu_i$  = katon muotokerroin



KUVA 4. Maanpinnan lumikuorman ominaisarvot (Puuinfo Oy 2010, 11).

### 3.2 Tuulikuorma

Tuulikuorman suuruutta määritettäessä tulee tietää rakennuksen maastoluokka, joka riippuu tontin kasvillisuudesta sekä ympäröivistä rakennuksista. Tämä, yhdessä rakennuksen harjakorkeuden kanssa, määrittää tuulikuorman ominaisarvon suuruuden. Kun tiedetään nämä kaksi arvoa, voidaan lukea tuulen nopeuspaineen  $q_k(h)$  arvo kuvaajasta. Rakennus tullaan rakentamaan tontille, missä tuuli pääsee puhaltamaan tasaisen peltoaukean yli ja jossa on vain vähäistä kasvillisuutta, eikä ollenkaan esteitä. Tällöin tuulikuorman maastoluokka on I. Harjakorkeuden ollessa noin 8,5 metriä, voidaan kuvaajasta (kuva 5) lukea tuulikuorman nopeuspaineen ominaisarvoksi  $q_k(8,5\text{m}) = 0,73 \text{ kN/m}^2$ . (Puuinfo Oy 2010, 12-13)



KUVA 5. Nopeuspaineen ominaisarvot  $q_k(h)$  eri maastoluokissa. (Puuinfo Oy 2010, 13).

Kun tarkastellaan rakennuksen tai erillisen seinämän vaakasuuntaista kokonaistuulikuormaa, saadaan ominaisarvo tavallisissa tapauksissa allaolevasta kaavasta. Arvo  $c_f$  on kyseisessä kohteessa 1,3, mikä on tarkoitettu umpinaiselle rakennukselle yleensä. (Puuinfo Oy 2010, 13)

$$F_{w,k} = c_f \cdot q_k(h) A_{ref} \quad (2)$$

$F_{w,k}$  = tarkasteltavan seinäosan kokonaistuulikuorman ominaisarvo

$c_f$  = rakenteen voimakkeroin

$q_k(h)$  = rakennuksen korkeutta vastaava nopeuspaine

$A_{ref}$  = tuulta vastaan kohtisuora projektiopinta-ala

Rakenteen osapinnoille kohdistuvaa paikallista tuulenpainetta laskettaessa tulee määrittää osapinnan nettotuulenpainekerroin  $c_{p,net}$ . Mitoitettaessa runkotolppaa suurin nettotuulenpainekerroin  $c_{p,net}$  sisäänpäin on 1,1.

$$q_{w,k} = c_{p,net} \cdot q_k(h) = 1,1 \cdot 0,73 \text{ kN/m}^2 = 0,80 \text{ kN/m}^2 \quad (3)$$

$q_{w,k}$  = osapinnan nettopaineen ominaisarvo

$c_{p,net}$  = osapinnan nettotuulenpainekerroin

$q_k(h)$  = rakennuksen korkeutta vastaava nopeuspaine

### 3.3 Hyötykuormat

#### 3.3.1 Tasainen ja pistekuorma lattialaataan

Lattialaataan tulee kohdistumaan varastoitavasta irtomateriaalista ja tavarasta riippuen erisuuruista tasaista- ja pistekuormaa. Pistekuormat tulevat olemaan maatalouskoneiden pyörien aiheuttamia pistekuormia. Suurimman rasituksen tulee muodostamaan täynnä viljaa oleva perävaunu, jonka paino saattaa nousta jopa 200 kilonewtoniin. Tällaisessa tapauksessa peräkärystä löytyy teli, joten kuorma jakautuu neljän pyörän kautta laataan, jolloin yksittäiseksi pistekuorman arvoksi voidaan olettaa noin 50 kN. Pistekuorman vaikutusala vaihtelee käytettävän rengastuksen mukaan ja se voi olla 400-700mm x 200mm, riippuen käytetystä rengastyypistä. Tasaisen kuorman aiheuttaa varastorakennukseen varastoitava vilja, jota oletettavasti voi laatan keski-alueella olla noin 3 metrin korkuinen kasa, jolloin tiiviiksi painunut vilja muodostaa 30 kN/m<sup>2</sup> suuruisen tasaisen neliökuorman.

### 3.3.2 Seinän vaakakuorma

Kuten aiemmin on todettu, tullaan rakennukseen varastoimaan irtoainesta, joka aiheuttaa vaakasuuntaista kolmiokuomaa seinäelementeille. Kuormitus on samantyyppinen kuin maanpaineseinässä, mutta tässä tapauksessa voima pyrkii kaatamaan seinää ulospäin, eikä sisäänpäin. Jotta kolmiokuorman saisi lasketuksi, tulee tietää irtoaineksen tiheys ja kitkakulma. Mitä pienempi kitkakulma ja mitä suurempi tiheys ovat, niin sitä suuremmaksi vaakakuormitus kasvaa. Kattava taulukko eri aineiden ominaisuuksista löytyy Eurokoodista 1 (SFS-EN 1991-4, 184). Ohran kitkakulma oli 28 ja vehnän 30. Koska vehnän tiheys on ohraa suurempi, saadaan suurempi voima käyttämällä laskennassa vehnän arvoja. Vaakakuorman resultantti sijaitsee seinän korkeuden kolmannespisteessä lattiapinnasta, joka 2 m korkealla seinällä tarkoittaa 0,67 m.

$$K_o = 1 - \sin\varphi = 1 - \sin 30^\circ = 0,5 \quad (4)$$

-  $\varphi$  = materiaalin kitkakulma

$$p_{o,k} = K_o \cdot \gamma \cdot z = 0,5 \cdot 10,0 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,0 \text{ m} = 10,0 \text{ kN/m} \quad (5)$$

-  $p_{o,k}$  = vaakarasituksen ominaisarvo seinän alaosassa

-  $\gamma$  = materiaalin tiheys

-  $z$  = korkeus

Kuormitusta kasvatetaan vielä saadusta arvosta 20% mahdollisen ylitäytön vuoksi, joka tässä tapauksessa on hyvinkin perusteltua, sillä kasaan tullaan todennäköisesti tekemään kukkua.

$$q_{k,vilja} = p_o \cdot 1,2 = 10,0 \text{ kN/m} \cdot 1,2 = 12,0 \text{ kN/m} \quad (6)$$

Lisäksi on otettava huomioon, että varastoa tyhjennetään traktorin etukuormaajalla, joka osaltaan myöskin aiheuttaa vaakarasitusta, kun kauhaa työnnetään viljakasaan. Viisi tonnia painavan traktorin työntövoimaksi arvioidaan noin 30 kN. Etukuormaimen kauhan oletetaan olevan 2m leveä, jolloin kuormitukseksi seinämetriä kohden saadaan 15kN/m. Kuormituksen vaikutuspiste sijaitsee lattianrajassa. Viljan juoksevuudesta

johtuen molemmat kuormitukset eivät esiinny samanaikaisesti täydellä voimalla, sillä purettaessa varastoa on viljakerros jo laskenut, ennenkuin traktorin täysi työntövoima saavuttaa seinän. Mitoitus kuitenkin tehtiin olettaen että molemmat kuormitukset vaikuttaisivat yhtäaikaan, joten siltäosin ollaan reilusti varmallalla puolella.

## 4 ELEMENTTISUUNNITTELU

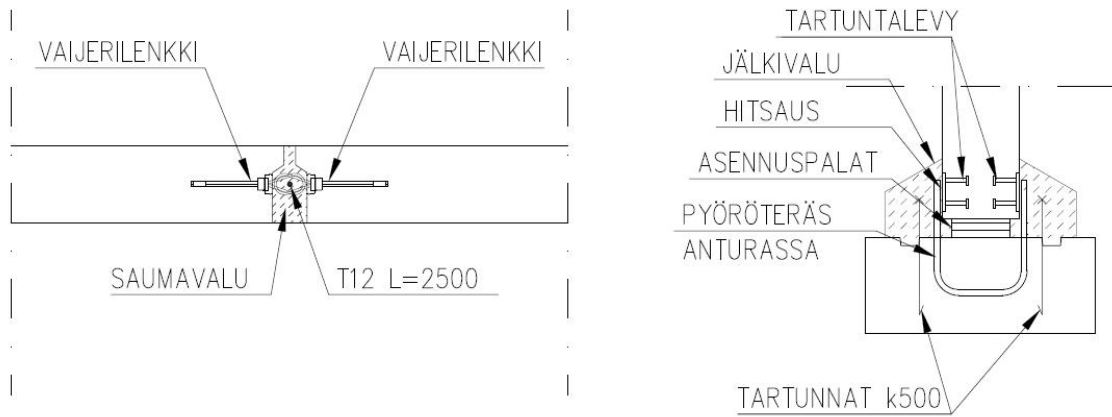
### 4.1 Elementtikaavio

Elementtijakoa suunniteltaessa tulee kiinnittää huomiota elementtien painoon, pituuteen ja saumojen sijaintiin. Elementtien painolle ei ole olemassa määrättyä ylärajaa, mutta suositeltavaa on, että elementit eivät pääsääntöisesti ylitä 100 kN painoa. Tämä helpottaa työskentelyä asennusaikana, sillä työmaalla selvittää tällöin hieman kevyemmällä nostokalustolla. Seinäelementtien suositeltava maksimipituus on 8-9 metriä. (Suomen betoniyhdistys r.y. 2013)

Pidemmälle seinälinjalle tuli kolme elementtiä ja lyhyempään kaksi. Kaikkiaan kymmenen elementtiä tyypitettiin elementtikohtaisin tunnuksin. Kaksi elementtiä vastaa täysin toisiaan, joten ne voidaan tehdä samalla elementtipiirustuksella. Elementtien saumat muotoiltiin siten, että sisäpuolella saumaleveys on 90 mm ja ulkopuolella 30 mm. Tällä tavoin saatiin siistimpi julkisivu, kun saumaleveys on kapeampi ulkoapäin katsottuna.

### 4.2 Liitokset

Seinäelementtien päihin asennetaan elementtitehtaalla valmiiksi vaijerilenkit, jotka käännetään esiin työmaalla elementtien asennuksen yhteydessä. Lenkkien läpi pujotetaan harjateräs, ja sauma valetaan umpeen juotosbetonilla. Alapäästään seinäelementti hitsataan anturassa oleviin pyöröterästappeihin elementtien asennusvaiheessa. Elementteihin on tätä varten asennettu 100 x 100 mm:n tartuntalevyt. Anturasta nousevat harjateräkset toimivat tartuntana elementin juuren valulle, joka tehdään pystysaumavalun yhteydessä (kuva 6).



KUVA 6. Elementtien liitokset

### 4.3 Asennusaikainen tuenta

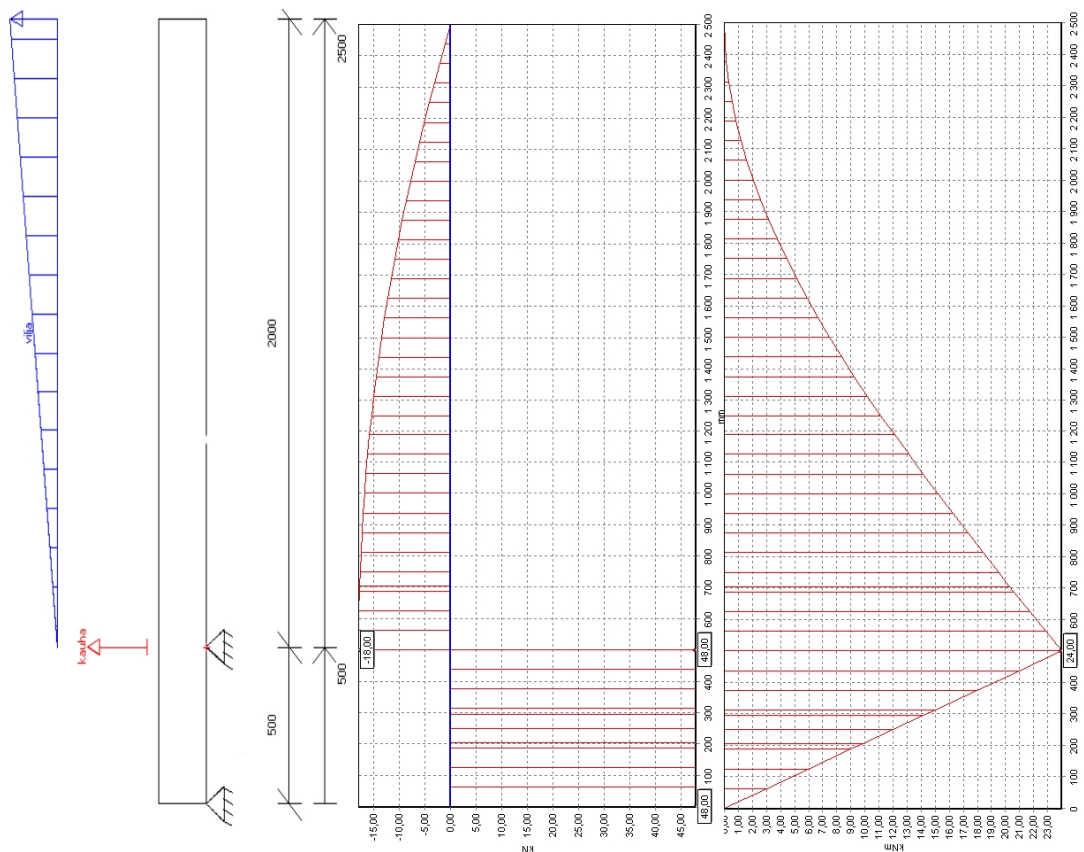
Asennusaikaista tuenta varten jokaiseen elementtiin lisätään kaksi 16 mm:n sisäkierrehylsyä, joihin elementtinvinotuet voidaan helposti ja nopeasti kiinnittää. Elementtituen toinen pää kiinnitetään työmaalle tuotaviin betoniin vastapainoihin ja nurkissa anturaan, mikäli se on mahdollista. Seinäelementit myös hitsataan asennusvaiheessa alareunan tartuntoihin.

### 4.4 Seinäelementin rakenne

Seinäelementin liitos perustuksiinsa on lähes aina nivelinen, eikä sitä saa momenttijäykäksi ilman erikoistoimenpiteitä. Tämän lisäksi, mikäli liitos olisi momenttijäykkä, se lisäisi anturalta vaadittavaa momenttikestävyyttä, jolloin anturaa ei pystyittäisi toteuttamaan yksinkertaisena raudoittamattomana seinäanturana, vaan se tulisi raudoittaa ja perustusten mitat kasvaisivat. Näistä lähtökohdista tarkasteltuna vaihtoehtoiksi jäivät ulkopuolisen tukirakenteen teko, kulmatukimuurielementti tai seinän kiinnittäminen lattiaan. Päätettiin valita seinäelementtien kiinnittäminen tartunnoin lattiavaluun. Tätä menetelmää käyttämällä tulee huolehtia siitä, että maaines laatan alla ei pääse painumaan, jolloin on vaarana, että lattian kuormitukset siirtyisivät tartuntojen välityksellä seinälle ja laatasta tulisi kantava. Tämän mahdollisen ongelman tiedostaen seinäelementin sisäpintaan määrättiin lautaura, joka välittää laatan mahdollisen tartunnoille tulevan pystykuorman perustuksille.

## 4.5 Seinäelementin mitoitus

Seinäelementtiin kohdistuva merkittävin rasitus tulee tässä tapauksessa olemaan rakennuksen sisään varastoitavan viljan aiheuttama vaakakuorma. Pystyrasitus seinäelementtiin on hyvin merkityksetön, sillä se on käytännössä tasaista puristusta ja seinäelementti on paksu sen suhteessa korkeuteen. Maksimimomenttia ja leikkausvoimaa määritettäessä ajatellaan anturan ja lattiatartuntojen muodostavan voimaparin, joka kumoo hyötykuormista syntyvät rasitukset. Seinäelementin maksimimomentiksi saatiin 24 kNm, maskimitukivoimaksi lattiarajaan 66 kN ja anturaan 48 kN (kuva7).



KUVA 7. Seinäelementin kuormitukset, rakennemalli, leikkausvoima- ja momenttikuvio (osavarmuuskertoimet mukana).

Havaittiin, että tällainen momentti on täysin mahdollinen toteuttaa suhteellisen keveällä raudoituksella. Mitoituksessa tarkasteltiin kuormitusten vaatimaa terästystä metrin pituudelle seinää ja sisäpinnan rauditusverkoksi määräytyi 10 millimetrin vahvuinen verkko 200 millimetrin silmävälillä. Lattiavaluun upotettaviin tartuntoihin määrättiin sama rautakoko, samalla jaolla kuin verkossa. Pienempikin teräsmäärä olisi kyennyt



ottamaan vetorasituksen vastaan, mutta suuremmalla raudoituskoolla pystytään hillitsemään laatan reuna-alueen halkeilua.

## 5 RAKENNESUUNNITTELU

### 5.1 Perustukset

Perustusten suunnittelussa lähdettiin olettamasta, että antura voidaan toteuttaa raudoittamattomana seinäanturana. Pintamaan poiston yhteydessä tulee perusmaa kallistua kohti salaojia vähintään kaltevuuteen 1:100. Pohjamaan ja täyttökerrosten väliin asennetaan suodatinkangas.

Koska perusmaana on saven kuivakuorikerros, ei sen kantavuus ole niin hyvä kuin esimerkiksi tiiviillä moreeni tai hiekkamaalla. Jo seinäelementtien suunnitteluvaiheessa pyrittiin muistamaan kuivakuorikerroksen rajoittama kaivuusyvyys ja mitoittamaan seinä siten, ettei perusmaata tarvitse kaivaa kohtuuttoman syväälle. Anturan alapinta päätyi 80 cm syvyyteen lattiapinnasta. Tämä mahdollistaa pohjatutkimuksen antamissa rajoissa pysymisen myös mursketäytön ja routaeristyksen vaatiman lisäkaivuun jälkeen.

Anturan mitoitus tehtiin käyttämällä sallittuna pohjapaineena  $75\text{kN/m}^2$ . Suodatinkankaan kantavuutta parantavaa vaikutusta ei otettu huomioon. Laskenta tehtiin raudoittamattoman seinäanturan periaatteen mukaan ja kooksi määräytyi 200 x 600 mm (liite 3), joka vastaa tyypillistä pientalon perustusta. Anturan yläpintaan lisättiin hakaraudoite halkeilun estämiseksi. Kutistumaraudoitteeksi valittiin teräkset 2T10.

### 5.2 Puurunko

Puurunko rakennetaan mitallistetusta sahatavarasta perinteisenä puutolpparunkona. Betonielementin yläpintaan asennetaan kumibitumikermi katkaisemaan mahdollisesti betonia pitkin nouseva kosteus, jotta se ei kulkeutuisi alaohjauspuuhun. Kumibitumikermistä huolimatta alajuoksuksi suositellaan käytettävän kestopuuta. Alaohjauspuu kiinnitetään joka toiseen tolpanväliin porattavilla M16 kiila-ankkureilla varustettuna riittävän suurilla aluslevyillä.

Runkotolppaan kohdistuvat rasitukset ovat kattoristikoilta tuleva kattorakenteen omapaino, sekä talvella lumen painosta aiheutuva rasitus. Taivutusrasitusta runkotolppaan aiheuttaa tuulikuorma. Mitoituksessa havaittiin määräävimmäksi kuormitusyhdistelmäksi yhdistelmä, jossa tuulikuorma oli määräävänä muuttuvana kuormana. Runkotolpan kooksi valikoitui 150x50 ja sen lujuusluokaksi C24 (liite 3).

### **5.3 Ovenylityspalkki**

Kantavalle seinälinjalle tulee 6 m leveä oviaukko, jonka alueelle tulevat kuormitukset tulee siirtää aukon reunoille palkilla. Ovenylityspalkkina käytetään liimapuupalkkia ja ovipieliin tehdään runkopuutavarasta riittävän suuret pilarit kannattelemaan palkkia. Tilaajalla on olemassa valmiina varastossa 185 x 800 mm:n kokoinen liimapuupalkki, joka on saatu aiemmin puretusta rakennuksesta.

Liimapuupalkille tulevat kuormitukset ovat kattoristikoilta tulevaa pistekuormitusta. Kuormitustiheys on kuitenkin niin suuri, että kuormitus voidaan kuvitella tasaisena kuormituksena. Palkki mitoitettiin käyttämällä Metsäwood:in kehittämää Finnwood 2.3 ohjelmaa. Koska poikkileikkausvalikoimasta ei löytynyt juuri vastaavan kokoista palkkia, mitoituksessa käytettiin lähimmäksi osunutta kokoa. Liimapuun lujuusluokasta ei ollut varmuutta, joten mitoituksessa käytettiin GL28c:tä. Mitoittavaksi osa-alueeksi muodostui tukipainekestävyys. Taivutus-, leikkaus- ja taipumamitoitus hoituvat näin järeällä palkilla ongelmitta (liite 3).

### **5.4 Kattoristikot**

Kattoristikojako suunniteltiin tehtäväksi kantavan seinän runkotolppajaon mukaisesti. Tällöin pystyrasitukset siirtyvät suoraan kattoristikolta runkotolpalle, eikä yläohjauspuun tarvitse toimia kuormia sivusuunnassa siirtävänä palkkina. Kattoristikoiden mitat olivat läpi rakennuksen samanlaiset, joten kaikki naulalevyristikot voidaan toteuttaa yhdellä mittapiirustuksella. Viljalevaattorin yläpää ja moottori ovat pystyputkien varassa, eikä niitä näinollen tarvitse ripustaa kattoristikoista.

## 5.5 Rakennuksen jäykistäminen

Puurungon ja betonielementin yläreunan välille ei ole helposti toteutettavissa momenttijäykkää liitosta, joten puurunko on jäykistettävä muilla keinoin vaakavoimia vastaan. Rakennuksen ollessa avoin hallirakennus, ei siitä löydy väliseiniä, joilla rakennus olisi helppo jäykistää.

Jäykistys tullaan toteuttamaan kulmiin sijoitettavilla vinoreevoilla, jotka kuljettavat vaakavoimat betonielementin yläreunaan, josta ne siirtyvät elementin välityksellä perustuksille. Kattoristikoiden alapaarteen taso jäykistetään rakennuksen poikki vietävillä sahatavarasiteillä, jotka naulataan kiinni ristikoihin ja päät ankkuroidaan yläjuoksuun kierretangoilla. Tällöin kattotason voidaan ajatella toimivan levyrakenteena, joka kuljettaa osaltaan voimia päätyseinille. Yläpaarteen tason jäykistävät kattoruoteet ja profiilipeltikate. Kattoristikoiden kaatuminen sivusuunnassa estetään lähimpänä harjaa sijaitsevaan diagonaalilinjaan naulattavilla vinoreevoilla.

## 5.6 Lattialaatta

Rakennuksen lattia toteutetaan maanvaraisena. Maanvarainen lattia tarkoittaa lattiarakennetta, jossa laatan kuormitukset siirtyvät laatan välityksellä maaperään. Tasaisten pintakuormien oletetaan siirtyvän joka kohdassa maaperään, jolloin se ei aiheuta taivutusrasituksia laattaan olettaen, että maapohja laatan alla on huolellisesti tiivistetty ja tasattu. Pistekuorma puolestaan aiheuttaa laattaan taivutusmomenttia, koska maapohja on kimmainen alusta ja joustaa hieman rasitetussa kohdassa.

Betoni pyrkii kuivuessaan kutistumaan, jolloin maapohjan ja lattialaatan välille syntyy kitkavoimia. Tämä laattaan halkeamia aiheuttava ilmiö pyritään estämään kutistumaraudoituksella. Koska tässä tapauksessa lattialaatta on vielä kiinnitetty seinärakenteeseen, on laatan kutistuminen vielä tehokkaammin estetty ja halkeiluriski kasvaa. Yleisin tapa toteuttaa maanvarainen lattialaatta on raudoittaa se kevyesti, jolloin teräsmäärä valitaan siten, että kutistumis- ja lämpöjäännitykset voidaan ottaa vastaan.

Halkeilun suhteen laatta voidaan mitoittaa kolmella tapaa. Kun käytetään kutistumissaumojia, mitoituksen lähtökohtana on se, että laatta ei halkeile. Jos lattialaatta toteutetaan saumattomana, halkeilu sallitaan, mutta se jaetaan riittävällä raudoituksella, sekä alustan ja betonilaatan välisellä kitkalla siten, että halkeamaväli ja -leveys ovat riittävän pieniä. On myös mahdollista toteuttaa halkeilematon ja saumaton laatta, mutta se vaatii aina jännittämistä. (Suomen betoniyhdistys r.y. 2002, 38)

## 6 YHTEENVETO

Vaikka kyseessä oli melko yksinkertainen rakennus, tarjosi se silti riittävästi haastetta ensimmäiseksi itsenäisesti tehdyksi rakennesuunnitteluksi. Tietoa tuli hankkia, ja asioita selvittää rakennuksen ja rakentamisen jokaiselta osa-alueelta. Elementtisuunnittelusta tekijällä oli kokemusta muutaman kuukauden ajalta, mutta opinnäytetyössä suunnittelu tehtiin ensimmäistä kertaa täysin omatoimisesti.

Kohteissa, joissa käytetään elementtirakenteita, tulee kiinnittää huomiota jo hyvissä ajoin rakennuksen ulkomittoihin ja aukkojen sijoitteluun. Kyseisessä kohteessa oli kymmenen seinäelementtiä, mutta vain kahdessa voitiin käyttää samaa elementtipiirustusta. Elementtitehtaan työtä helpottaa samanlaisena toistuvat elementit, jolloin se näkyy myös pienempinä kustannuksina. Kun jo suunnittelun alkuvaiheessa kiinnitetään tähän huomiota, voidaan aukot ja muut elementteihin vaikuttavat tekijät jakaa siten, että saadaan mahdollisimman suuri määrä samanlaisia elementtejä.

Koko suunnitteluprosessin ajan pidettiin mielessä ajatus mahdollisimman yksinkertaisesta ja helposti toteutettavissa olevista ratkaisuista, jossa onnistuttiinkin hyvin. Työn kautta saatiin paljon rakentamisen prosessiin liittyvää oppia, sillä kohdetta päästään seuraamaan ja toteuttamaan aivan ensimmäisistä luonnoksista aina lopputarkastukseen asti.

## LÄHTEET

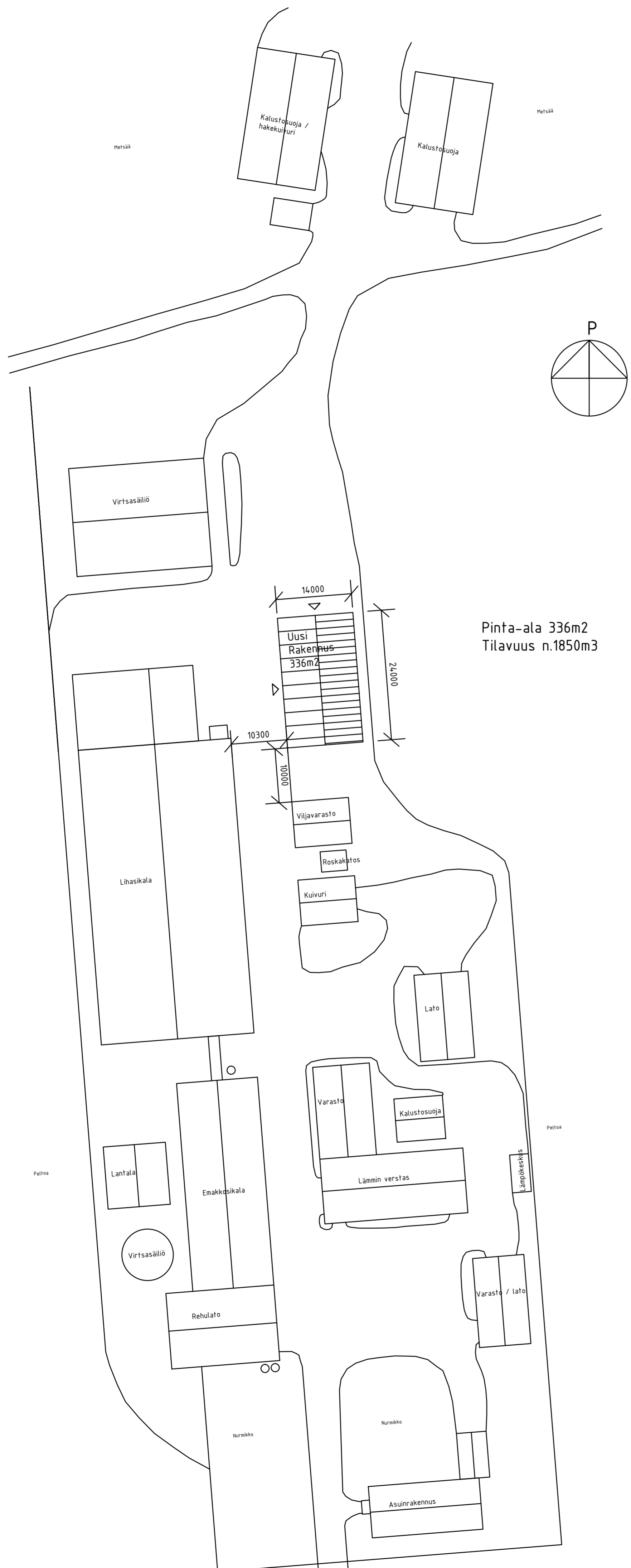
Betoniteollisuus r.y. 2002. BY45. Betonilattiat 2002. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy.

Betoniteollisuus r.y. 2013. Elementtisuunnittelu.fi. Luettu 13.1.2013  
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/seinat/seinien-mittasuositus>

Puuinfo Oy. 2010. Puurakenteiden suunnittelu. Lyhennetty suunnitteluohje. Toinen painos.

SFS-EN 1991-4. 2006. Eurokoodi 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-4: Siilot ja säiliöt. Suomen Standardoimisliitto SFS.

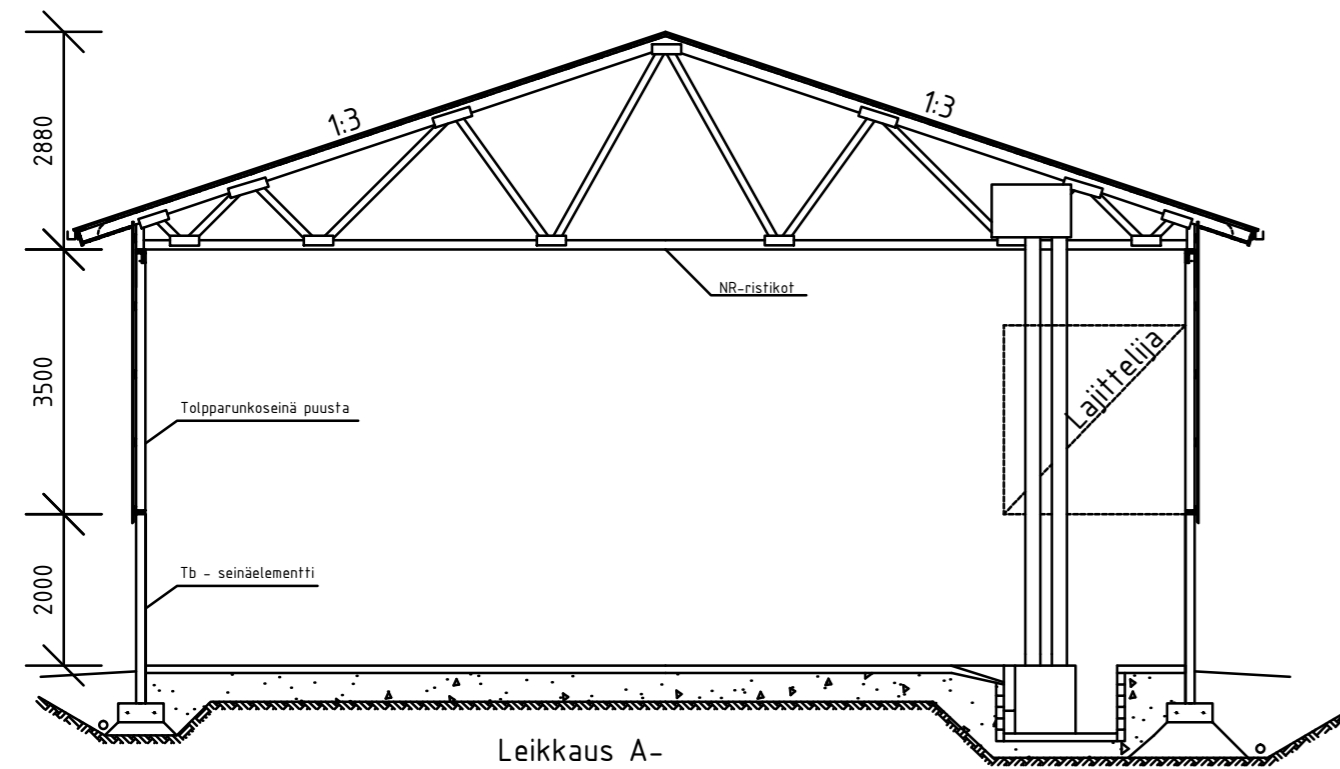
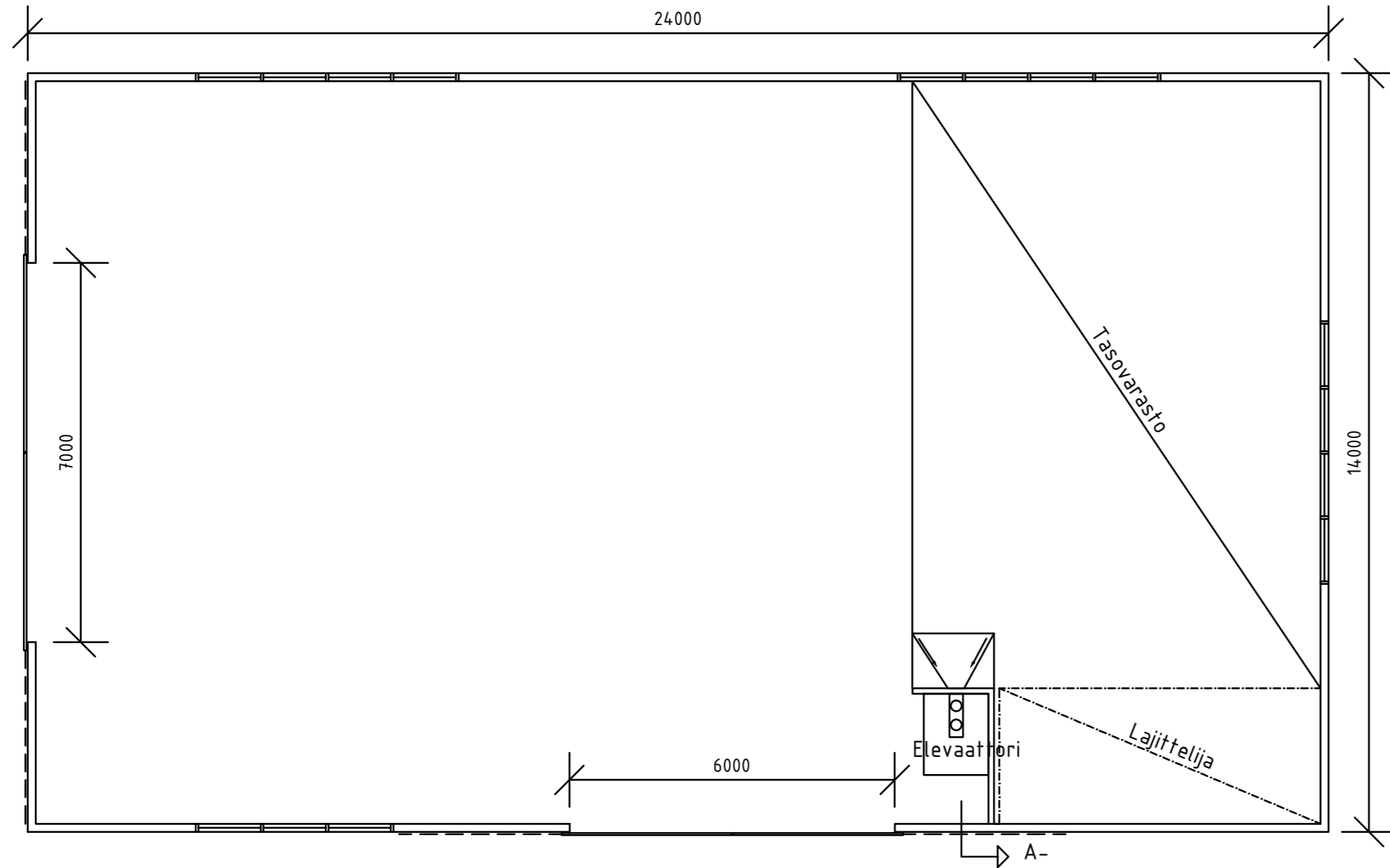
Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2002. E1. Rakennusten paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet. Helsinki: Ympäristöministeriö. Asunto- ja rakennusosasto.



Pinta-ala 336m<sup>2</sup>  
Tilavuus n.1850m<sup>3</sup>

Kaupunginosa	Kontteliita	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä
VÄHÄ-SORVASTO	VÄLIMAA	1:31	
Rakennustoimenpide			Piirustaja
UUDISRAKENNUS			PÄÄPIIRUSTUS
Rakennuskohde			Piirustuksen sisältö
HANNELE JA MARTTI MÄKITALO			ASEMAPIIRUSTUS
KRANINTIE 154			
31500			
			Suunniteluala, työnnumero ja piirustuksen numero
			Muutos
			<b>ARK</b>
Päiväys, suunnittelija, nimen selvitys			Tiedosto
1.6.2012	MIKKO MÄKITALO		





Seinä rakenne:

Teräsbetoninen seinäelementti  
 Puurakenteinen yläosa  
 -runko 50x125 k1200  
 -naulauspuut 32x100 k900  
 -ulkoverhouslauta, utv

Lattia:

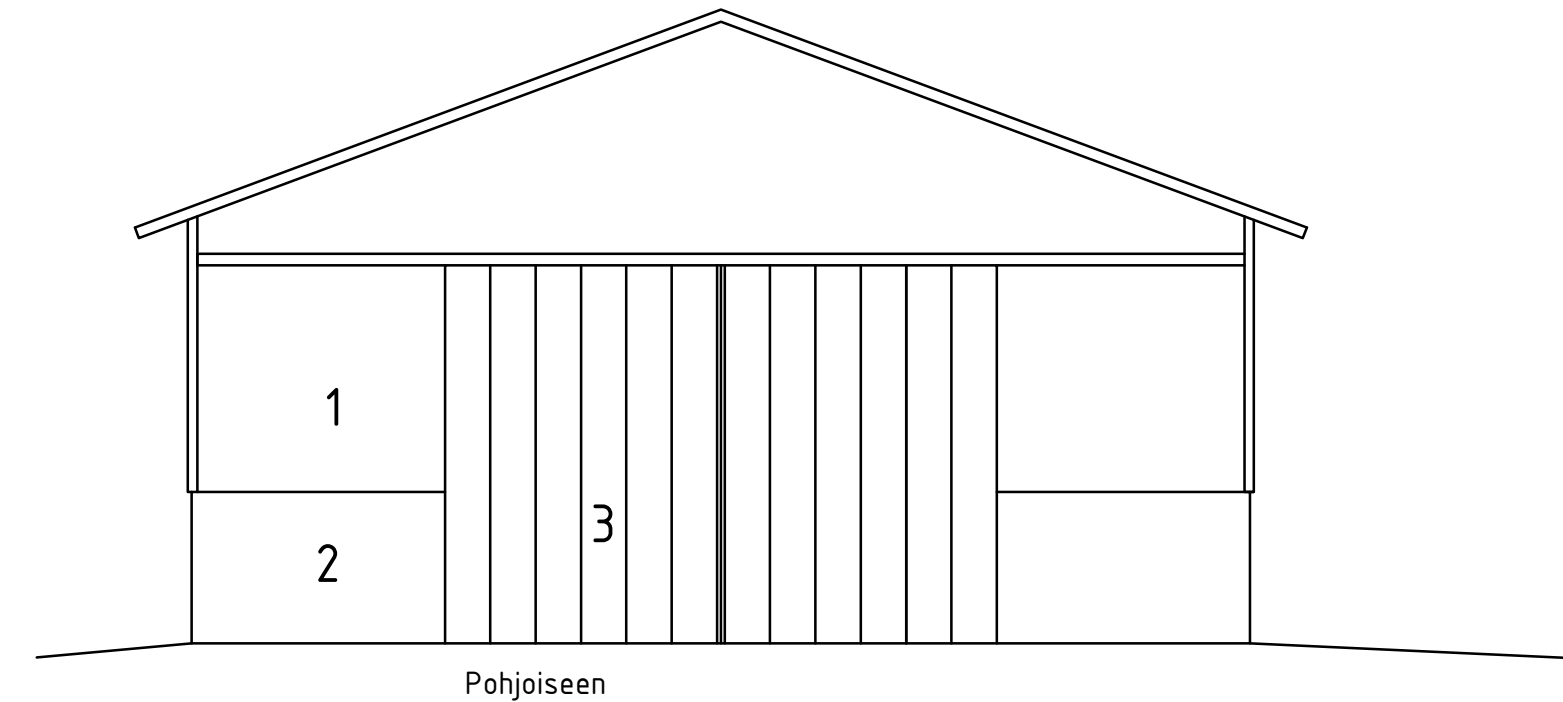
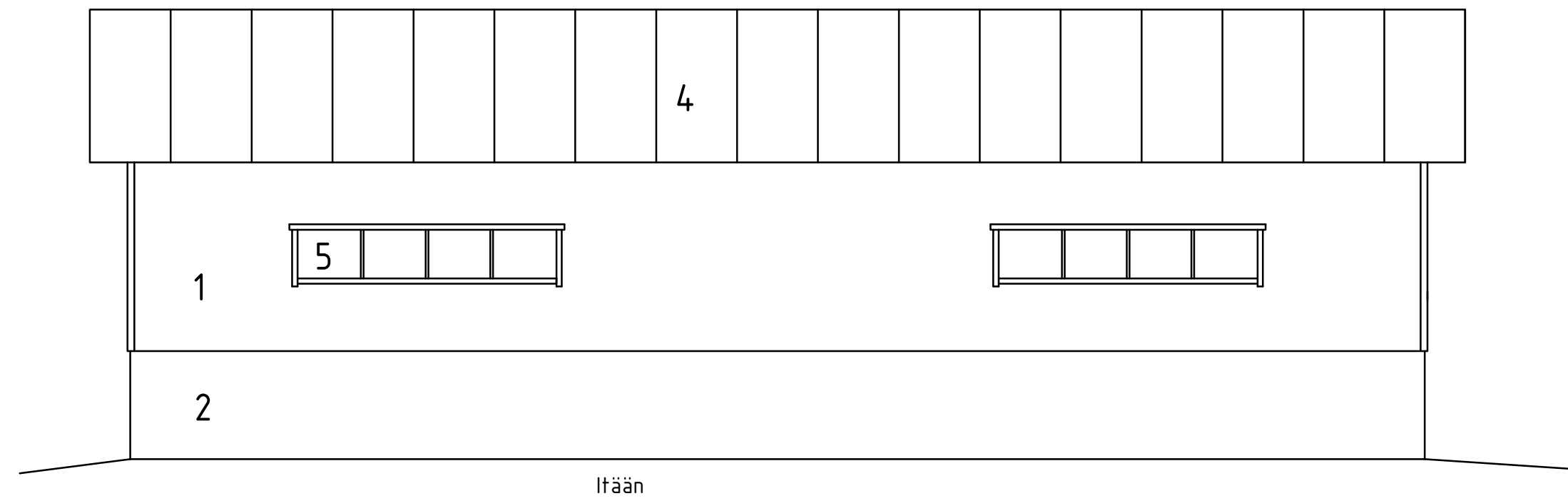
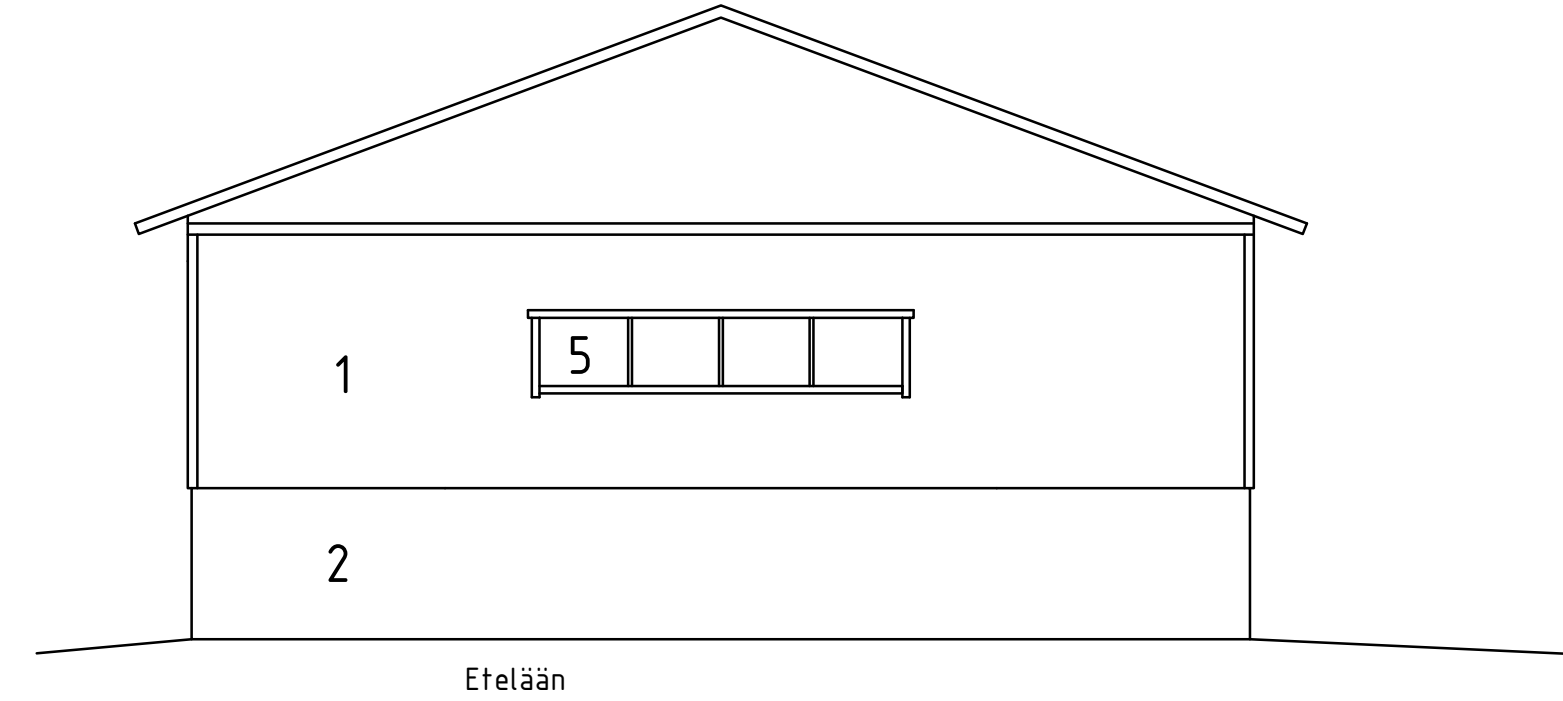
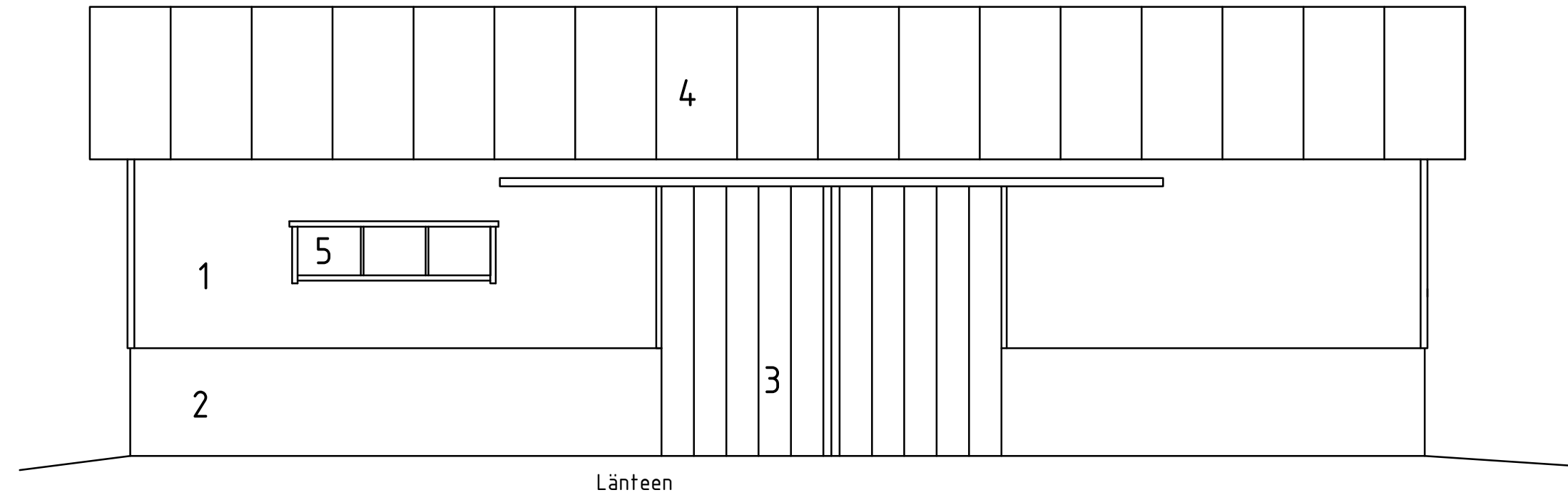
Teräsbetonilaatta ~120mm

Katto:

-naulalevyristikot k1200  
 -aluskate  
 -tuuletusrimat  
 -ruoteet 32x100  
 -poimupeltti

Kantavan seinälinjan oviaukon ylitys: rakennesuunnittelijan määräämä liimapuupalkki

Kaupunginosa	Korttelit/tila	Tontti/rno	Viranomaisten merkintöjä
VÄHÄ-SORVASTO	VÄLIMAA	1:31	
Rakennustoimenpide	UUDISRAKENNUS		Piirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS Juoks.no 1
Rakennuskohde	HANNELE JA MARTTI MÄKITALO		Piirustuksen sisältö POHJAPIIRUSTUS Mittakaavat 1:100
	KRANINTIE 154		LEIKKAUS A- 1:100
	31500 KOSKI TL		
			Suunnittelualue, työnnumero ja piirustuksen numero Muutos
			<b>ARK</b>
Päiväys, suunnittelija, nimen selvennys ja koulutus 1.6.2012 MIKKO MÄKITALO			



1. Ponttilauta UTV, punamulta
2. Muottibetonipinta
3. Teräsovi, tumma
4. Kattopelti, tumma
5. Ikkuna, kirkas

Kaupunginosa	Korttel/tila	Tontti/mo	Viranomaisten merkintöjä
VÄHÄ-SORVASTO	VÄLIMAA	1:31	
Rakennustoimenpide			Piirustuslaji
UUDISRAKENNUS			PÄÄPIIRUSTUS
Rakennuskohde			Piirustuksen sisältö
HANNELE JA MARTTI MÄKITALO			JULKISIVUPIIRUSTUKSET
KRANINTIE 154			
31500 KOSKI TL			
			Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero
			Muutos
			<b>ARK</b>
Päiväys, suunnittelija, nimen selvennys ja koulutus			
1.6.2012 MIKKO MÄKITALO			

## POHJATUTKIMUS

## 1. YLEISTÄ

Toimeksiannosta olemme syyskuussa 1993 tehneet pohjatutkimuksia Koski TL:n kunnassa tarkoituksella selvittää suunnitellun viljankuivaamon perustamistapa.

Lähtötietoina käytössämme oli hankkeen suunnitelma-  
piirustuksia.

## 2. TUTKIMUKSET

Maaperän kerrosrakenne, suhteellinen tiiveys ja ns. kova pohja määritettiin yhteensä kahdella painokai-  
rauksella. Kairauspisteet ja kuivaamoalue vaaittiin.

Tilaaaja oli merkinnyt kuivaamon maastoon. Vaaitusten lähtökorkeutena on käytetty viereisen ladon takana olevan vesijuoksun korkoa.

Tutkimustulokset esitetään liitepiirustuksissa.

## 3. MAAPERÄ

Rakennuspaikka on tasaista peltoa.

Maanpinnan korkeuserot alueella ovat alle 0.2 metriä.

Maaperä on pintahumuksen alapuolella ensin kuivakuori-  
savea noin 1.5 metriä. Kuivakuoren alla on pehmeää  
ja plastista savea noin kolme metriä. Savi vaihettuu  
sitkeäksi ja ulottuu rakennusalueella yli 20 metrin  
syvyyteen nykyisestä maanpinnasta.

Savien alla on tiivistä hiekkaa.

Maaperä on routivaa ja pohjavesi on likimain kuivakuoren  
alarajassa.

4. PERUSTAMINEN Suunniteltu kuivaamo voidaan perustaa jäykälle laatalle saven kuivakuoren varaan seuraavia ohjeita noudattaen:
- Kuivaamo upotetaan noin metrin syvyyteen
  - Kaivuu ulotetaan noin 1.5 metrin syvyyteen nykyisestä maanpinnasta.
- Kaivuupohja kallistetaan ympäröiviin salaojiin
- Pohjalle levitetään suodatinkangas ja ohut tasaushiekka. Lisäksi lujitteena ehdotetaan käytettäväksi lujiteverkkoa, esim Fortrac (35/20-20). Lujiteverkon päälle tiivistetään sepeliä noin 0.3 metriä.
  - Laattaperustus tehdään em. lujiterakenteen päälle noin metrin syvyyteen tulevasta maanpinnasta.

Perustusrakenteet routasuojataan huolellisesti.

Kuivaamo salaojitetaan.

Salaojien minimikoko 100 mm ja minimikaltevuus 0.8%. Salaojien ympärillä on oltava salaojasoraa. Salaojan kokoojalinja on syytä routasuojata.

Kuivaamoon liittyvä ajoluiska tehdään mahdollisimman matalaksi ylimääräisen täyttörasituksen välttämiseksi. Ajoluiskan alle tehdään em. lujiteverkko- ja sepeli-täyttörakenteet.

Kuivaamo tulee jonkin verran painumaan pehmeän saven kokoonpuristuessa.

Painuminen on kuitenkin suhteellisen tasaista. Ajoluikan puoleinen sivu saattaa painua jonkin verran enemmän.

Turku 7.10.1993

INSINÖÖRITOIMISTO

SAULI MAANPÄÄ KY

*Sauli Maanpää*

LIITTEET

4835.1

Tutkimuskartta

4835.2

Kairausleikkaus

n:otta

Merkinnät

### Liite 3. Rakennelaskelmat

#### BETONISEN SEINÄELEMENTIN MITOITUS

##### Seinän taivutusmitoitus

Rasitusluokka = XC2, XC3, XF1

Suojabetoni =  $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 20 \text{ mm} + 10 \text{ mm} = 30 \text{ mm}$

Betonilaatu = C28/35 (K35)

Teräslaatu = A500HW

$M_{ed} = 24,0 \text{ kNm}$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,85 \cdot \frac{28 \text{ N/mm}^2}{1,5} = 15,9 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500 \text{ N/mm}^2}{1,15} = 435 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 200 \text{ mm} - 30 \text{ mm} - 10 \text{ mm} / 2 = 165 \text{ mm}$$

$M_{ed} = 24,0 \text{ kNm/m}$

$$\mu = \frac{M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{24,0 \cdot 10^6 \frac{\text{Nmm}}{\text{m}}}{1000 \text{ mm} \cdot (165 \text{ mm})^2 \cdot 15,9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 0,05544$$

$$\beta = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,05544} = 0,0571$$

$$z = d \cdot \left(1 - \frac{\beta}{2}\right) = 165 \text{ mm} \cdot \left(1 - \frac{0,0571}{2}\right) = 160,3 \text{ mm}$$

$$A_s = \frac{M_{ed}}{z \cdot f_{yd}} = \frac{24,0 \cdot 10^6 \text{ Nmm/m}}{160,3 \text{ mm} \cdot 435 \text{ N/mm}^2} = 344,2 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Valitaan seinän sisäpinnan rauditusverkoksi 10#200 (392,7mm<sup>2</sup>/m)

Valitaan seinän ulkopinnan rauditusverkoksi 5#150 (130,9 mm<sup>2</sup>/m)

##### Lattialaattaan valettavien tartuntaterästen mitoitus

Tukivoima lattianrajassa  $F_d = 66,0 \text{ kN/m}$

$$A_s = \frac{F_d}{f_{yd}} = \frac{66000 \text{ N/m}}{435 \text{ N/mm}^2} = 151,7 \text{ N/mm}^2$$

Valitaan seinästä tuleviksi tartunnoiksi T10 k200 (392,7mm<sup>2</sup>/m)

## SEINÄTOLPPA KANTAVALLA SIVULLA

### Kuormitukset

Kattorakenteen omapaino:  $0,5 \text{ kN/m}^2$

Lumikuorma:  $2,0 \text{ kN/m}^2$

Tuulikuorma:  $0,80 \text{ kN/m}^2$

Määrätään tolppajako alustavasti k1000, jolloin runkotolpalle tulevat kuormat kerääntyvät kattolapeelta  $1,0 \text{ m:n}$  kuormitusväliltä.

Kuormitustapaus, kun lumi määräävä

$$F_d = 1,15 \cdot 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 7,7 \text{ m} \cdot 1,0 \text{ m} + 1,5 \cdot 2,0 \text{ kN/m}^2 \cdot 7,7 \text{ m} \cdot 1,0 \text{ m} = 27,5 \text{ kN}$$

$$q_{w,d} = 1,05 \cdot 0,80 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,0 \text{ m} = 0,84 \text{ kN/m}$$

Kuormitustapaus, kun tuuli määräävä

$$F_d = 1,15 \cdot 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 7,7 \text{ m} \cdot 1,0 \text{ m} + 1,05 \cdot 2,0 \text{ kN/m}^2 \cdot 7,7 \text{ m} \cdot 1,0 \text{ m} = 20,6 \text{ kN}$$

$$q_{w,d} = 1,5 \cdot 0,80 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,0 \text{ m} = 1,2 \text{ kN/m}$$

### Puutavaran lujuus C24 (hetkellinen kuorman aikaluokka)

$$f_{cd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_m} = 1,1 \cdot \frac{21 \text{ N/mm}^2}{1,4} = 16,5 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 1,1 \cdot \frac{24 \text{ N/mm}^2}{1,4} = 18,9 \text{ N/mm}^2$$

### Puutavaran lujuus C24 (keskipitkä aikaluokka)

$$f_{cd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{21 \text{ N/mm}^2}{1,4} = 12,0 \text{ N/mm}^2$$

Mitoitus (pelkkä lumi, aikaluokka keskipitkä), heikomman suunnan nurjahdus estetty

$$\delta_{c,d} < k_c \cdot f_{c,d}$$

$$\delta_{c,d} = \frac{F_d}{A} = \frac{27500N}{150mm \cdot 50mm} = 3,7 N/mm^2$$

Nurjahduskerroin  $k_{c,y}$

$$i_y = \frac{h}{\sqrt{12}} = \frac{150 mm}{\sqrt{12}} = 43,3 mm$$

$$\lambda = \frac{L_{c,z}}{i_y} = \frac{1 \cdot 3500 mm}{43,3 mm} = 80,8$$

Taulukosta luetaan  $k_{c,y} = 0,45$

$$3,7 N/mm^2 < 0,45 \cdot 12,0N/mm^2$$

$$3,7 N/mm^2 < 5,4 N/mm^2$$

Käyttöaste 69% ->OK!

Mitoitus (lumi määräävä+tuuli, aikaluokka hetkellinen), heikomman suunnan nurjahdus estetty

$$\frac{\delta_{c,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,d}} + \frac{\delta_{m,d}}{f_{m,d}} < 1$$

$$\delta_{c,d} = \frac{F_d}{A} = \frac{27500N}{150 \cdot 50 mm^2} = 3,7N/mm^2$$

$$k_{c,y} = 0,45$$

Tuulesta pilarille aiheutuva momentti:

$$M_d = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{0,84kN/m \cdot (3,5m)^2}{8} = 1,29 kNm$$

$$\delta_{m,d} = \frac{M_d}{b \cdot h^2} = \frac{1,29 \cdot 10^6 Nmm}{50mm \cdot (150mm)^2} = 6,9 N/mm^2$$

$$\frac{3,7 \text{ N/mm}^2}{0,45 \cdot 16,5 \text{ N/mm}^2} + \frac{6,9 \text{ N/mm}^2}{18,9 \text{ N/mm}^2} < 1$$

$$0,86 < 1$$

Käyttöaste 86% -> OK!

Mitoitus (tuuli määrävä + lumi, aikaluokka hetkellinen), heikomman suunnan nurjahdus estetty

$$\frac{\delta_{c,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,d}} + \frac{\delta_{m,d}}{f_{m,d}} < 1$$

$$\delta_{c,d} = \frac{F_d}{A} = \frac{20600 \text{ N}}{150 \cdot 50 \text{ mm}^2} = 2,8 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{c,y} = 0,45$$

Tuulesta pilarille aiheutuva momentti:

$$M_d = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{1,2 \text{ kN/m} \cdot (3,5 \text{ m})^2}{8} = 1,84 \text{ kNm}$$

$$\delta_{m,d} = \frac{M_d}{\frac{b \cdot h^2}{6}} = \frac{1,84 \cdot 10^6 \text{ Nmm}}{\frac{50 \text{ mm} \cdot (150 \text{ mm})^2}{6}} = 9,8 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{2,8 \text{ N/mm}^2}{0,45 \cdot 16,5 \text{ N/mm}^2} + \frac{9,8 \text{ N/mm}^2}{18,9 \text{ N/mm}^2} < 1$$

$$0,90 < 1$$

Käyttöaste 90% -> OK!



## ALA- JA YLÄJUOKSUN TUKIPAININE

$$\delta_{c,90,d} \leq k_c \cdot f_{c,90,d}$$

$$\delta_{c,90,d} = \frac{F_d}{b \cdot l_a} = \frac{27500 \text{ N}}{50 \text{ mm} \cdot 150 \text{ mm}} = 3,7 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,90,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{2,5 \text{ N/mm}^2}{1,4} = 1,4 \text{ N/mm}^2$$

$$k_c = \frac{l_{c,90,ef}}{l} \cdot k_{c,90} = \frac{30 \text{ mm} + 50 \text{ mm} + 30 \text{ mm}}{50 \text{ mm}} \cdot 1,25 = 2,75$$

$$3,7 \text{ N/mm}^2 \leq 2,75 \cdot 1,4 \text{ N/mm}^2$$

$$3,7 \text{ N/mm}^2 \leq 3,8 \text{ N/mm}^2$$

Käyttöaste 97% -> OK!

## SEINÄANTURAN MITOITUS

Perustuksille tulevat kuormat :

Pysyvät kuormat:

-Betonielementit = 12,5 kN/m

-Puurunko = 0,6 kN/m

-Kattorakenne = 3,8 kN/m

Muuttuvat kuormat:

-Lumikuorma = 15,4 kN/m

$$n_d = 1,15 \cdot (12,5 + 0,6 + 3,8) \text{ kN/m} + 1,5 \cdot 15,4 \text{ kN/m} = 42,5 \text{ kN/m}$$

-sallittu pohjapaine  $p_{rd} = 75 \text{ kN/m}^2$

-betonilaatu C25/30

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = 1 \cdot \frac{1,8 \text{ N/mm}^2}{1,5} = 1,2 \text{ N/mm}^2$$

Leveys  $b_f$

$$p_{rd} \geq \frac{n_d}{b_f} \rightarrow b_f = \frac{n_d}{p_{rd}} = \frac{42,5 \text{ kN/m}}{75 \text{ kN/m}^2} = 0,5666 \text{ m} \rightarrow 0,6 \text{ m}$$

-ehto  $b_f \leq 750 \text{ mm}$  OK!

Korkeus  $h_f$

$$p_{ed} = \frac{n_d}{b_f} = \frac{42,5 \text{ kN/m}^2}{0,6 \text{ m}} = 70,8 \text{ kN/m}^2$$

$$a = \frac{0,6 \text{ m} - 0,2 \text{ m}}{2} = 0,2 \text{ m}$$

$$\frac{0,8 h_f}{a} \geq \sqrt{\frac{3 p_{ed}}{f_{ctd}}} \rightarrow h_f = \frac{\sqrt{\frac{3 \cdot p_{ed}}{f_{ctd}} \cdot a}}{0,8} = \frac{\sqrt{\frac{3 \cdot 70,8 \text{ kN/m}^2}{1200 \text{ kN/m}^2} \cdot 0,2 \text{ m}}}{0,8} = 0,105 \text{ m} \rightarrow 0,2 \text{ m}$$

## VAAKAJÄYKISTYS

-Vaikuttavan tuulivoiman laskemisen helpottamiseksi kuvitellaan katto seinän tapaan pystysuorana tasona.

-Puolet seinään kohdistuvasta voimasta siirtyy suoraan teräsbetonielementille.

### Projektioala

$$\text{Seinä: } 3,5\text{m}/2 \cdot 24\text{m}/2 = 21 \text{ m}^2$$

$$\text{Katto: } 2,85\text{m} \cdot 24\text{m}/2 = 34,2 \text{ m}^2$$

$$\text{Yhteensä} = 55,2 \text{ m}^2$$

$$F_{w,k} = c_f \cdot q_h(8,5\text{m}) \cdot A_{ref} = 1,3 \cdot 0,73 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 55,2 \text{ m}^2 = 52,4 \text{ kN}$$

$$F_{w,d} = 1,5 \cdot 52,4 \text{ kN} = 78,6 \text{ kN}$$

Tämän voiman resultantti sijaitsee 4,05m etäisyydellä puurungon alareunasta, joten yläjuoksun tasossa vaikuttava voima on:

$$M = 78,6 \text{ kN} \cdot 4,05 \text{ m} = 318,3 \text{ kNm}$$

$$F_{d,\text{yläjuoksu}} = \frac{M}{h} = \frac{318,3 \text{ kNm}}{3,5 \text{ m}} = 90,9 \text{ kN}$$

Vinoreevat tullaan sijoittamaan rakennuksen nurkkiin 45° kulmaan, jolloin reevoihin kohdistuva voima on:

$$F_{d,\text{vinoreeva}} = \sqrt{(90,9 \text{ kN})^2 + (90,9 \text{ kN})^2} = 127,9 \text{ kN}$$

Puuinfo Oy:n lyhennetystä suunnitteluohjeesta saadaan 3,4 x 100 naulalle kestävyys 830N, kun kyseessä reunaehdot täyttävä yksileikkeinen liitos.

Tarvittava naulamäärä on täten 154 kpl. Sijoitetaan 5kpl vinoreevoja jokaiseen nurkkaan, jolloin reevojen yhteismäärä päätyseinällä on 10kpl. Tällöin yhden reevan päähän tarvittava naulamäärä on 16 kappaletta. Tätä varten on runkotolppien väliin ja kylkeen lyötävä lisää naulausalustaa. Vinoreevojen nurjahdus estetään naulaamalla ne runkotolppiin.

Tamk

Ovenylitysliimapuupalkki

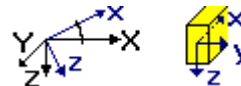
Mikko Mäkitalo

18.4.2013

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 2.3 SR1 (2.4.017)

RIL 205-1-2009 SR1 (02.07.2012)



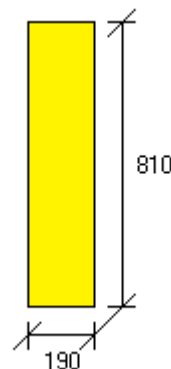
## PROJEKTITIEDOT:

Suunnittelija: Mikko Mäkitalo  
 Yritys: Tamk  
 Nimi: Ovenylitysliimapuupalkki

C:\...\lovenylityspalkki.s01

## RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Vapaa rakenne  
 Materiaali: GL28c  
 Poikkileikkaus: 190x810  
 (B=190 mm, H=810 mm, A=153900 mm<sup>2</sup>, I<sub>y</sub>=8414482500 mm<sup>4</sup>, W<sub>y</sub>=20776500 mm<sup>3</sup>)  
 Käyttöluokka: 2  
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)  
 Jako/kuormituslev.: 1000 mm (pintakuormille)



Uloke-/jännevälipituudet:  
 Uloke/jänneväli: Vaakamitta [mm]:  
 Jänneväli 1: 6300.0  
 Yhteensä: 6300.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	150	Kiinteä niveltuki (X,Z)
2:	6300	150	Liukutuki (Z)

f <sub>m,k</sub> (M <sub>y</sub> ):	28.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>m,k</sub> (M <sub>z</sub> ):	28.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub> :	24.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub> :	2.70 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub> :	16.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>z</sub> ):	2.70 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>y</sub> ):	2.70 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>mean</sub> :	12600 N/mm <sup>2</sup>
G <sub>mean</sub> :	720 N/mm <sup>2</sup>
E 0.05:	10200 N/mm <sup>2</sup>
G 0.05:	580 N/mm <sup>2</sup>
Tilavuuspaino:	5.00 kN/m <sup>3</sup> (omapainon laskentaa varten)

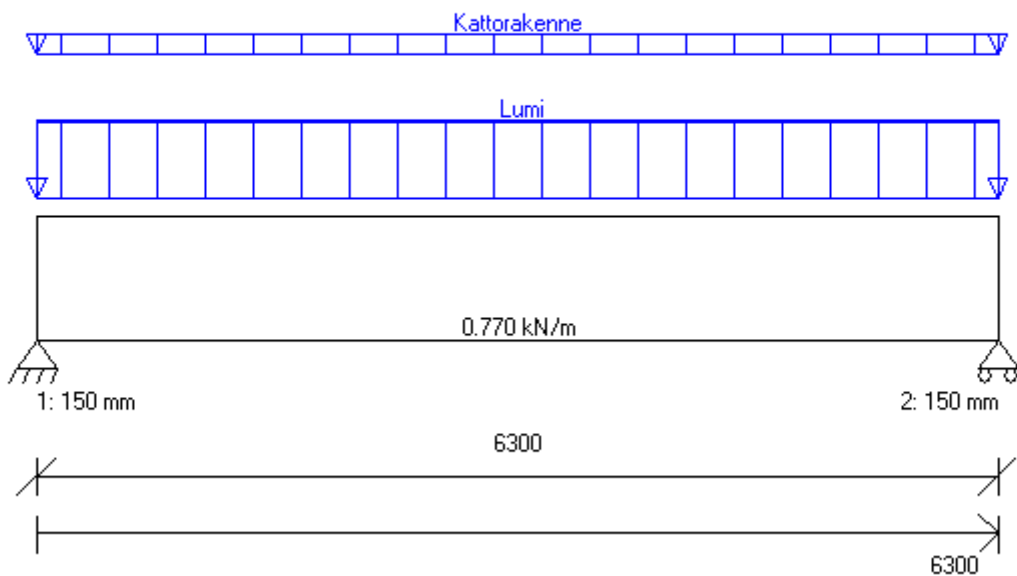
Tamk

Ovenylitysliimapuupalkki

Mikko Mäkitalo

18.4.2013

Osavamuusluku:	1.20
Aikaluokka:	kmod:
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100
<hr/>	
kdef:	0.800

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakenneosan paino: QZ = 0.770 kN/m x = 0 - 6300 mm

viivakuorma: 1: QZ = 3.800 kN/m x = 0 - 6300 mm (Kattorakenne)

Lumikuorma (Lumikuorma  $Sk < 2.75$  kN/m<sup>2</sup>, Keskipitkä):

viivakuorma: 1: QZ = 15.400 kN/m x = 0 - 6300 mm (Lumi)

**KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

Yhdistelmä 1 (MRT, Keskipitkä)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Lumikuorma

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)

1.00\*1.00\*Omapaino + 1.00\*1.00\*Lumikuorma

### MITOITUS:

Mitoitusstandardi: EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009  
Kokonaiskäyttöaste: 96.7%

### MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja Winst: L/400  
 Taipumaraja Wnet,fin: L/300  
 Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00  
 Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00  
 Nurjahdus z-suuntaan:  $L_c = 1.00 \cdot L$   
 Nurjahdus y-suuntaan:  $L_c = 1.00 \cdot L$

Kiepahdus taivutuksesta  $M_y$  (y-askelin suhteen):

Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella:  $L_{k1} = 300.00$  mm

Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella:  $L_{k2} =$  Päätukien välimatka

$L_{ef1} = L_{k1} + 2 \cdot x_H$  ja  $L_{ef2} = L_{k2}$  (Esim. kuormitus rakenteen yläpinnassa)

HUOM!  $L_{k1}$ :ta käytetään, kun  $M_y > 0$  ja  $L_{k2}$ :ta, kun  $M_y < 0$

### VÄRÄHTELYN LASKENTA-ASETUKSET:

Huoneen suurin mitta L [m]: 6.0  
 Lattiarakenteen leveys B [m]: 5.0  
 Väli pohjan tuentatapa: 2 reunaa tuettu  
 Ulkkeen lyhennys [mm]: 0.0  
 Poikkitaistajäkisteet: Ei jäykisteitä  
 Yläpuolinen lattialevy / rakenne: Ei huomioida  
 Liittorakennevaikutus: Ei liittovaikutusta  
 Kelluva rakenne / poikkitaistakoolaus+levytys: Ei kelluvaa rakennetta  
 Alapuoliset poikkitaistakoolaukset: Ei alapuolista poikkitaistakoolausta  
 Pinta-alayksikön massa [kg/m<sup>2</sup>]: 157

### MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	89.32 kN	184.68 kN	48.4 %	6300 mm	Yhdistelmä 1/1, Keskipitkä
Taivutus ( $M_y$ ):	140.68 kNm	387.83 kNm	36.3 %	3150 mm	Yhdistelmä 1/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	140.68 kNm	387.83 kNm	36.3 %	3150 mm	Yhdistelmä 1/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	89.32 kN	92.34 kN	96.7 %	0 mm	Yhdistelmä 1/1, Keskipitkä
Tukipaine kerroin = 1.80					
Tukipaine, tuki 2:	89.32 kN	92.34 kN	96.7 %	6300 mm	Yhdistelmä 1/1, Keskipitkä
Tukipaine kerroin = 1.80					
Taipuma U:	0.0 mm	0.5 mm	9.8%		(Värähtelytarkastelu)
Taajuus f1:	32.5 Hz	9.0 Hz	27.7%		(Värähtelytarkastelu)

## ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 1/1 (Keskipitkä):

1.15\*Omapaino + 1.50\*Lumikuorma

## VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
V <sub>z,max</sub>	89.32 kN	6300 mm
M <sub>y,max</sub>	140.68 kNm	3150 mm

## TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	89.32 kN	62.90 kN	0.00 kN	0.00 kN
2:	89.32 kN	62.90 kN	0.00 kN	0.00 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

## TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

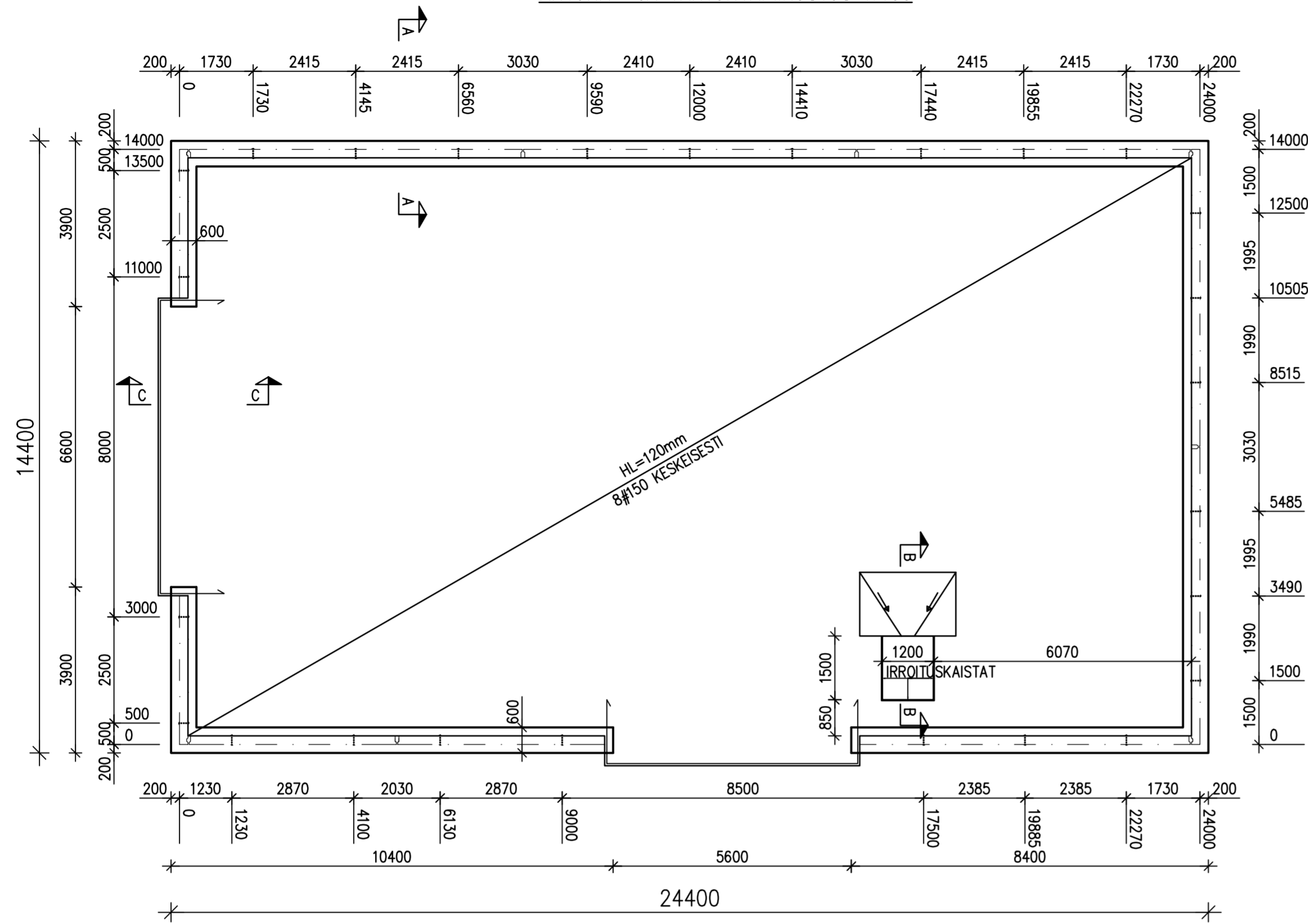
Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	14.39
2:	14.39

Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	48.51
2:	48.51

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

Finnwood-ohjelmistolla tehdyt laskelmat ja tulosteet ovat voimassa vain ohjelmistoon tallennettujen Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Woodin tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood 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.

ANTURA- JA TARTUNTAPIIRUSTUS 1:100



PERUSTUSTEN RAKENNETIEDOT:

- RAKENNELUOKKA 2
- RASITUSLUOKKA XC2/BY50 JA SUUNNITTELUKÄYTTÖIKÄ 50 V.
- TERÄKSIÄ SUOJAAVAN BETONIPEITTEEN NIMELLISARVO 30mm JA SEN SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10mm. MAATA VASTEN VALETTAESSA BETONIPEITE 50mm
- BETONIN LUJUUSLUOKKA C25/30 (K30)
- BETONIN KIVIAINEKSEN RAEMAX = 32mm
- TERÄS T=A500HW/SFS 1215 / PYÖRÖTERÄS = S235JRG2

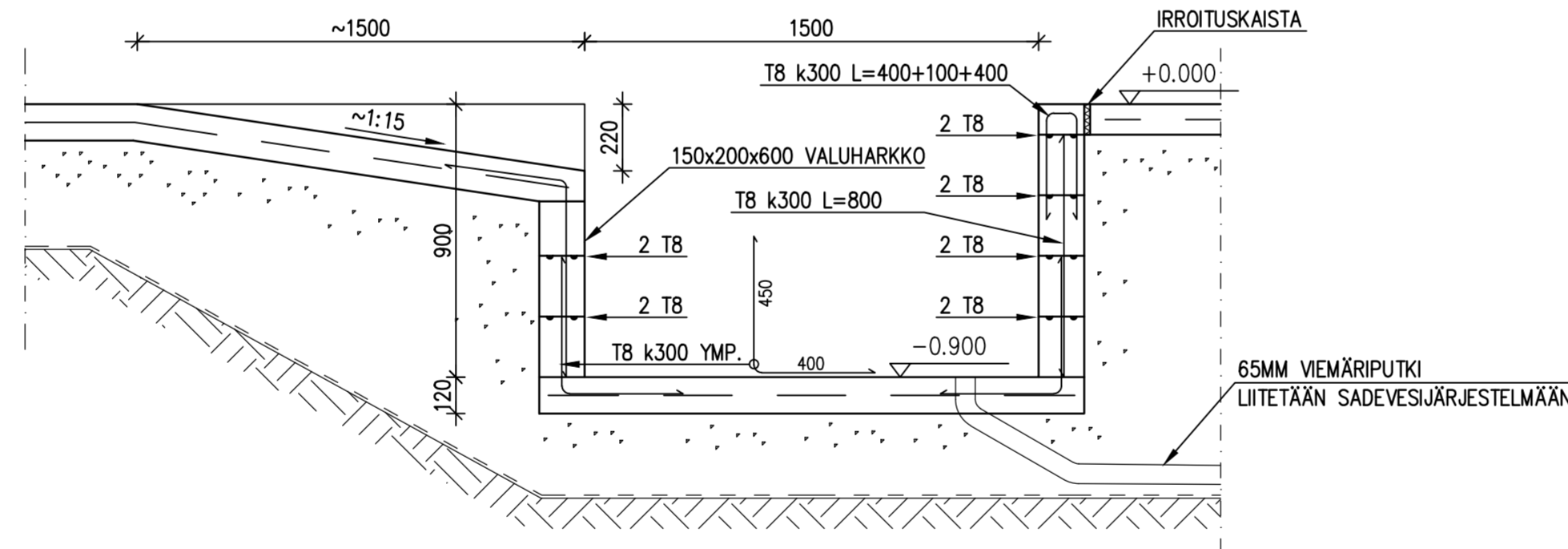
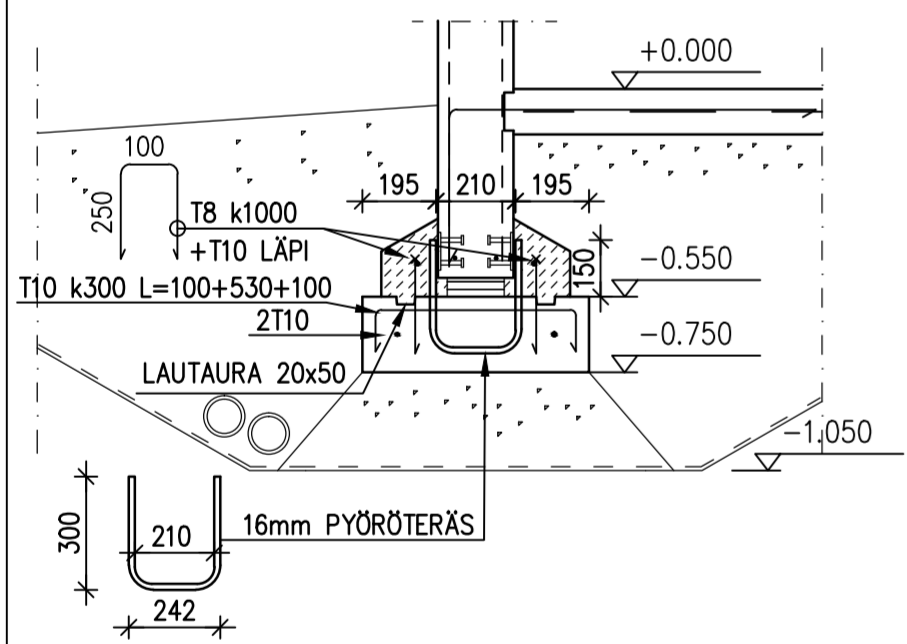
- RAKENNUS ROUTASUOJATAAN ROUTASUOJAUSOHJEIDEN MUKAAN ROUNTAERISTEILLÄ TAI TEHDÄÄN MAAMASSANVAIHTO ROUNTAMATTOMAAN SYVYYTYEN

- PERUSMAAN JA TÄYTTÖJEN VÄLIIN ASENNETAAN KOKO RAKENNUKSEN ALALLE SUODATINKANGAS

- RAKENNUKSEN YMPÄRI KAIVETAAN SALAOJAT JA SADEVESIJÄRJESTELMÄ, NURKKIIN TARKASTUSKAIVOT VEDET PURETAAN PERUSVESIKAIVON KAUTTA AVO-OJIIN

A-A 1:20

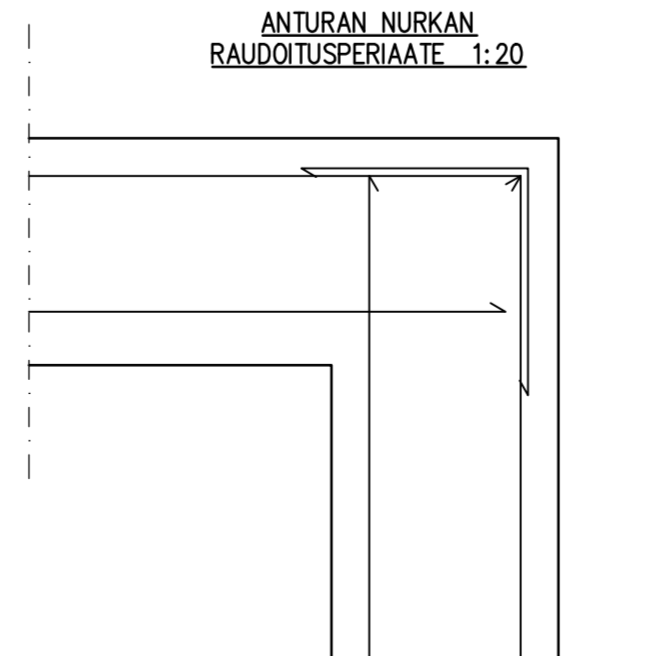
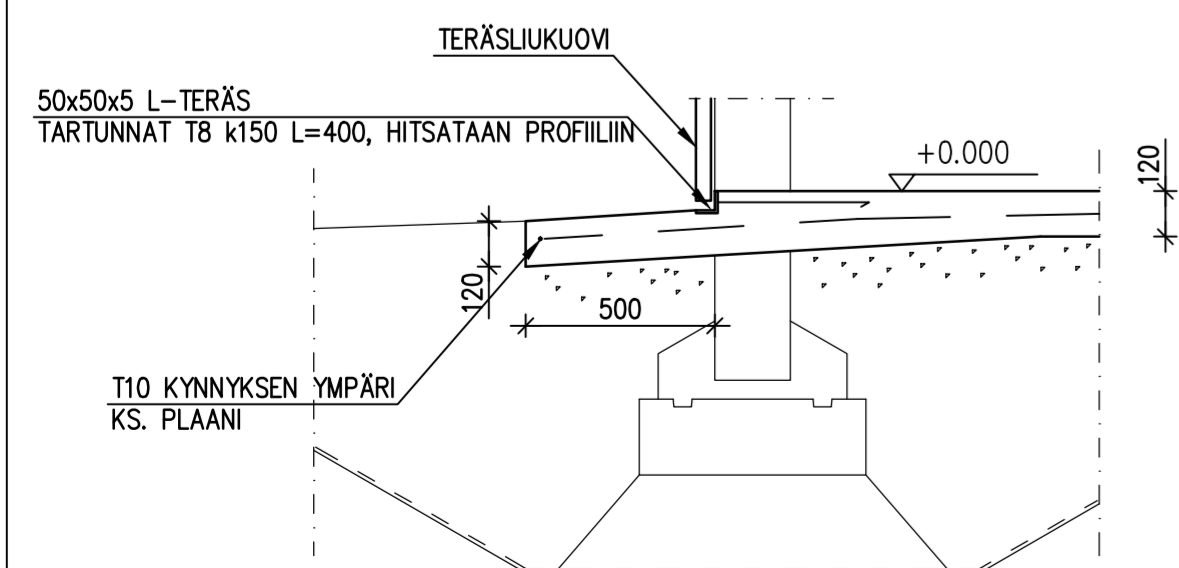
B-B 1:20



C-C 1:20

LAATAN RAUDOITUS 1:20

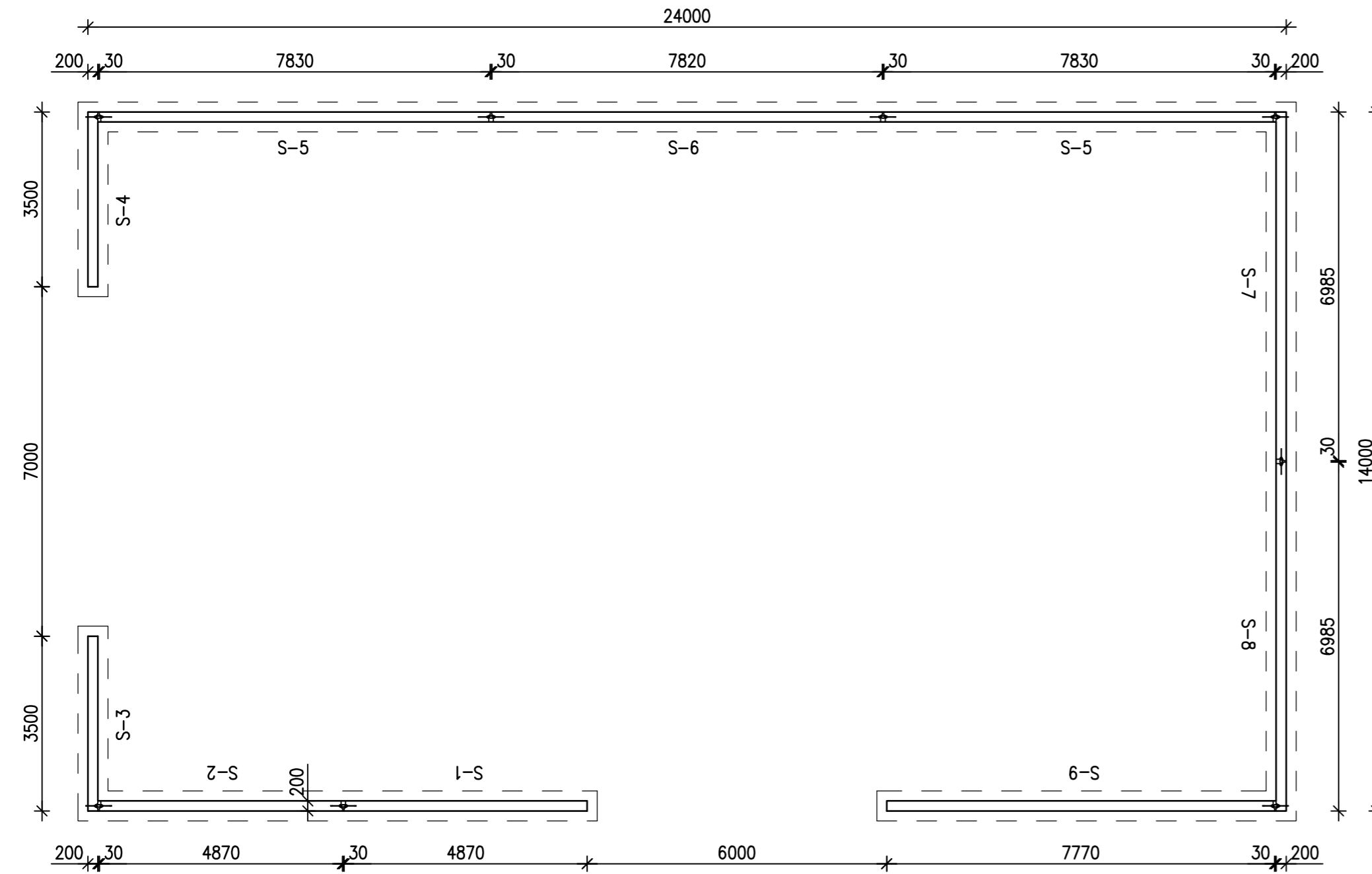
ANTURAN NURKAN RAUDOITUSPERIAATE 1:20



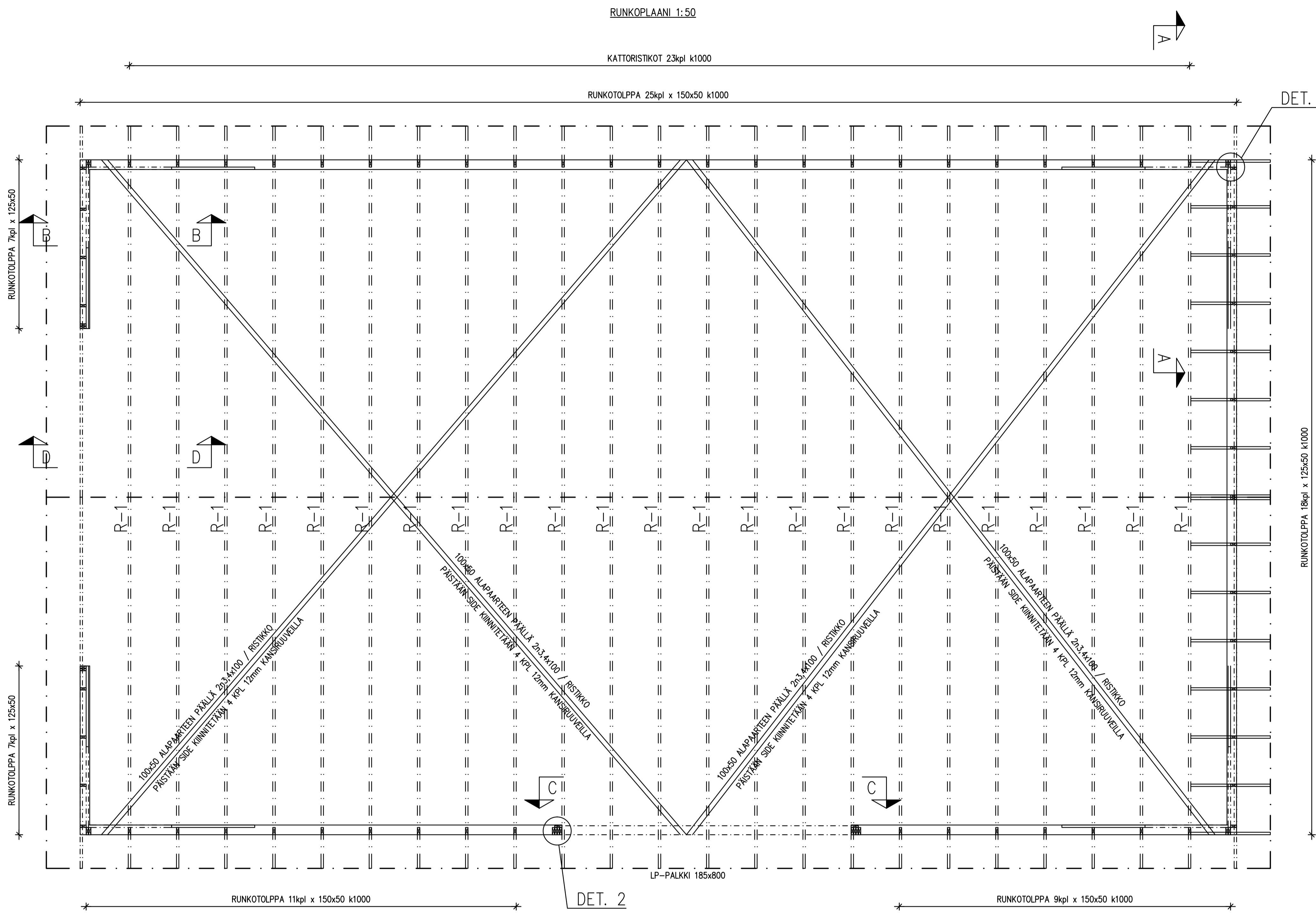
Kaupunginosa	Korttelinlla	Tontinno	Viranomaisen merkintöjä
VÄHÄ-SORVASTO	VÄLIMAA	1:31	
Rakennustoimenpide	TYÖPIIRUSTUS	Juoks.no	
UUDISRAKENNUS			
Rakennuskohde	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	Mittakaavat	
HANNELE JA MARTTI MÄKITALO	ANTURA- JA TARTUNTAPIIRUSTUS	1:100	
KRANINTIE 154	LEIKKAUKSET A-, B-, C-	1:20	
31500 KOSKI TL			
01.05.2013	MIKKO MÄKITALO		



ELEMENTTIKAAVIO 1:100

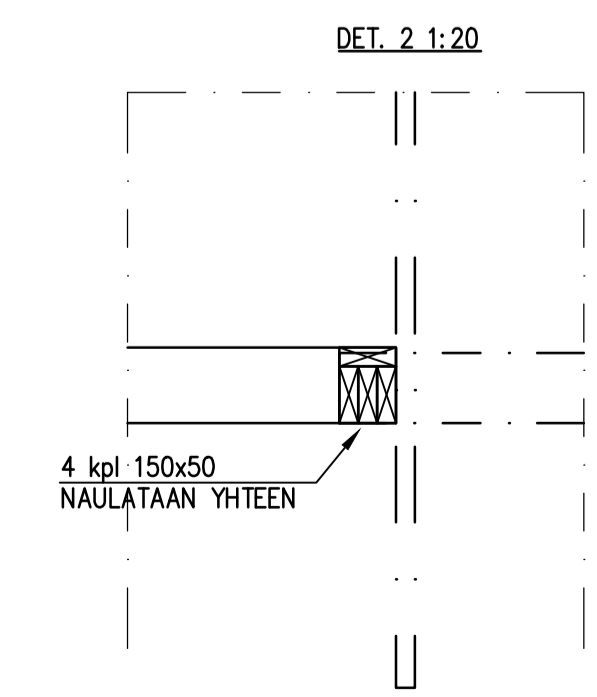
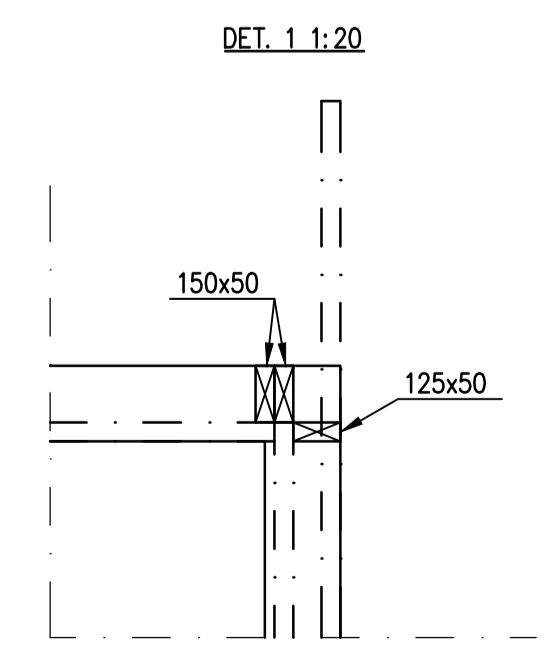


Kaupunginosa	Korttel/tila	Tontti/mo	Viranomaisten merkintöjä
VÄHÄ-SORVASTO	VÄLIMAA	1:31	
Rakennustoimenpide			Piirustuslaji
UUDISRAKENNUS			TYÖPIIRUSTUS
Rakennuskohde			Piirustuksen sisältö
HÄNNELE JA MARTTI MÄKITALO			ELEMENTTIKAAVIO
KRANINTIE 154			Mittakaavat
31500 KOSKI TL			1:100
01.05.2013	MIKKO MÄKITALO		



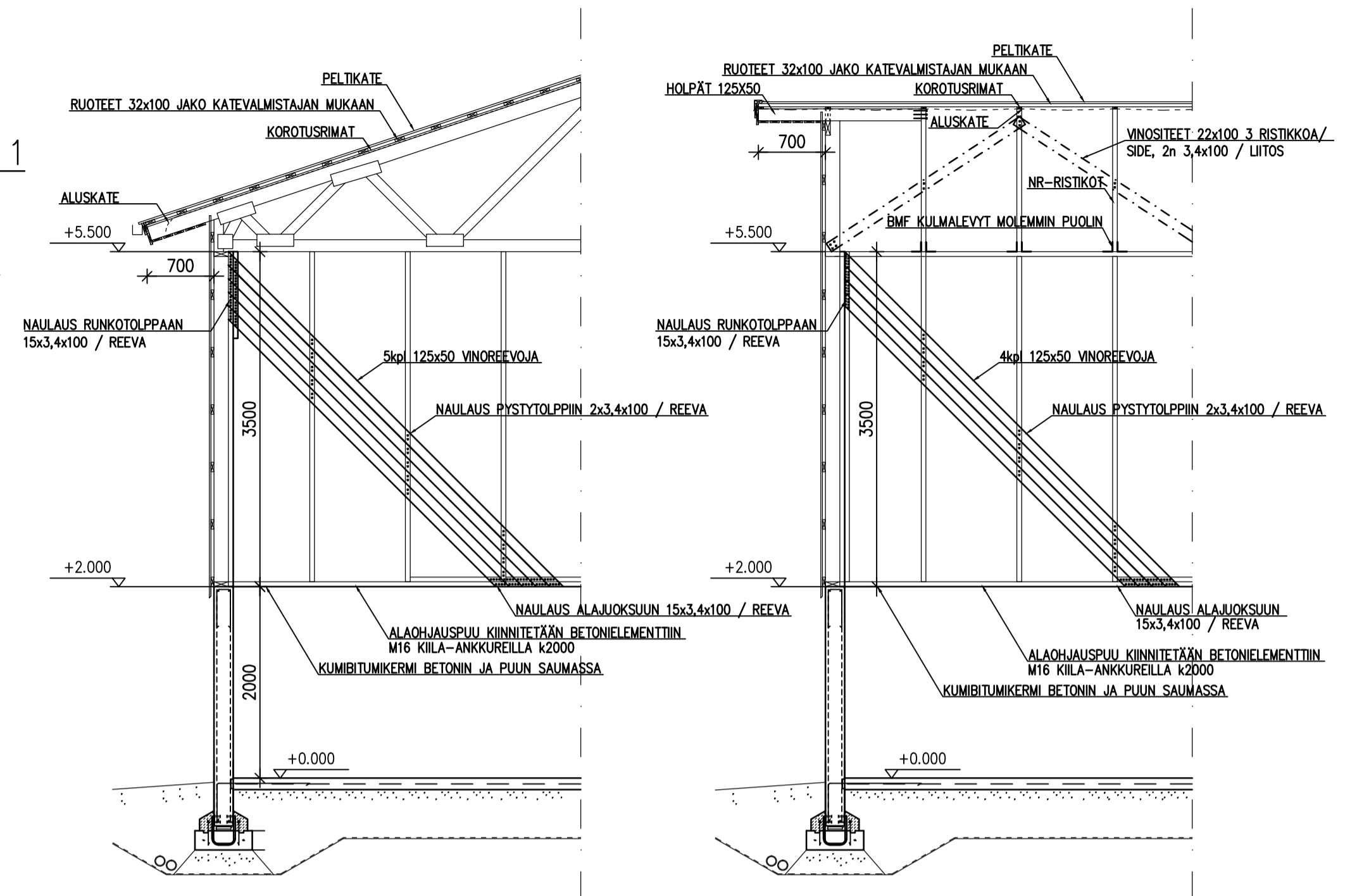
DET. 1

DET. 2

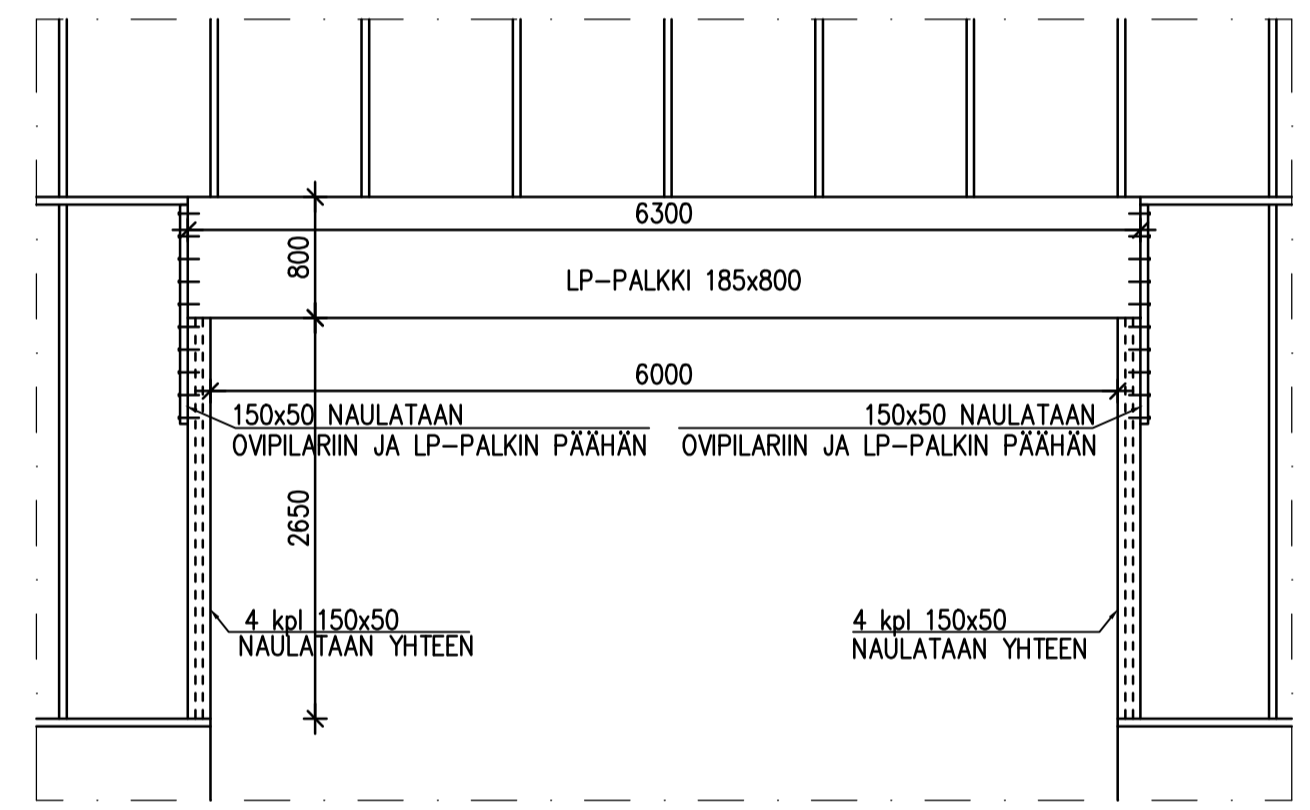


A-A 1:50

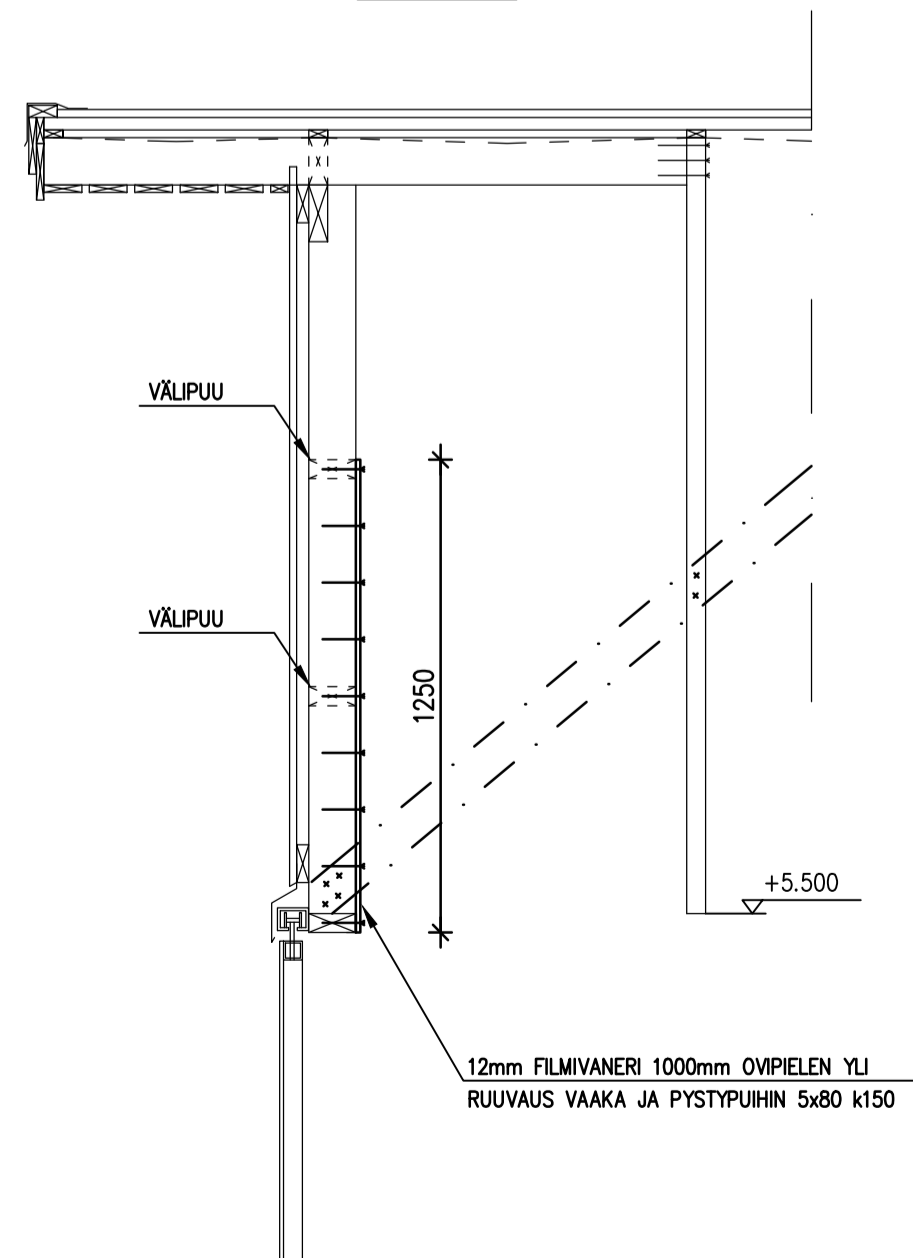
B-B 1:50



C-C 1:50



D-D 1:20

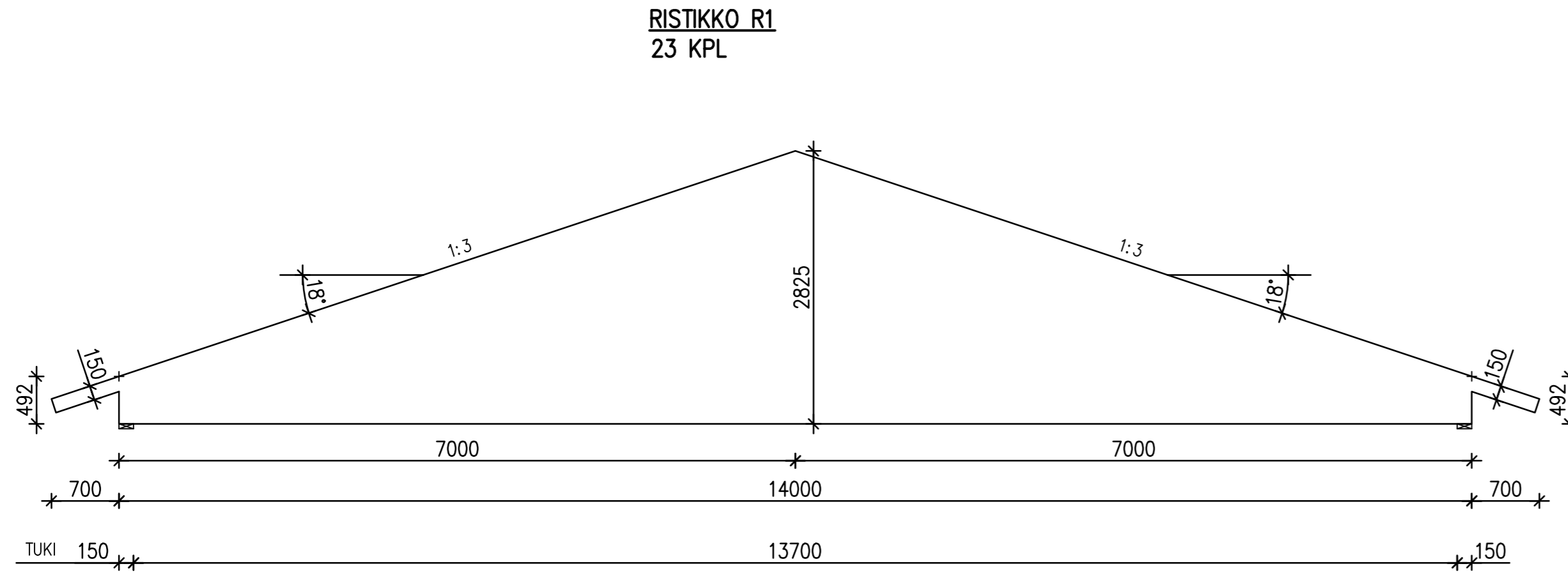


-SAHATAVARAN LUJUUSLUOKKA C24  
 -LEIKKAUKSISSA A-A ja B-B ESITETTY VINOBEVAUS TEHDÄÄN JOKA NURKASSA  
 -RISTIKOT TUETAAN KESKILINJALTA KAATUMISTA VASTAAN VINSITEIN,  
 3 RISTIKKOA / VINSIDE

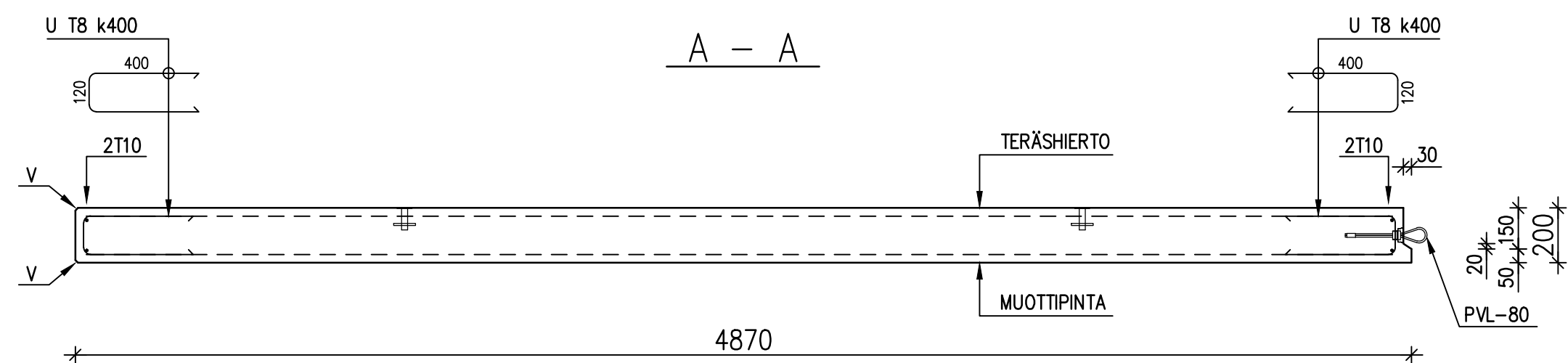
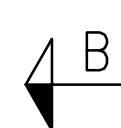
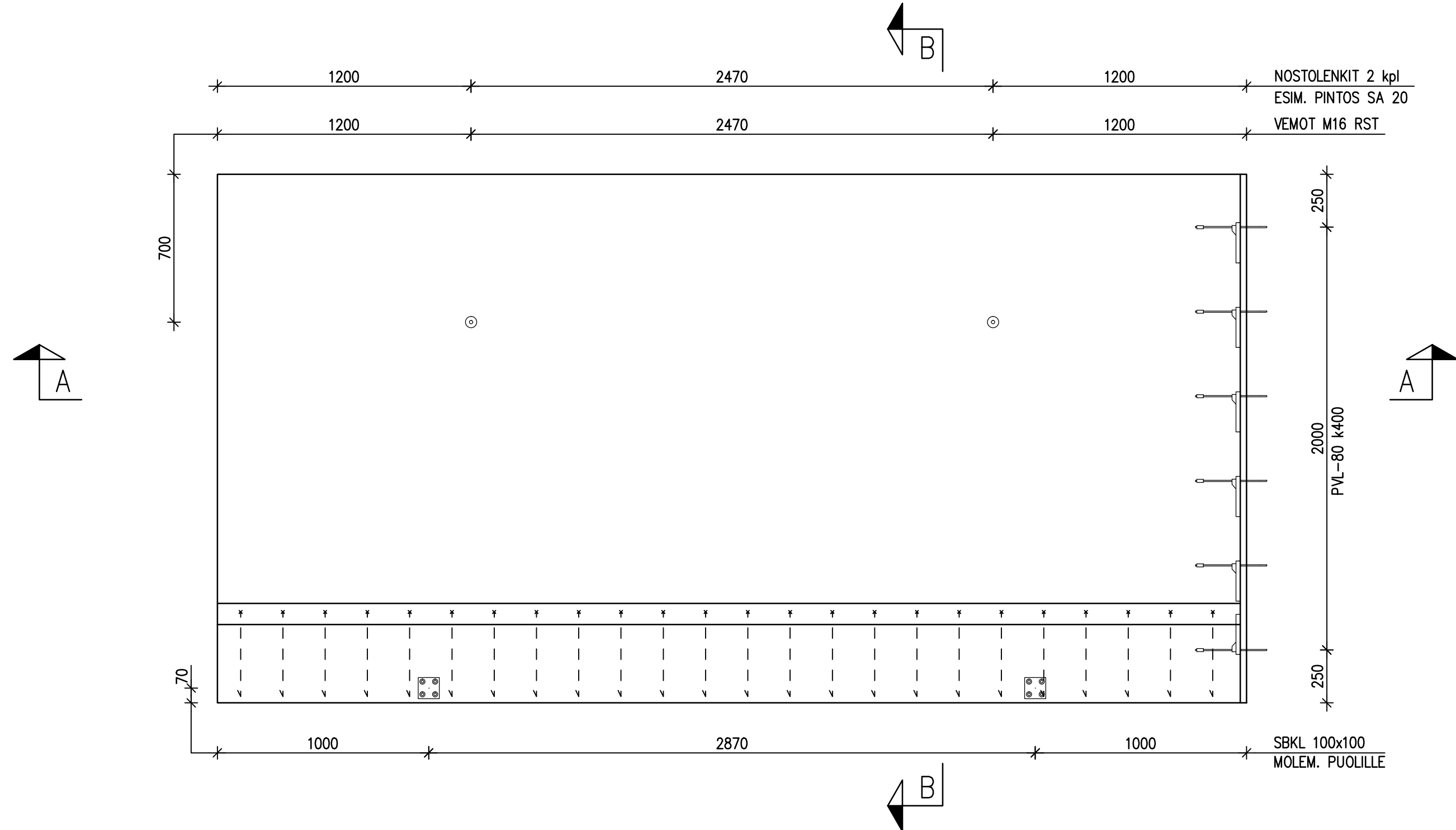
Kaupunginosa	Korttelinosa	Tontinno	Viranomaisen merkintä
VÄHÄ-SORVASTO	VÄLIMAA	1:31	
Rakennuslupamenetelmä	UUDISRAKENNUS		Juoksa.no
Tekijä	HANNELE JA MARTTI MÄKITALO		Mittakaavat
Käyttökohde	KRANINTIE 154		1:50
	31500 KOSKI TL		DET. 1 JA 2, LEIKK. D- 1:20
01.05.2013	MIKKO MÄKITALO		

KUORMITUS YLÄPAARTEELLE: PYSYVÄ  $g_k=0,20 \text{ kN/m}^2$   
 KUORMITUS YLÄPAARTEELLE: LUMI  $q_k=2,00 \text{ kN/m}^2$   
 TUULI  $q_k=0,80 \text{ kN/m}^2$

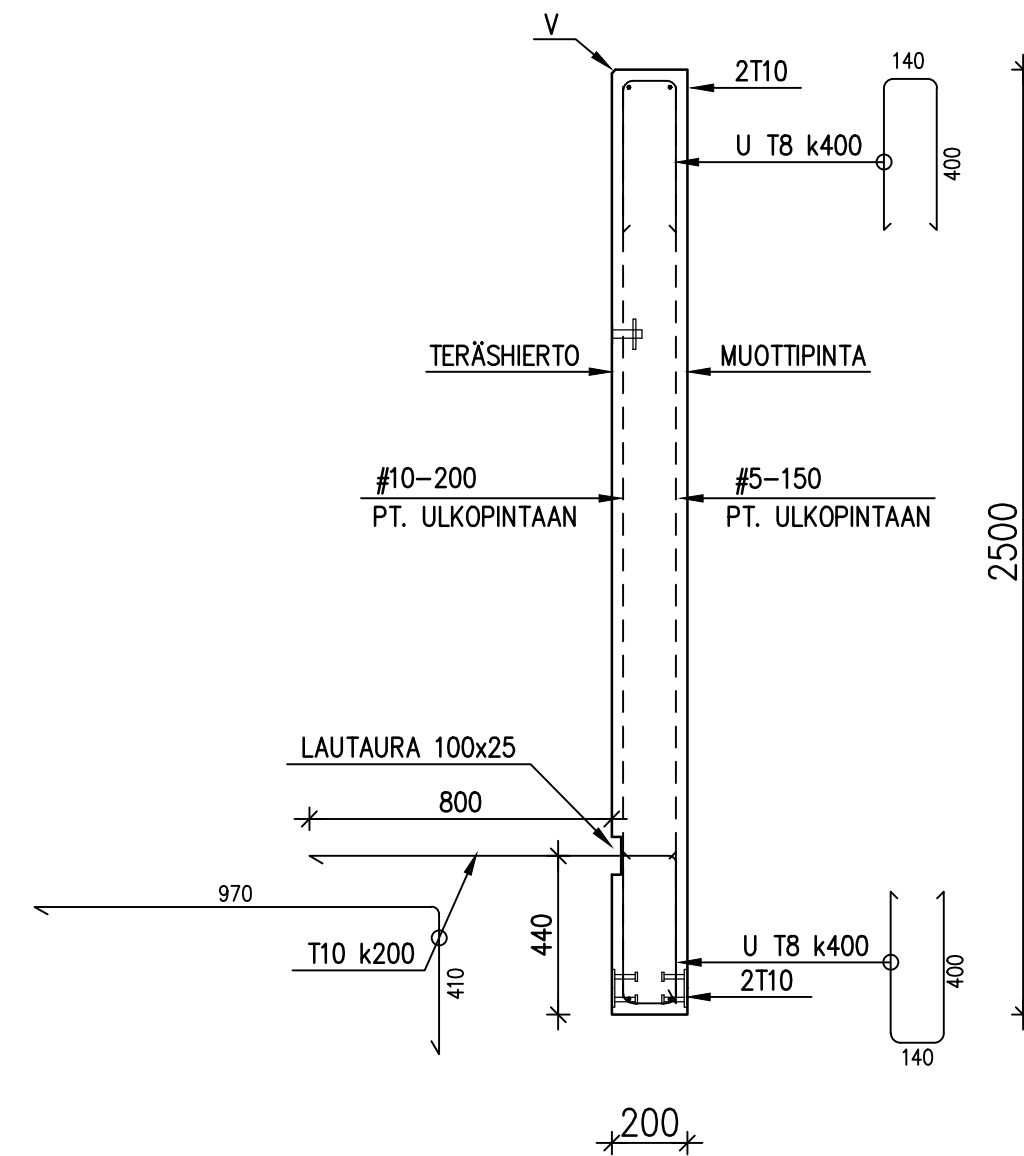
RISTIKKOJAKO k1000  
 RISTIKKOJEN SIJAINNIT RUNKOPIIRRUSTUKSESSA



Kaupunginosa	Korttel/tila	Tontti/mo	Viranomaisten merkintöjä
VÄHÄ-SORVASTO	VÄLIMAA	1:31	
Rakennustoimenpide			Piirustuslaji Juoks.no
UUDISRAKENNUS			TYÖPIIRUSTUS
Rakennuskohde			Piirustuksen sisältö Mittakaavat
HÄNNELE JA MARTTI MÄKITALO			KATTORISTIKON MITTAPIIRUSTUS 1:20
KRANINTIE 154			
31500 KOSKI TL			
01.05.2013	MIKKO MÄKITALO		



B - B



SUUNNITELTU KÄYTTÖIKÄ: 50 v	ELEMENTTEJÄ VALMISTETAAN YHTEENSÄ: 1 kpl
RASITUSLUOKKA: XC3, XF1	MITTATARKKUUS: BETONIELEM. TOLERANSSIT 2011, LUOKKA N
MAX.RAEKOKO: 16 mm	BETONIPINNAN LAATULUOKKA: A (BY40)
BETONI: C28/35 (K35)	PINTOJEN KÄSITTELY: MUO-A/THI-A
BETONIPEITTEEN NIMELLISARVO: 30 mm	MUOTISTAPURKULUJUUS: ≥ C16/20
TERÄSTEN BETONIPEITTEEN SALLITTU MITTAPOIKKEAMA: 10 mm	TILAVUUS: 2,44 m <sup>3</sup>
	ELEMENTIN PAINO: 61 kN

TERÄKSET: A500HW (T) = HARJATERÄKSET, B500K (#) = VERKOT,

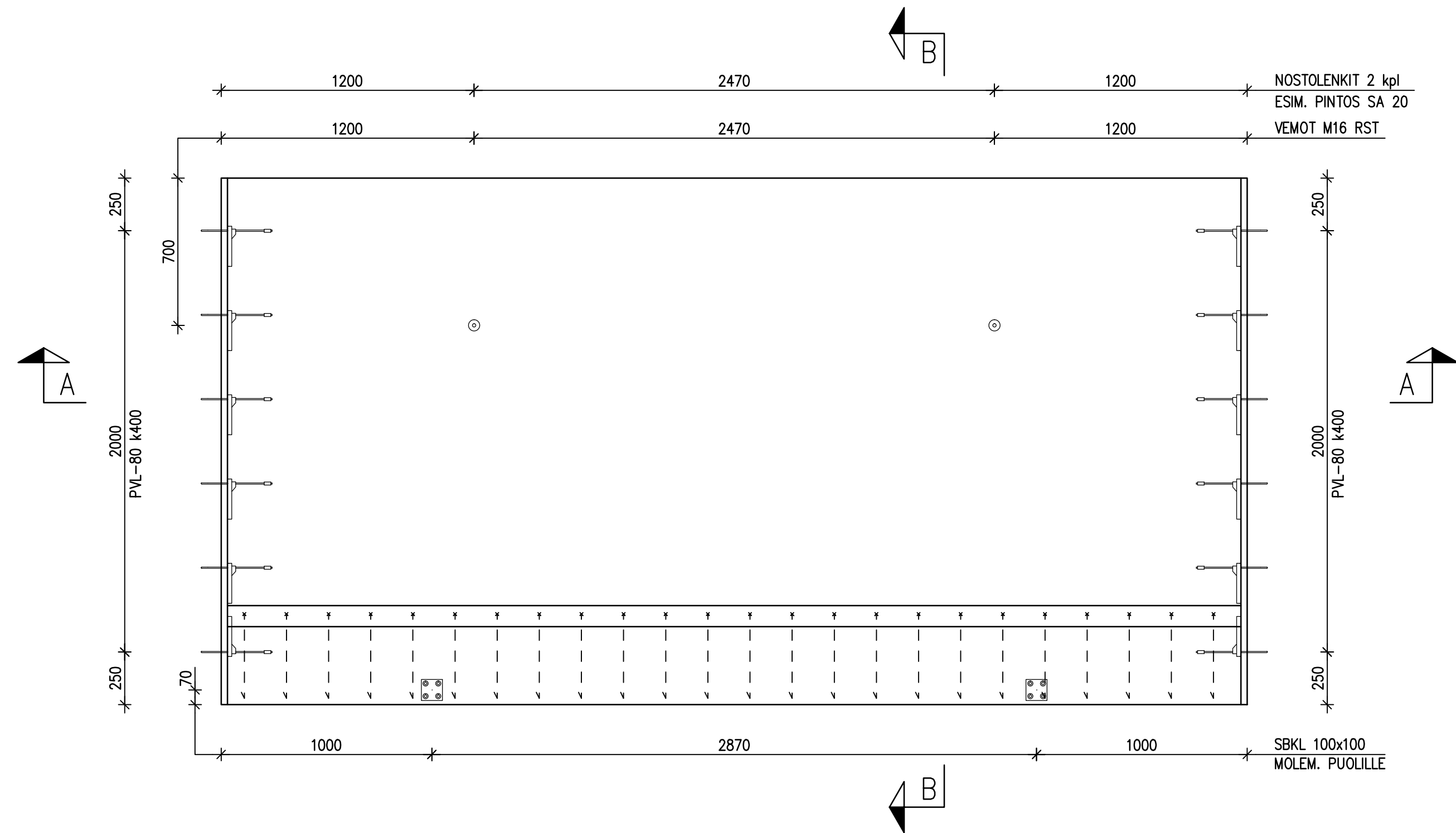
NOSTOLENKIT: RTT:n BET.ELEMENTTIEN NOSTOLENKIT JA -ANKKURIT -SUUNNITTELUOHJE NOSTORAKSIN NOSTOKULMA ENINTÄÄN 30°

ELEMENTIN PAINOPISTEAKSELI NOSTOSUUNNASSA SIJAITSEE MITOITETTUIJEN NOSTOLENKKIEN PUOLIVÄLISSÄ V = VIESTE (10x10) MERK. PAIKOISSA

VERKKOJEN JATKOKSET 2 SILMÄVÄLIÄ, PIELITERÄKSET JATKETAAN KULMISSA JP=500 (T10)

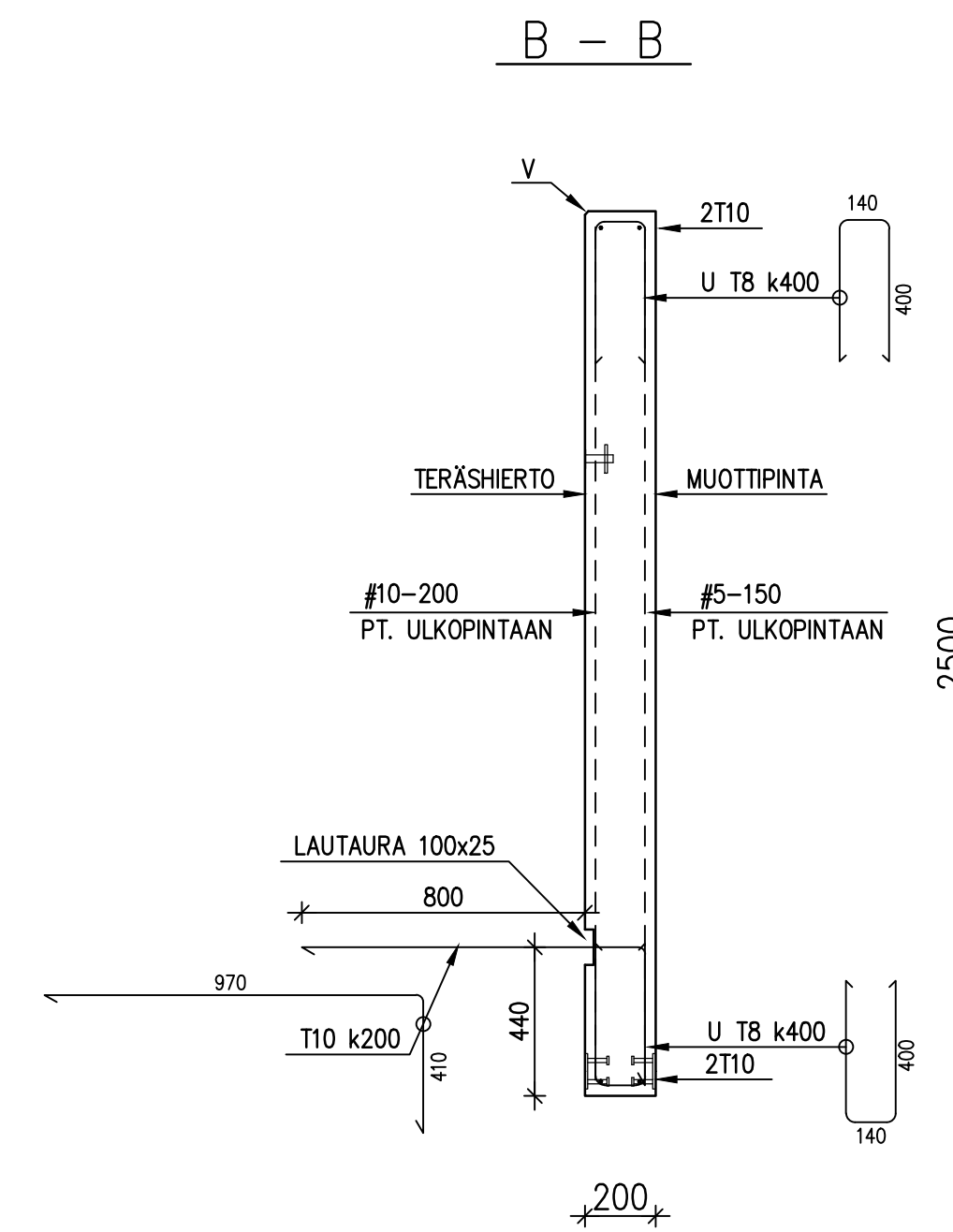
ELEMENTTI KATSOTTU TUNNUKSEN LUKUSUUNNASTA

Kaupunginosa	Korttelit/tila	Tontti/m <sup>2</sup>	Viranomaisten merkintä
VÄHÄ-SORVASTO	VÄLIMAA	1:31	
Rakennustoimenpide			Piirustuslaji
UUDISRAKENNUS			TYÖPIIRUSTUS
Rakennuskohde			Piirustuksen sisältö
HÄNNELE JA MARTTI MÄKITALO			S-1 SEINÄELEMENTTI
KRANINTIE 154			Mittakaavat
31500 KOSKI TL			1:20
01.05.2013	MIKKO MÄKITALO		



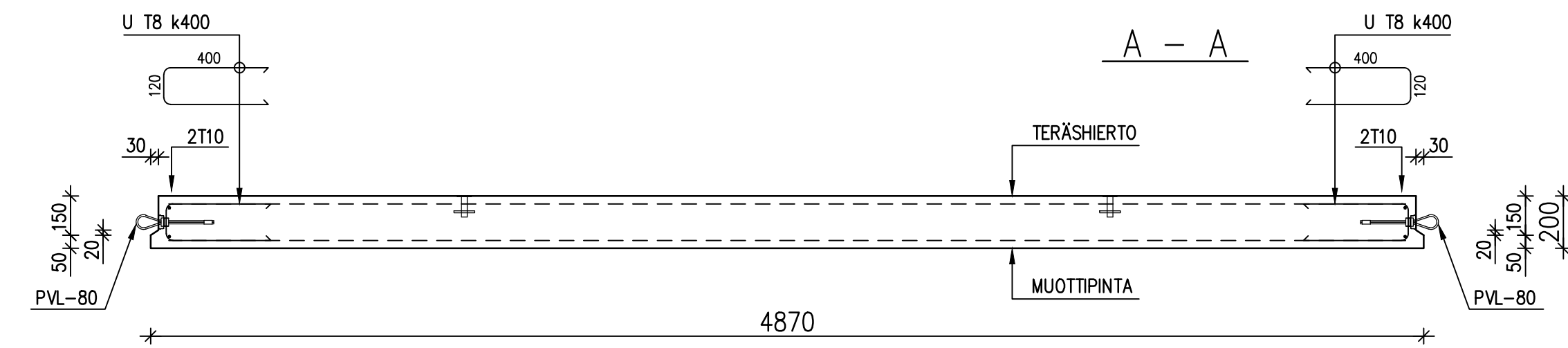
NOSTOLENKIT 2 kpl  
ESIM. PINTOS SA 20  
VEMOT M16 RST

SBKL 100x100  
MOLEM. PUOLILLE



B - B

200



A - A

U T8 k400

400

120

2T10

30

20

50

150

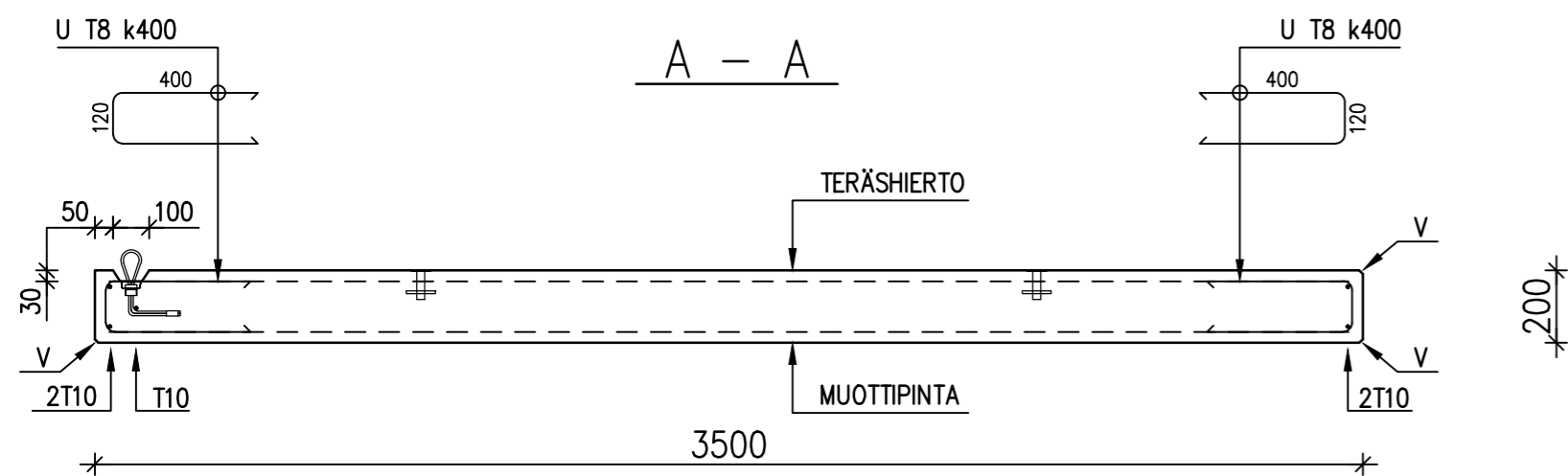
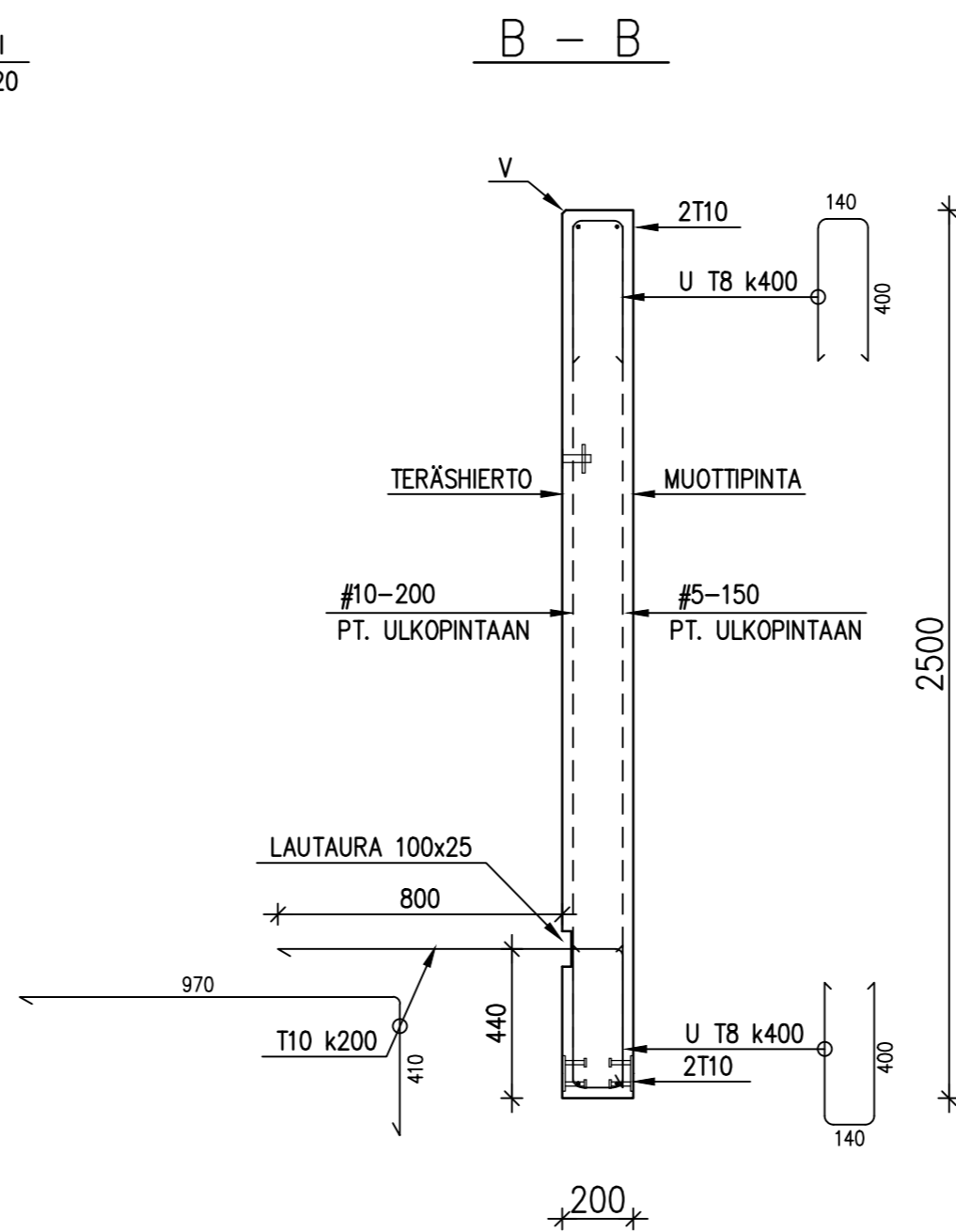
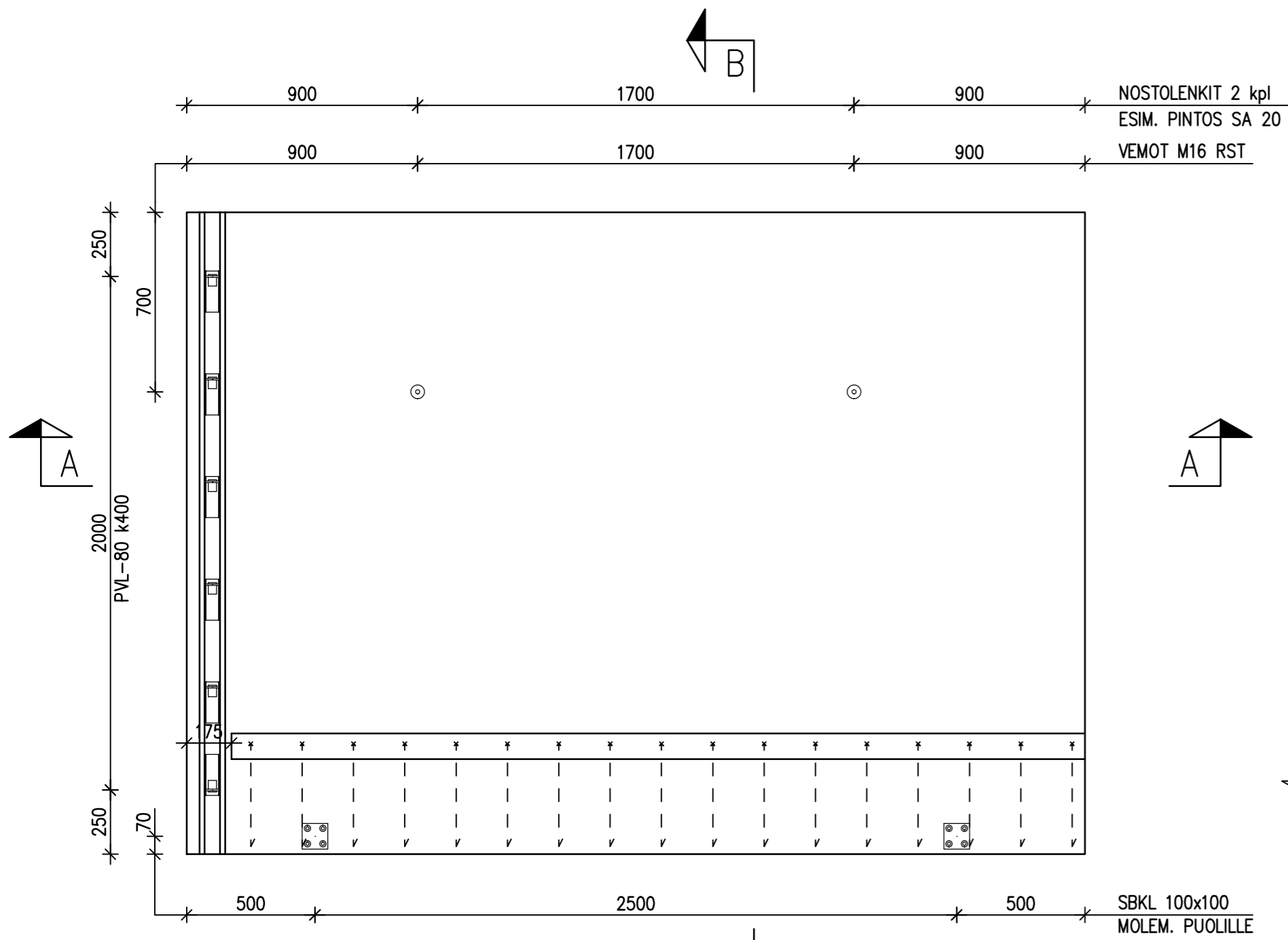
200

PVL-80

SUUNNITeltu KÄYTTÖIKÄ: 50 v	ELEMENTTEJÄ VALMISTETAAN YHTEENSÄ: 1 kpl
RASITUSLUOKKA: XC3, XF1	MITTATARKKUUS: BETONIELEM. TOLERANSSIT 2011, LUOKKA N
MAX.RAEKOKO: 16 mm	BETONIPINNAN LAATULUOKKA: A (BY40)
BETONI: C28/35 (K35)	PINTOJEN KÄSITTELY: MUO-A/THI-A
BETONIPEITTEEN NIMELLISARVO: 30 mm	MUOTISTAPURKULUJUUS: ≥ C16/20
TERÄSTEN BETONIPEITTEEN SALLITTU MITTAPOIKKEAMA: 10 mm	TILAVUUS: 2,44 m <sup>3</sup>
	ELEMENTIN PAINO: 61 kN

TERÄKSET: A500HW (T) = HARJATERÄKSET, B500K (#) = VERKOT,  
 NOSTOLENKIT: RTT:n BET.ELEMENTTIEN NOSTOLENKIT JA -ANKKURIT -SUUNNITTELUOHJE NOSTORAKSIN NOSTOKULMA ENINTÄÄN 30°  
 ELEMENTIN PAINOPISTEAKSELI NOSTOSUUNNASSA SIAITSEE MITOITETTUIJEN NOSTOLENKKIEN PUOLIVÄLISSÄ V = VIISTE (10x10) MERK. PAIKOISSA  
 VERKKOJEN JATKOKSET 2 SILMÄVÄLIÄ, PIELITERÄKSET JATKETAAN KULMISSA JP=500 (T10)  
 ELEMENTTI KATSOTTU TUNNUKSEN LUKUSUUNNASTA

Kaupunginosa VÄHÄ-SORVASTO	Korttelit/tila VÄLIMAA	Tontti/m <sup>2</sup> 1:31	Viranomaisten merkintä
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS			Piirustuslaji TYÖPIIRUSTUS
Rakennuskohde HÄNNELE JA MARTTI MÄKITALO KRANINTIE 154 31500 KOSKI TL			Piirustuksen sisältö S-2 SEINÄELEMENTTI
01.05.2013	MIKKO MÄKITALO		Juoks.no Mittakaavat 1:20



SUUNNITELTU KÄYTTÖIKÄ:	50 v	ELEMENTTEJÄ VALMISTETAAN YHTEENSÄ:	1 kpl
RASITUSLUOKKA:	XC3, XF1	MITTATARKKUUS:	BETONIELEM. TOLERANSSIT 2011, LUOKKA N
MAX.RAEKOKO:	16 mm	BETONIPINNAN LAATULUOKKA:	A (BY40)
BETONI:	C28/35(K35)	PINTOJEN KÄSITTELY:	MUO-A/THI-A
BETONIPEITTEEN NIMELLISARVO:	30 mm	MUOTISTAPURKULUJUUS:	≥ C16/20
TERÄSTEN BETONIPEITTEEN SALLITTU MITTAPOIKKEAMA:	10 mm	TILAVUUS:	1,75 m <sup>3</sup>
		ELEMENTIN PAINO:	44 kN

TERÄKSET: A500HW (T) = HARJATERÄKSET, B500K (#) = VERKOT,

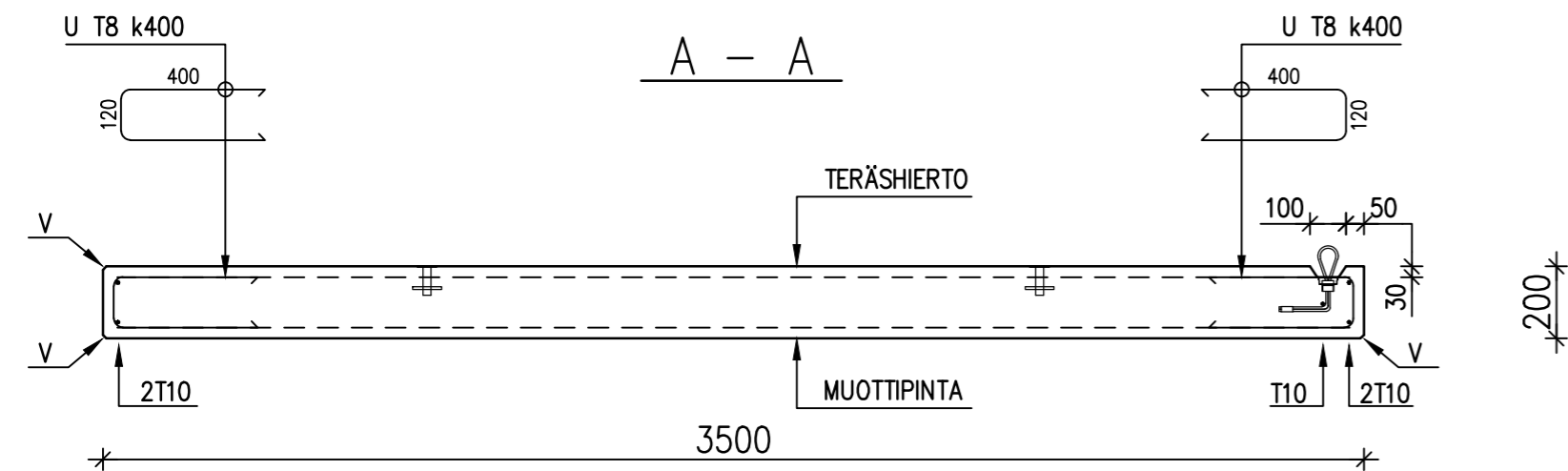
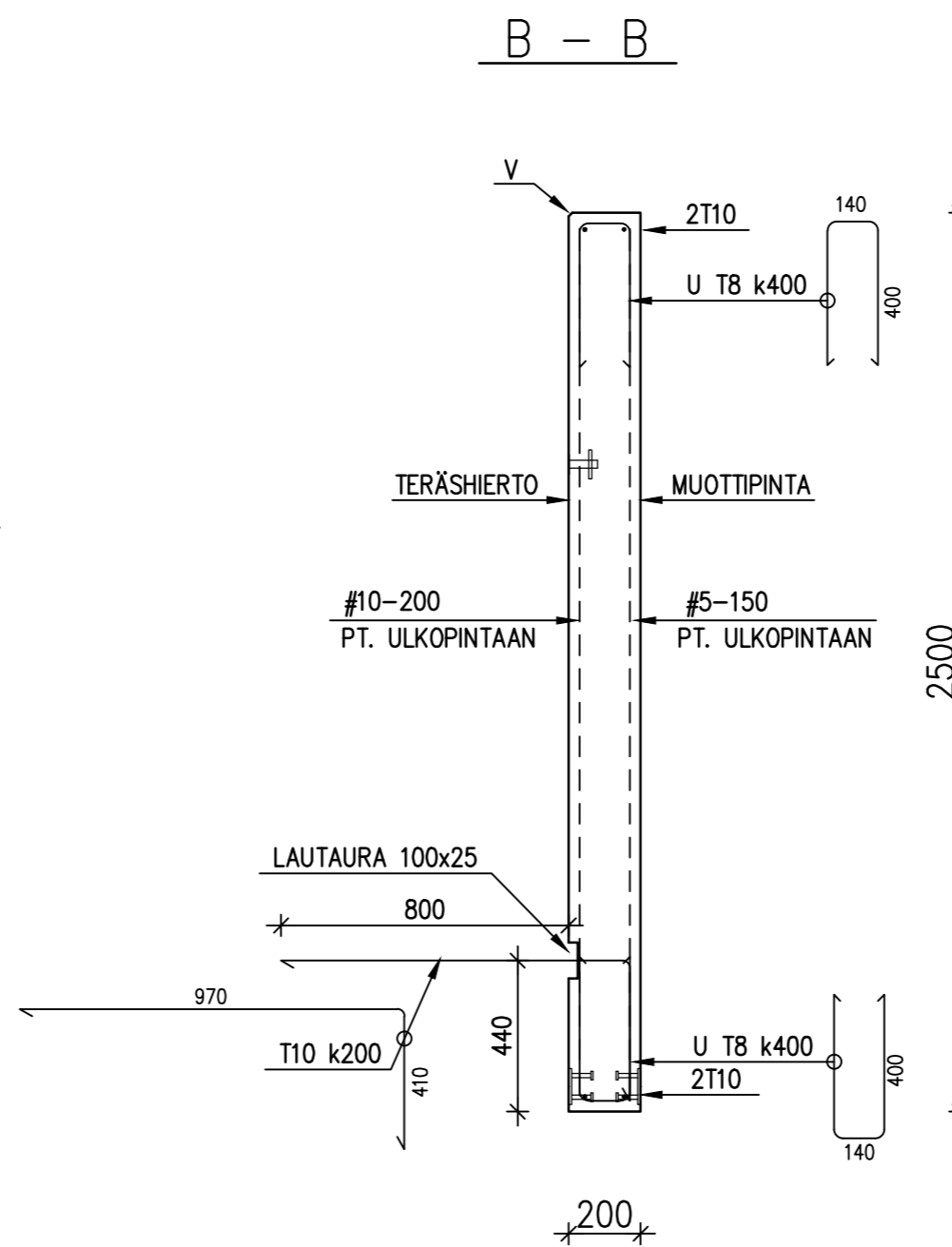
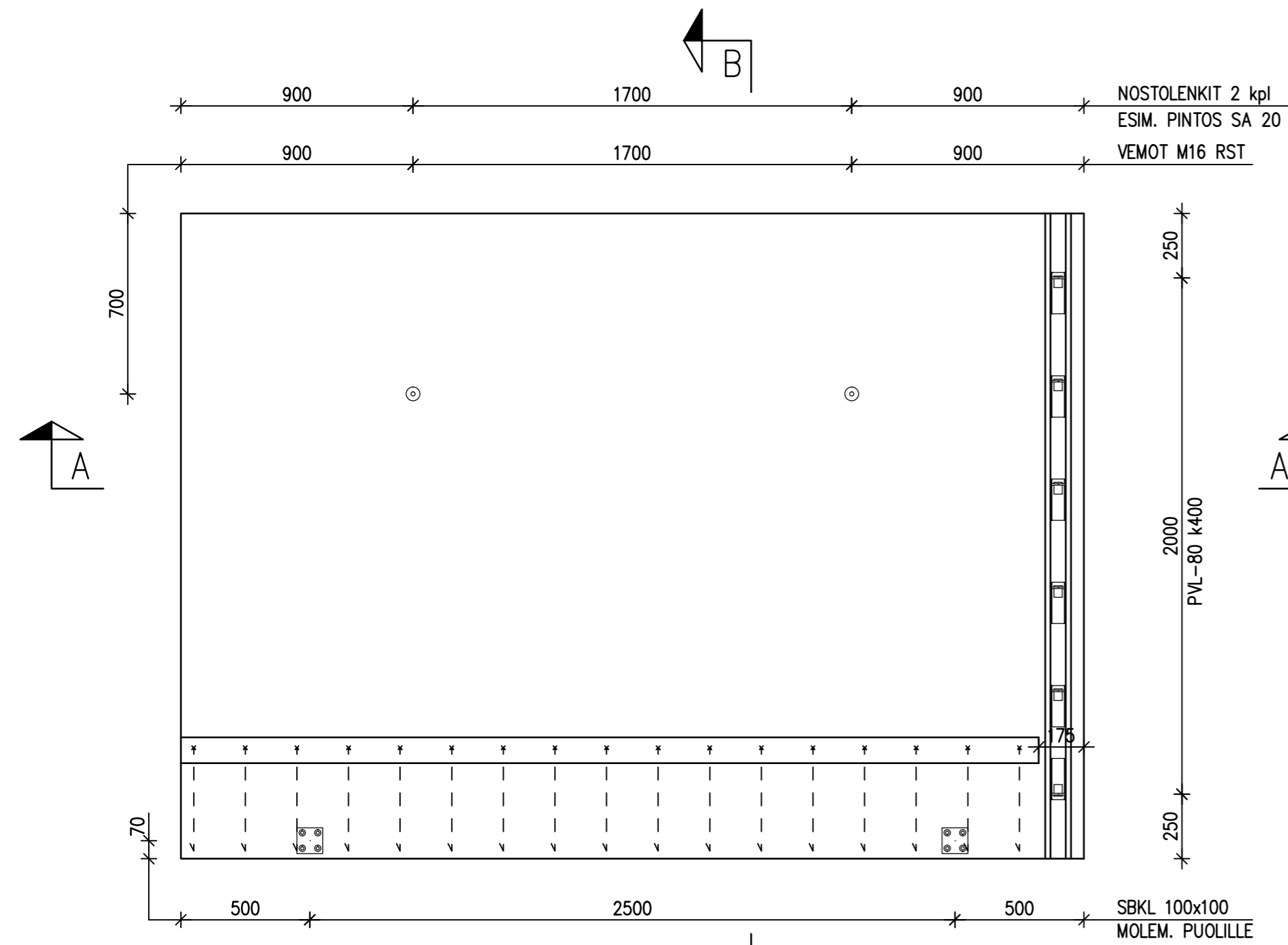
NOSTOLENKIT: RTT:n BET.ELEMENTTIEN NOSTOLENKIT JA -ANKKURIT -SUUNNITTELUOHJE NOSTORAKSIN NOSTOKULMA ENINTÄÄN 30°

ELEMENTIN PAINOPISTEAKSELI NOSTOSUUNNASSA SIJAITSEE MITOITETTUJEN NOSTOLENKKIEN PUOLIVÄLISSÄ V = VIESTE (10x10) MERK. PAIKOISSA

VERKKOJEN JATKOKSET 2 SILMÄVÄLIÄ, PIELITERÄKSET JATKETAAN KULMISSA JP=500 (T10)

ELEMENTTI KATSOTTU TUNNUKSEN LUKUSUUNNASTA

Kaupunginosa	Korttel/tila	Tontti/mo	Viranomaisten merkintöjä
VÄHÄ-SORVASTO	VÄLIMAA	1:31	
Rakennustoimenpide	TYÖPIIRUSTUS	Juoks.no	
UUDISRAKENNUS			
Rakennuskohde	Piirustuksen sisältö	Mittakaavat	
HÄNNELE JA MARTTI MÄKITALO	S-3 SEINÄELEMENTTI	1:20	
KRANINTIE 154			
31500 KOSKI TL			
01.05.2013	MIKKO MÄKITALO		



SUUNNITELTU KÄYTTÖIKÄ: 50 v	ELEMENTTEJÄ VALMISTETAAN YHTEENSÄ: 1 kpl
RASITUSLUOKKA: XC3, XF1	MITTATARKKUUS: BETONIELEM. TOLERANSSIT 2011, LUOKKA N
MAX.RAEKOKO: 16 mm	BETONIPINNAN LAATULUOKKA: A (BY40)
BETONI: C28/35(K35)	PINTOJEN KÄSITTELY: MUO-A/THI-A
BETONIPEITTEEN NIMELLISARVO: 30 mm	MUOTISTAPURKULUJUUS: ≥ C16/20
TERÄSTEN BETONIPEITTEEN SALLITTU MITTAPOIKKEAMA: 10 mm	TILAVUUS: 1,75 m <sup>3</sup>
	ELEMENTIN PAINO: 44 kN

TERÄKSET: A500HW (T) = HARJATERÄKSET, B500K (#) = VERKOT,

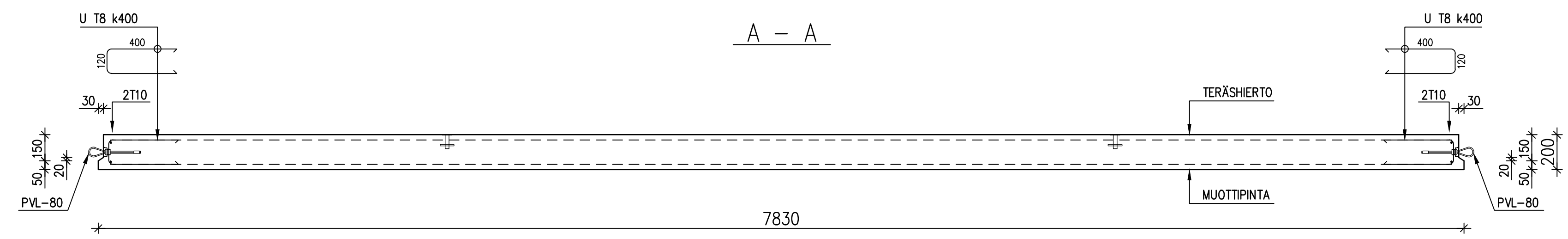
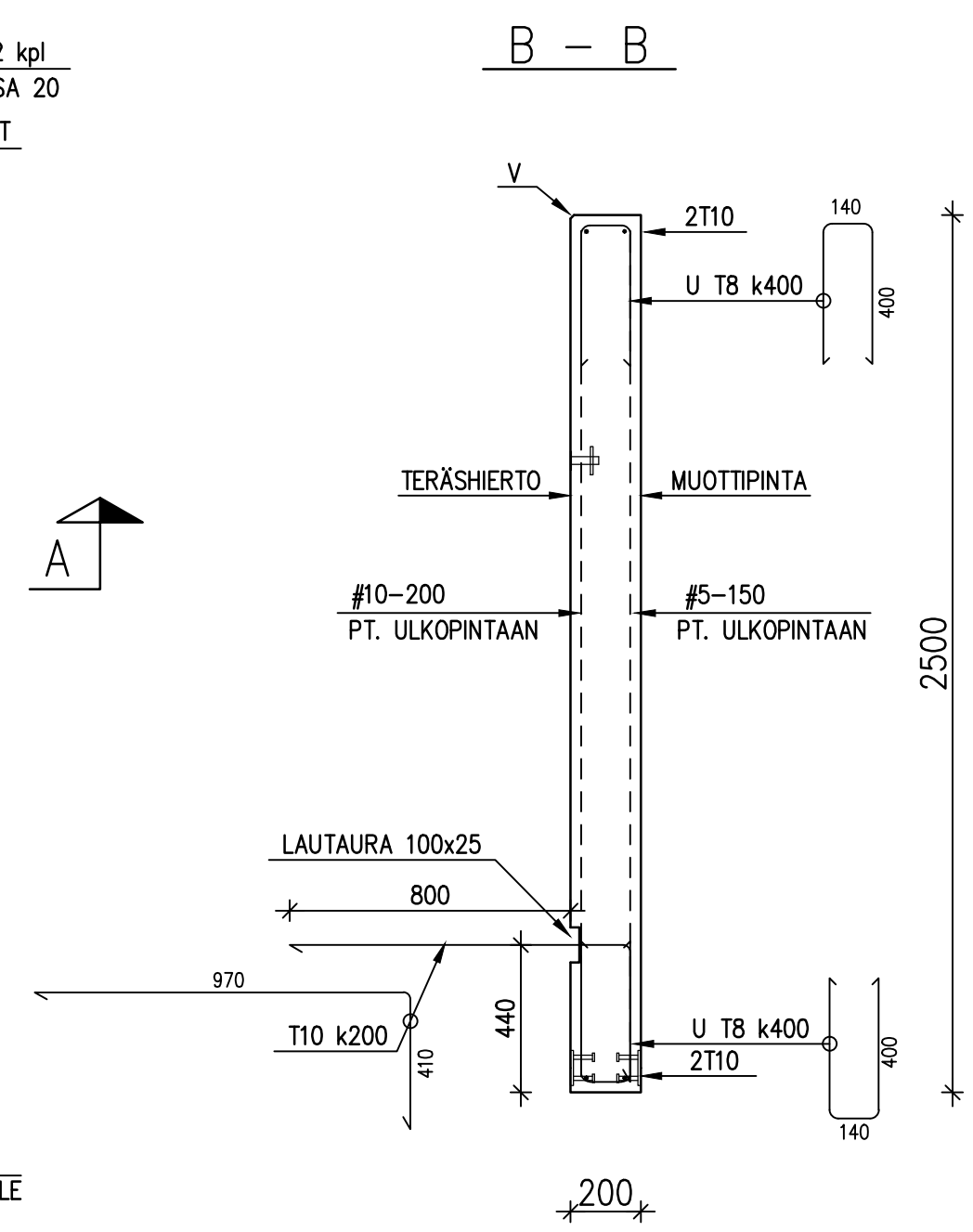
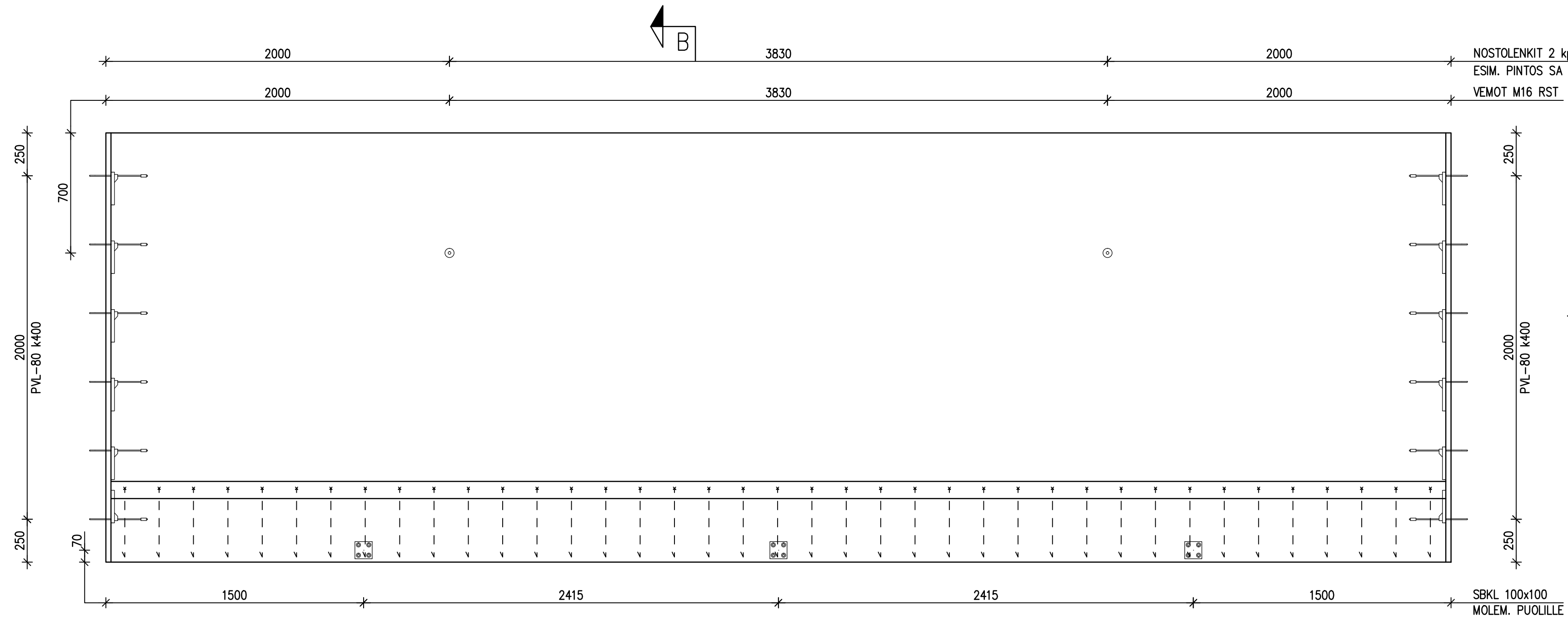
NOSTOLENKIT: RTT:n BET.ELEMENTTIEN NOSTOLENKIT JA -ANKKURIT -SUUNNITTELUOHJE NOSTORAKSIN NOSTOKULMA ENINTÄÄN 30°

ELEMENTIN PAINOPISTEAKSELI NOSTOSUUNNASSA SIJAITSEE MITOITETTUJEN NOSTOLENKKIEN PUOLIVÄLISSÄ V = VIISTE (10x10) MERK. PAIKOISSA

VERKKOJEN JATKOKSET 2 SILMÄVÄLIÄ, PIELITERÄKSET JATKETAAN KULMISSA JP=500 (T10)

ELEMENTTI KATSOTTU TUNNUKSEN LUKUSUUNNASTA

Kaupunginosa	Korttel/tila	Tontti/mo	Viranomaisten merkintöjä
VÄHÄ-SORVASTO	VÄLIMAA	1:31	
Rakennustoimenpide	TYÖPIIRUSTUS	Juoks.no	
UUDISRAKENNUS			
Rakennuskohde	Sisältö	Mittakaavat	
HÄNNELE JA MARTTI MÄKITALO	S-4 SEINÄELEMENTTI	1:20	
KRANINTIE 154			
31500 KOSKI TL			
01.05.2013	MIKKO MÄKITALO		

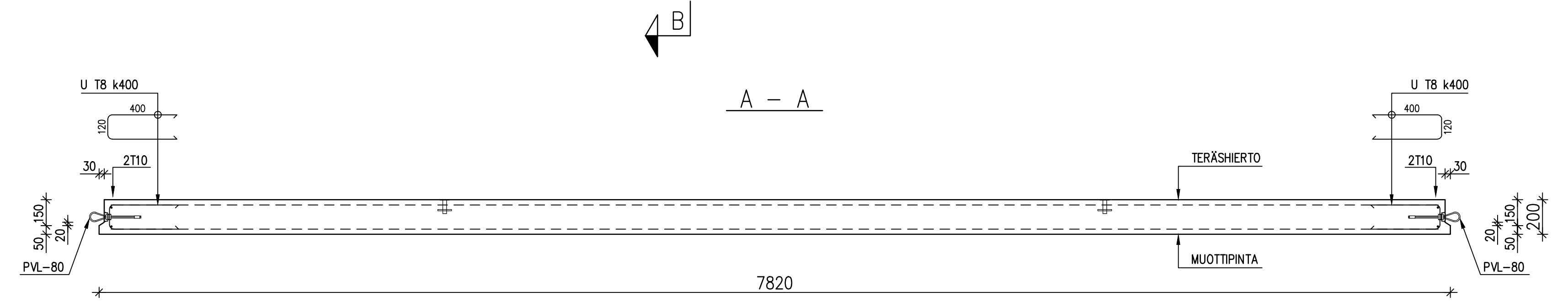
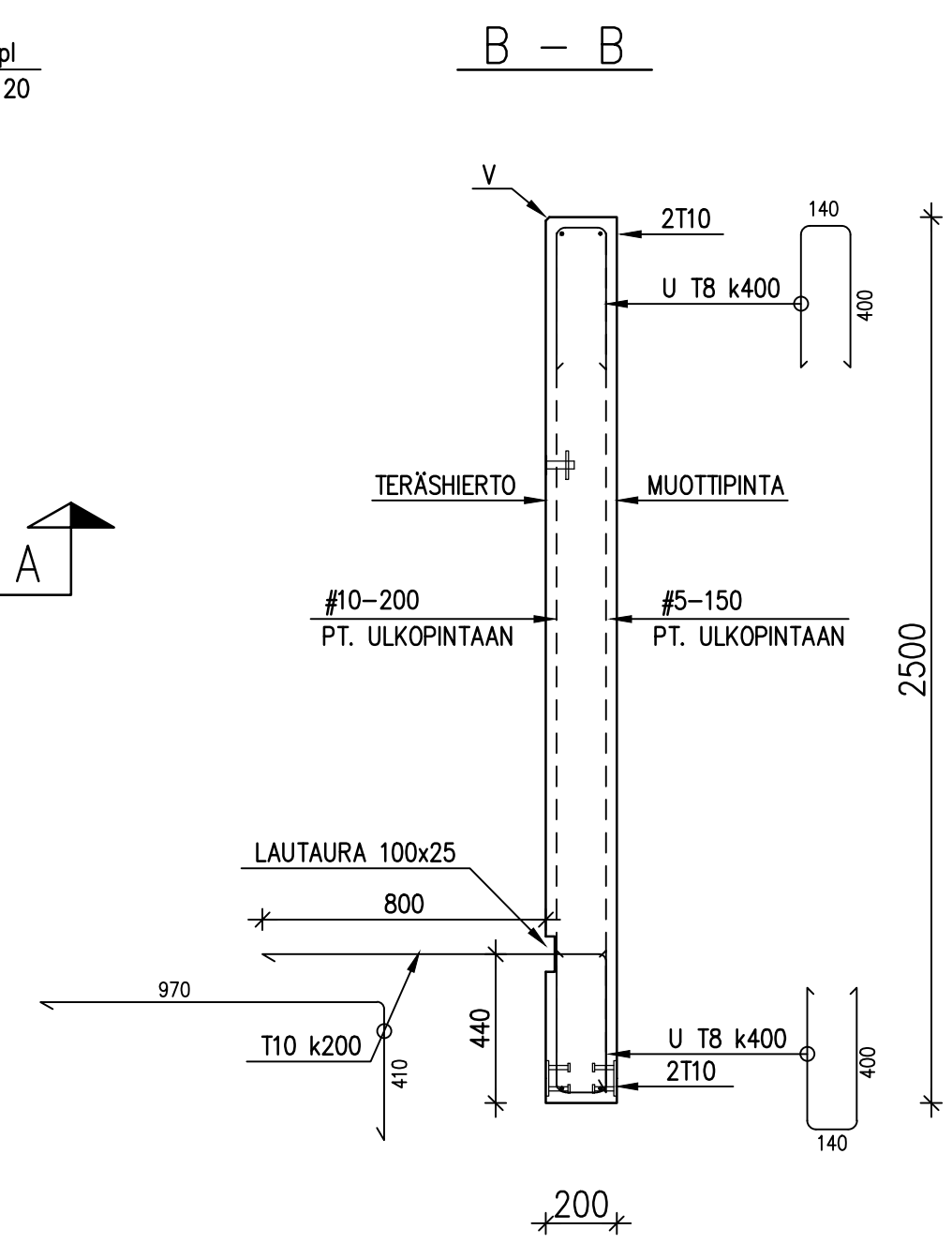
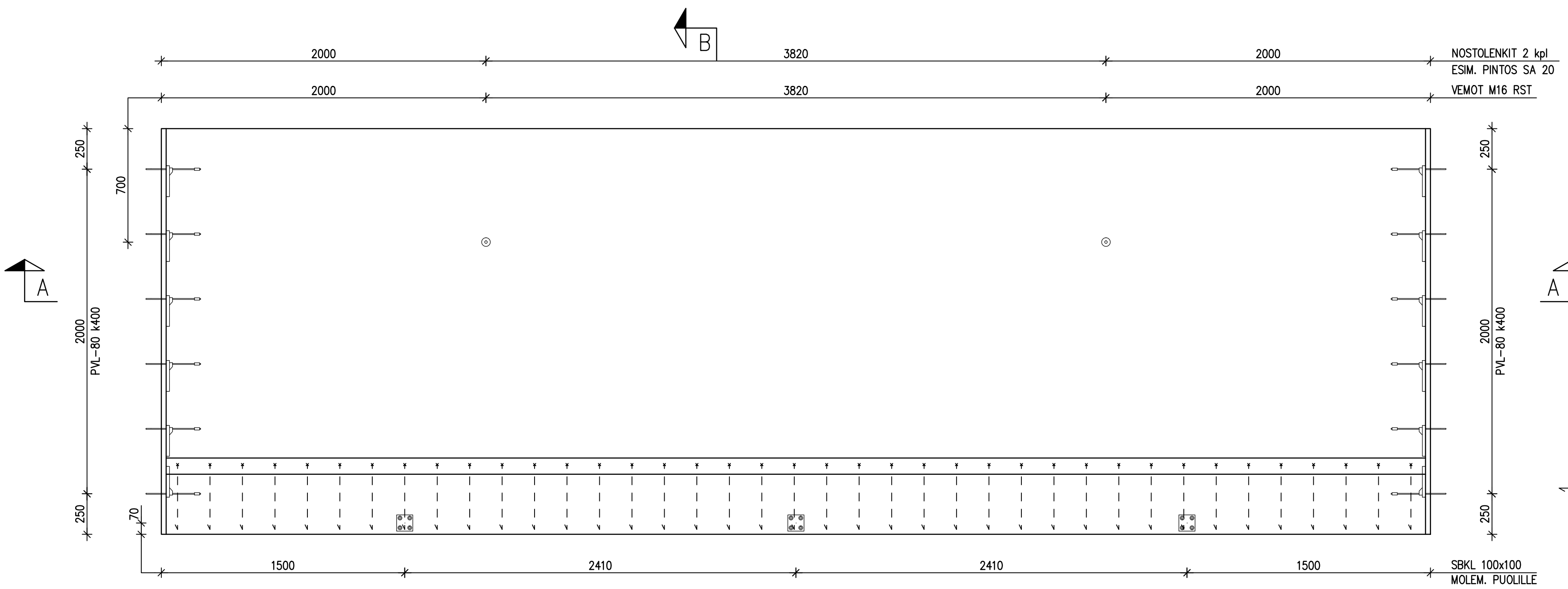


SUUNNITELTU KÄYTTÖIKÄ: 50 v	ELEMENTTEJÄ VALMISTETAAN YHTEENSÄ: 2 kpl
RASITUSLUOKKA: XC3, XF1	MITTATARKKUUS: BETONIELEM. TOLERANSSIT 2011, LUOKKA N
MAX.RAEKOKO: 16 mm	BETONIPINNAN LAATULUOKKA: A (BY40)
BETONI: C28/35 (K35)	PINTOJEN KÄSITTELY: MUO-A/THI-A
BETONIPEITTEEN NIMELLISARVO: 30 mm	MUOTISTAPURKULUJUUS: ≥ C16/20
TERÄSTEN BETONIPEITTEEN SALLITTU MITTAPOIKKEAMA: 10 mm	TILAVUUS: 3,92 m <sup>3</sup>
	ELEMENTIN PAINO: 98 kN

TERÄKSET: A500HW (T) = HARJATERÄKSET, B500K (#) = VERKOT,  
 NOSTOLENKIT: RTT:n BET.ELEMENTTIEN NOSTOLENKIT JA -ANKKURIT -SUUNNITTELUOHJE NOSTORAKSIN NOSTOKULMA ENINTÄÄN 30°  
 ELEMENTIN PAINOPISTEAKSELI NOSTOSUUNNASSA SIJAITSEE MITOITETTUIJEN NOSTOLENKKIEN PUOLIVÄLISSÄ V = VIISTE (10x10) MERK. PAIKOISSA  
 VERKKOJEN JATKOKSET 2 SILMÄVÄLIÄ, PIELITERÄKSET JATKETAAN KULMISSA JP=500 (T10)  
 ELEMENTTI KATSOTTU TUNNUKSEN LUKUSUUNNASTA

Kaupunginosa	Korttelit/tila	Tontti/mo	Viranomaisten merkintä
VÄHÄ-SORVASTO	VÄLIMAA	1:31	
Rakennustoimenpide	UUDISRAKENNUS		Piirustuslaji TYÖPIIRUSTUS
Rakennuskohde	HANNELE JA MARTTI MÄKITALO		Piirustuksen sisältö S-5 SEINÄELEMENTTI
	KRANINTIE 154		Mittakaavat 1:20
	31500 KOSKI TL		
01.05.2013	MIKKO MÄKITALO		

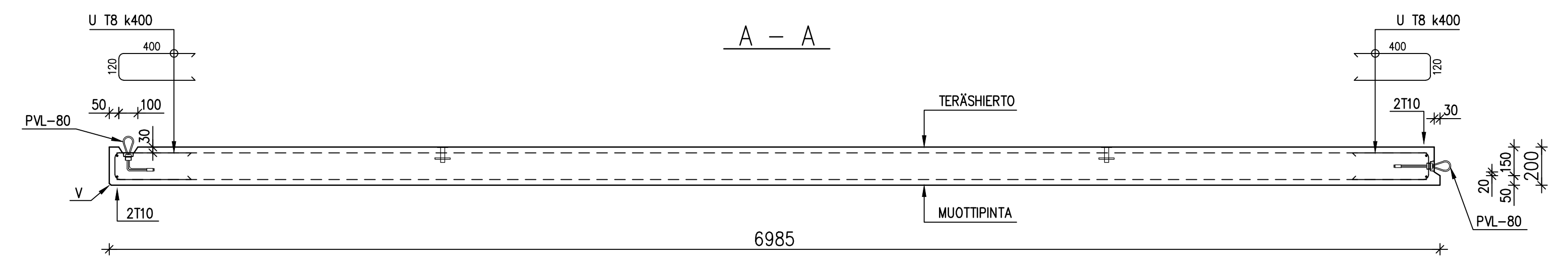
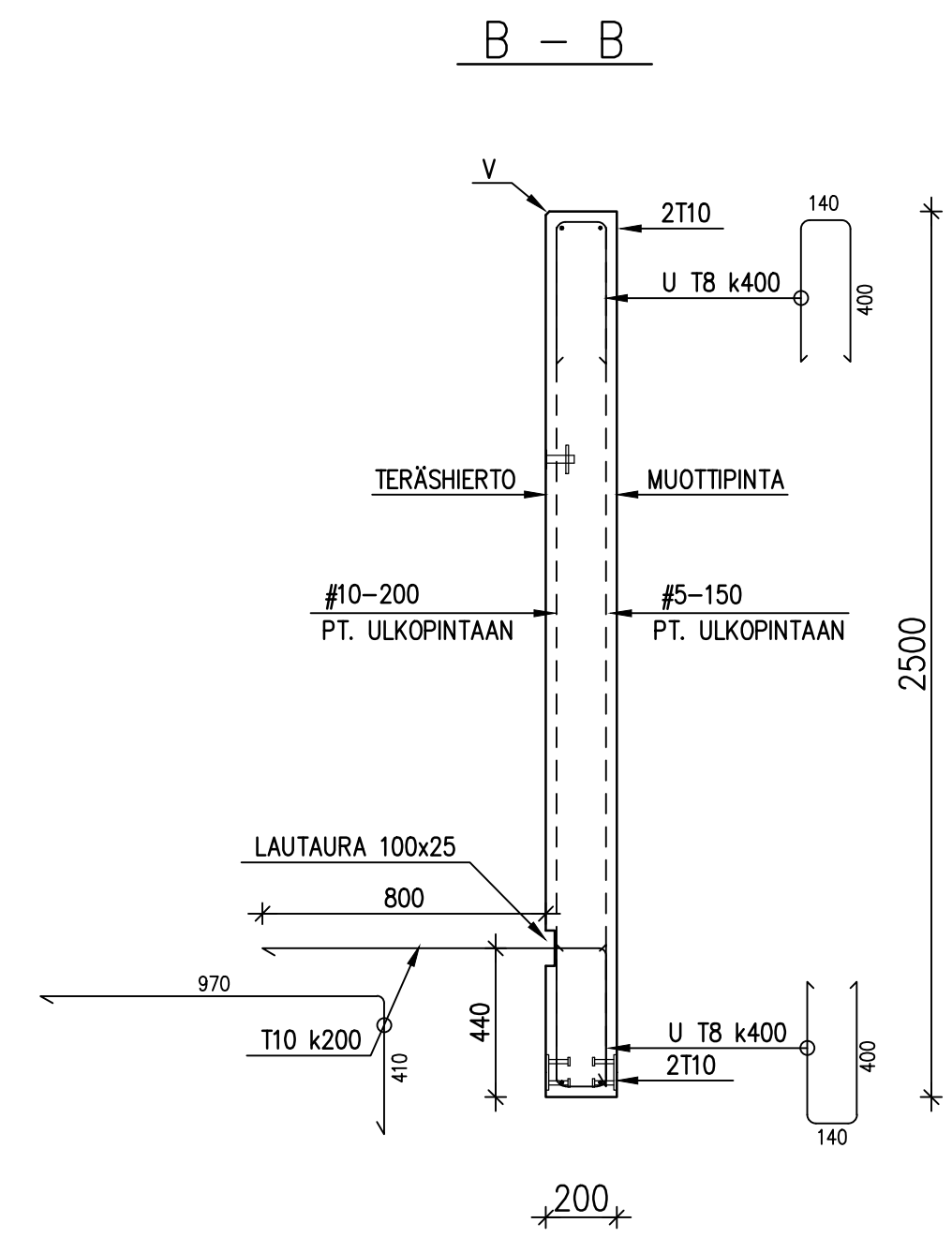
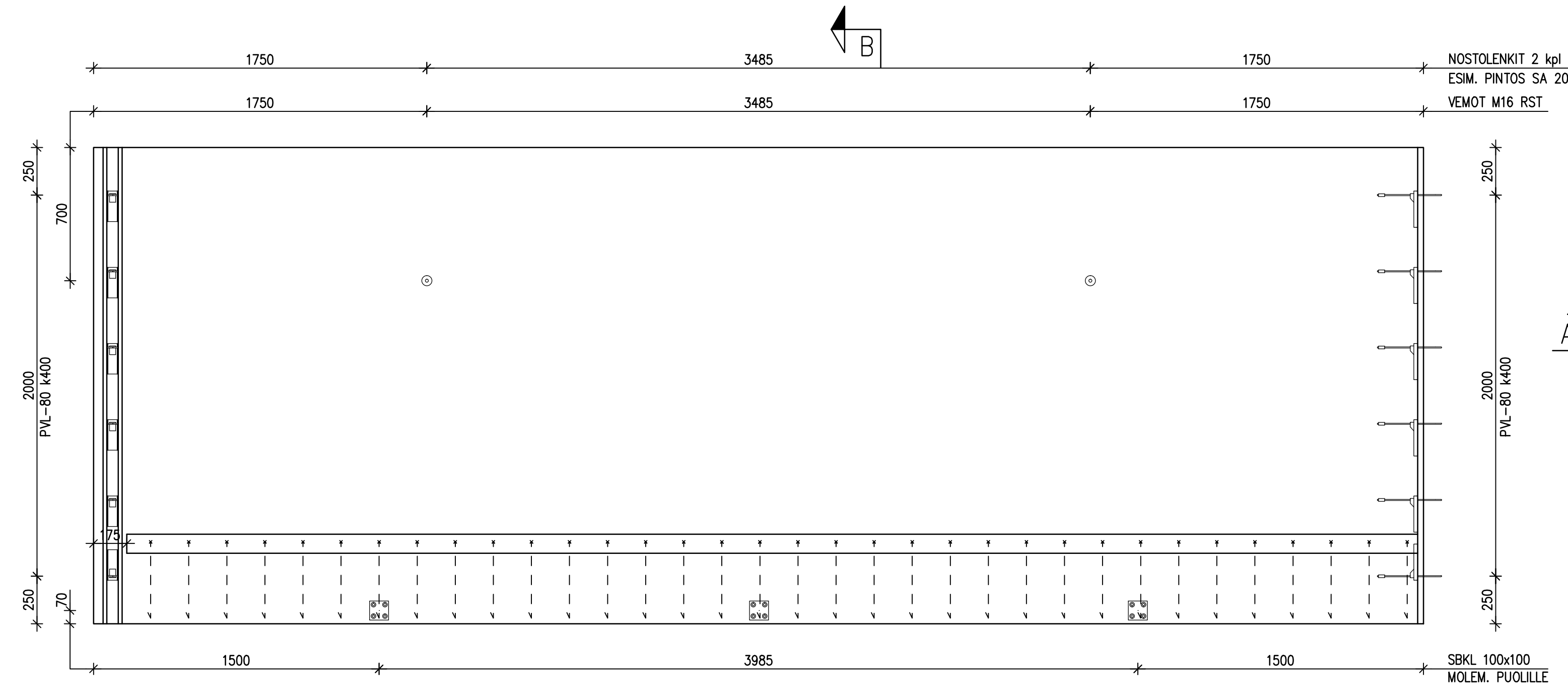




SUUNNITeltu KÄYTTÖIKÄ: 50 v	ELEMENTTEJÄ VALMISTETAAN YHTEENSÄ: 1 kpl
RASITUSLUOKKA: XC3, XF1	MITTATARKKUUS: BETONIELEM. TOLERANSSIT 2011, LUOKKA N
MAX.RAEKOKO: 16 mm	BETONIPINNAN LAATULUOKKA: A (BY40)
BETONI: C28/35 (K35)	PINTOJEN KÄSITELY: MUO-A/THI-A
BETONIPEITTEEN NIMELLISARVO: 30 mm	MUOTISTAPURKULUJUUS: ≥ C16/20
TERÄSTEN BETONIPEITTEEN SALLITTU MITTAPOIKKEAMA: 10 mm	TILAVUUS: 3,91 m <sup>3</sup>
	ELEMENTIN PAINO: 98 kN

TERÄKSET: A500HW (T) = HARJATERÄKSET, B500K (#) = VERKOT,  
 NOSTOLENKIT: RTT:n BET.ELEMENTTIEN NOSTOLENKIT JA -ANKKURIT -SUUNNITTELUOHJE NOSTORAKSIN NOSTOKULMA ENINTÄÄN 30°  
 ELEMENTIN PAINOPISTEAKSELI NOSTOSUUNNASSA SIAITSEE MITOITETTUIJEN NOSTOLENKKIEN PUOLIVÄLISÄ V = VIISTE (10x10) MERK. PAIKOISSA  
 VERKKOJEN JATKOKSET 2 SILMÄVÄLIÄ, PIELITERÄKSET JATKETAAN KULMISSA JP=500 (T10)  
 ELEMENTTI KATSOTTU TUNNUKSEN LUKUSUUNNASTA

Kaupunginosa	Korttelit/tila	Tontti/mo	Viranomaisten merkintä
VÄHÄ-SORVASTO	VÄLIMAA	1:31	
Rakennustoimenpide	UUDISRAKENNUS		Piirustuslaji TYÖPIIRUSTUS
Rakennuskohde	HANNELE JA MARTTI MÄKITALO		Piirustuksen sisältö S-6 SEINÄELEMENTTI
	KRANINTIE 154		Mittakaavat 1:20
	31500 KOSKI TL		
01.05.2013	MIKKO MÄKITALO		



SUUNNITeltu KÄYTTÖIKÄ: 50 v	ELEMENTTEJÄ VALMISTETAAN YHTEENSÄ: 1 kpl
RASITUSLUOKKA: XC3, XF1	MITTATARKKUUS: BETONIELEM. TOLERANSSIT 2011, LUOKKA N
MAX.RAEKOKO: 16 mm	BETONIPINNAN LAATULUOKKA: A (BY40)
BETONI: C28/35 (K35)	PINTOJEN KÄSITELY: MUO-A/THI-A
BETONIPEITTEEN NIMELLISARVO: 30 mm	MUOTISTAPURKULUJUUS: ≥ C16/20
TERÄSTEN BETONIPEITTEEN SALLITTU MITTAPOIKKEAMA: 10 mm	TILAVUUS: 3,49 m <sup>3</sup>
	ELEMENTIN PAINO: 88 kN

TERÄKSET: A500HW (T) = HARJATERÄKSET, B500K (#) = VERKOT,

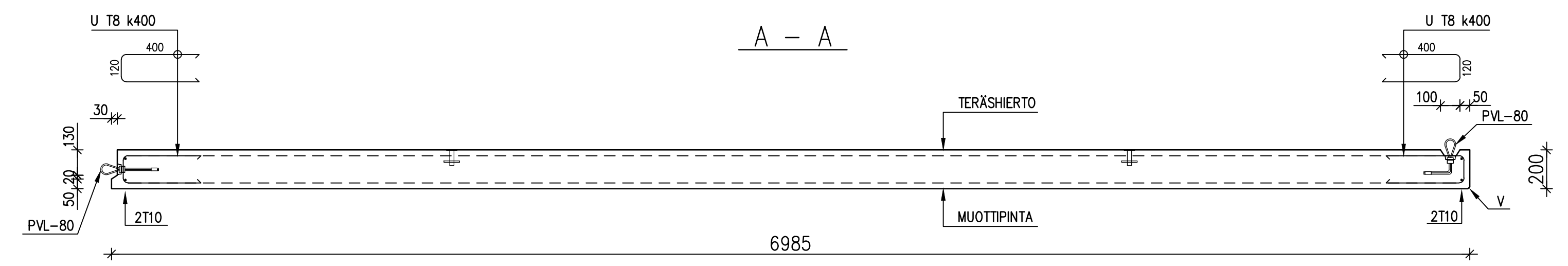
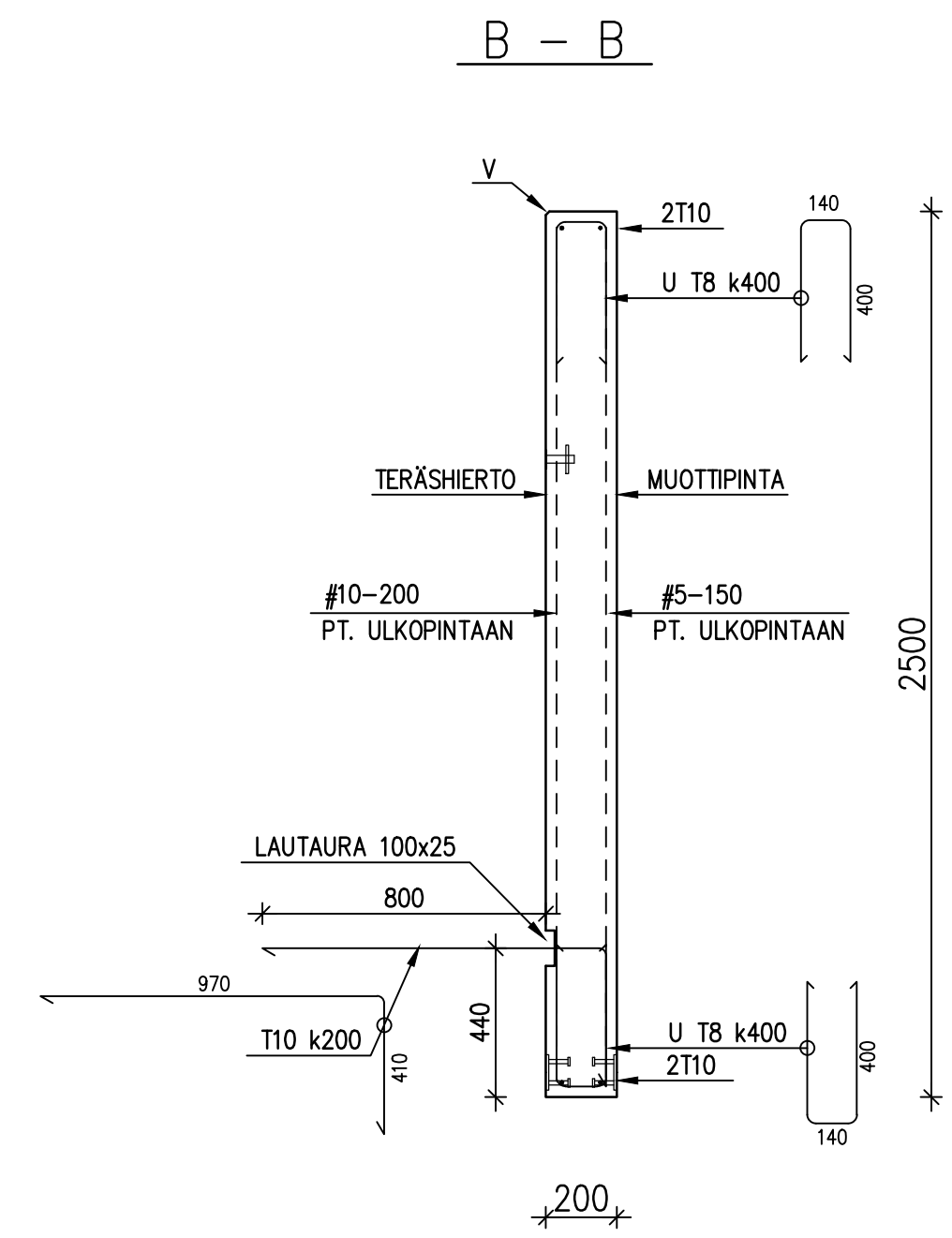
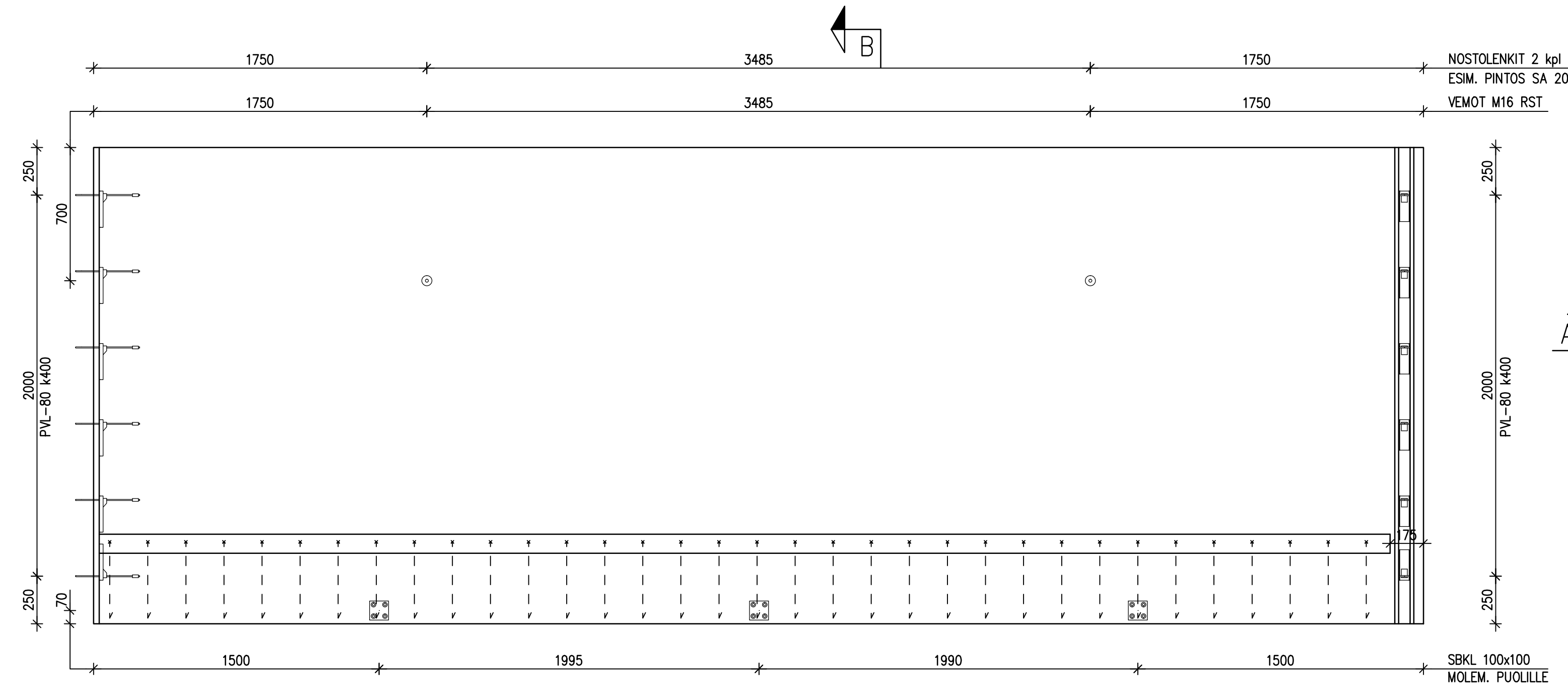
NOSTOLENKIT: RTT:n BET.ELEMENTTIEN NOSTOLENKIT JA -ANKKURIT -SUUNNITTELUOHJE NOSTORAKSIN NOSTOKULMA ENINTÄÄN 30°

ELEMENTIN PAINOPISTEAKSELI NOSTOSUUNNASSA SIAITSEE MITOITETTUIJEN NOSTOLENKKIEN PUOLIVÄLISSÄ V = VIISTE (10x10) MERK. PAIKOISSA

VERKKOJEN JATKOKSET 2 SILMÄVÄLIÄ, PIELITERÄKSET JATKETAAN KULMISSA JP=500 (T10)

ELEMENTTI KATSOTTU TUNNUKSEN LUKUSUUNNASTA

Kaupunginosa	Korttelit/tila	Tonni/m <sup>2</sup>	Viranomaisten merkintä
VÄHÄ-SORVASTO	VÄLIMAA	1:31	
Rakennustoimenpide	UUDISRAKENNUS		Piirustuslaji TYÖPIIRUSTUS
Rakennuskohde	HÄNNELE JA MARTTI MÄKITALO		Piirustuksen sisältö S-7 SEINÄELEMENTTI
	KRANINTIE 154		Mittakaavat 1:20
	31500 KOSKI TL		
01.05.2013	MIKKO MÄKITALO		



SUUNNITeltu KÄYTTÖIKÄ: 50 v	ELEMENTTEJÄ VALMISTETAAN YHTEENSÄ: 1 kpl
RASITUSLUOKKA: XC3, XF1	MITTATARKKUUS: BETONIELEM. TOLERANSSIT 2011, LUOKKA N
MAX.RAEKOKO: 16 mm	BETONIPINNAN LAATULUOKKA: A (BY40)
BETONI: C28/35 (K35)	PINTOJEN KÄSITELY: MUO-A/THI-A
BETONIPEITTEEN NIMELLISARVO: 30 mm	MUOTISTAPURKULUJUUS: ≥ C16/20
TERÄSTEN BETONIPEITTEEN SALLITTU MITTAPOIKKEAMA: 10 mm	TILAVUUS: 3,49 m <sup>3</sup>
	ELEMENTIN PAINO: 88 kN

TERÄKSET: A500HW (T) = HARJATERÄKSET, B500K (#) = VERKOT,

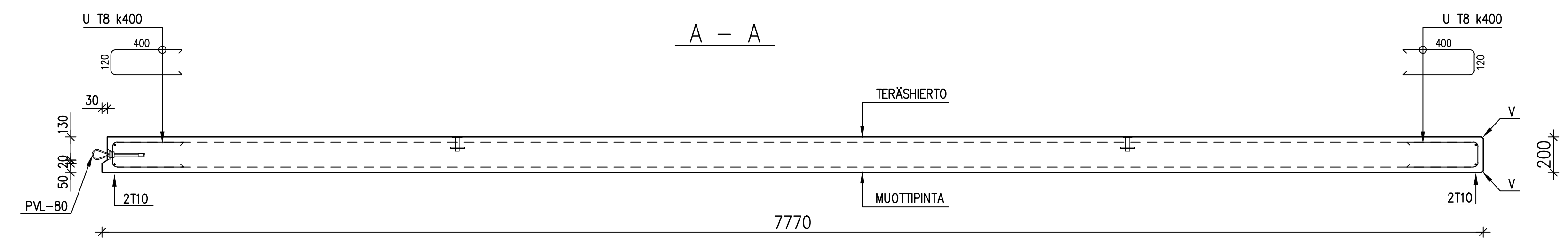
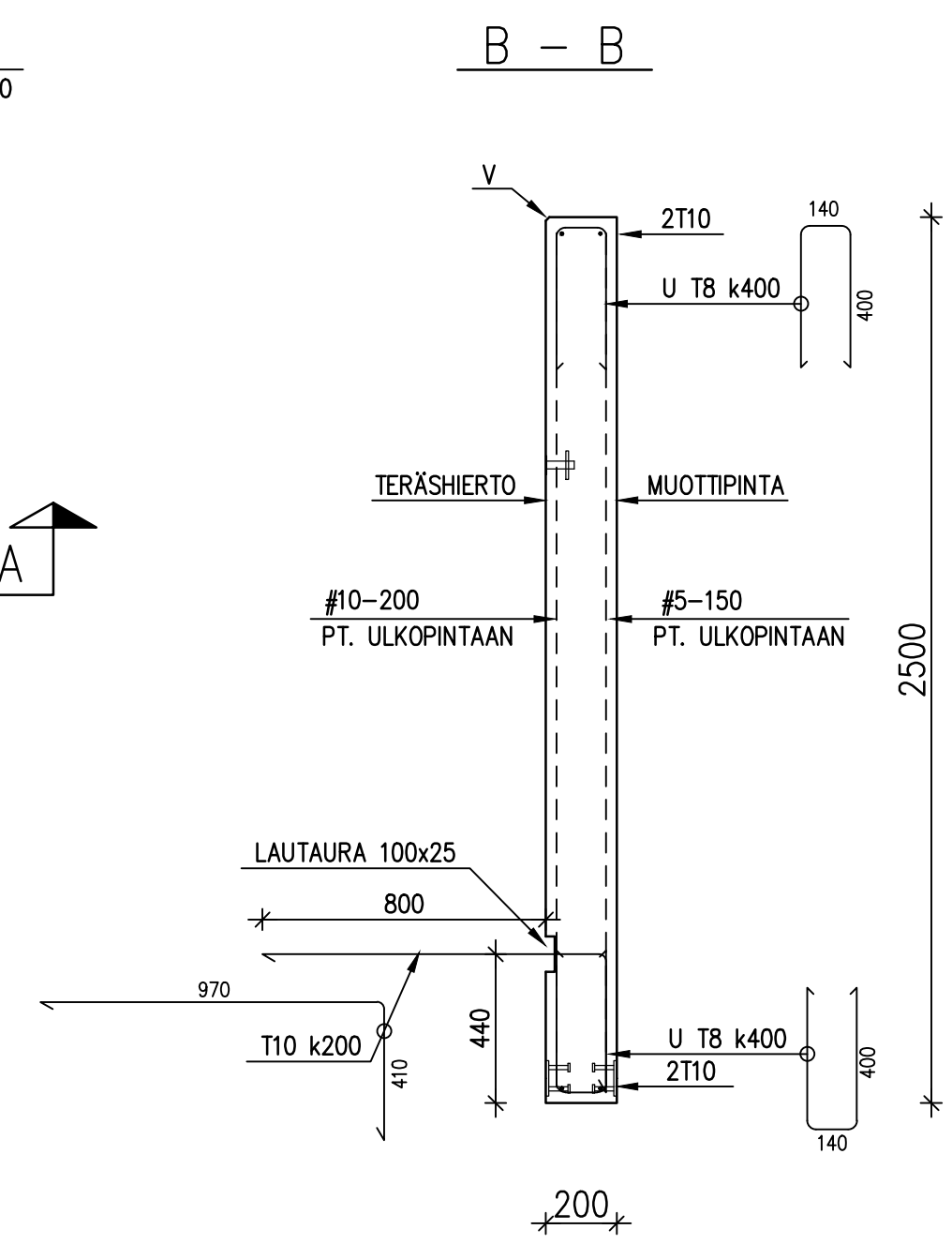
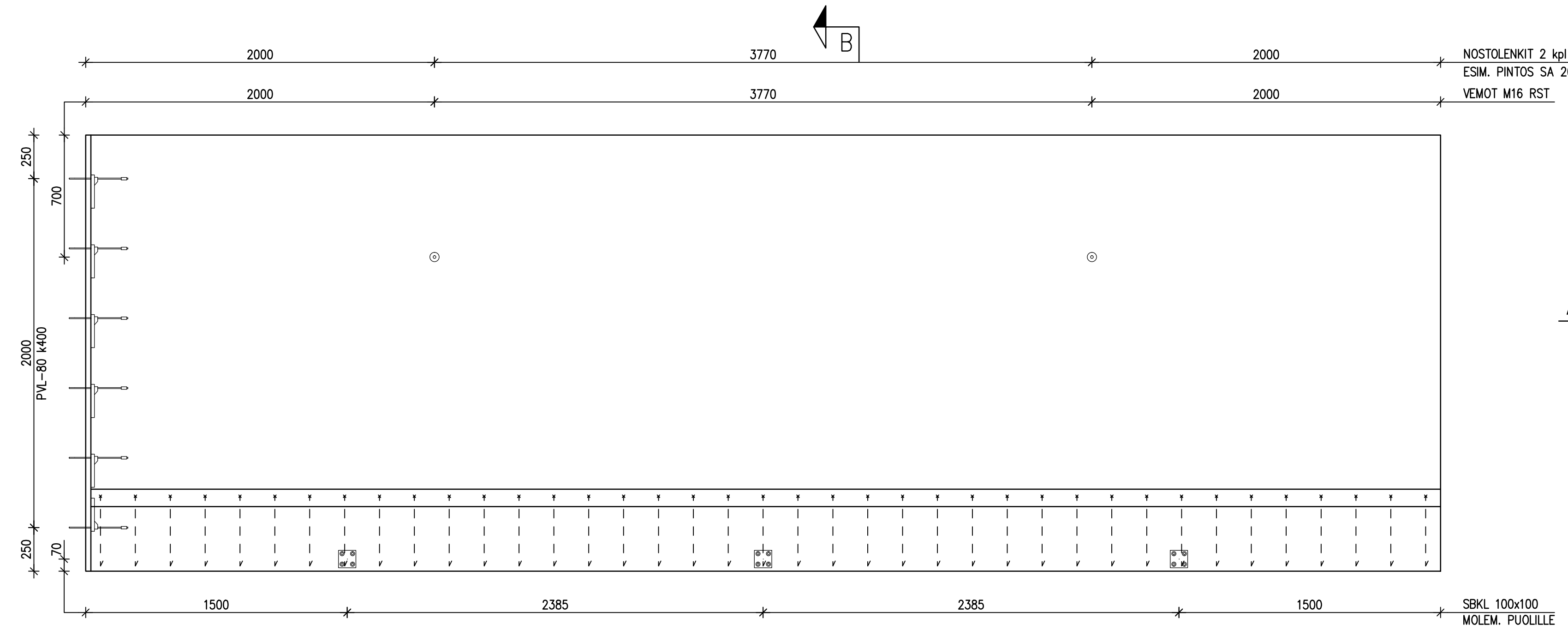
NOSTOLENKIT: RTT:n BET.ELEMENTTIEN NOSTOLENKIT JA -ANKKURIT -SUUNNITTELUOHJE NOSTORAKSIN NOSTOKULMA ENINTÄÄN 30°

ELEMENTIN PAINOPISTEAKSELI NOSTOSUUNNASSA SIJAITSEE MITOITETTUIJEN NOSTOLENKKIEN PUOLIVÄLISÄ V = VIISTE (10x10) MERK. PAIKOISSA

VERKKOJEN JATKOKSET 2 SILMÄVÄLIÄ, PIELITERÄKSET JATKETAAN KULMISSA JP=500 (T10)

ELEMENTTI KATSOTTU TUNNUKSEN LUKUSUUNNASTA

Kaupunginosa VÄHÄ-SORVASTO	Korttelit/tila VÄLIMAA	Tontti/nro 1:31	Viranomaisten merkintä
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS	Pirustuslaji TYÖPIIRUSTUS		Juoks.no
Rakennuskohde HANNELE JA MARTTI MÄKITALO KRANINTIE 154 31500 KOSKI TL	Pirustuksen sisältö S-8 SEINÄELEMENTTI		Mittakaavat 1:20
01.05.2013 MIKKO MÄKITALO			



SUUNNITeltu KÄYTTÖIKÄ: 50 v	ELEMENTTEJÄ VALMISTETAAN YHTEENSÄ: 1 kpl
RASITUSLUOKKA: XC3, XF1	MITTATARKKUUS: BETONIELEM. TOLERANSSIT 2011, LUOKKA N
MAX.RAEKOKO: 16 mm	BETONIPINNAN LAATULUOKKA: A (BY40)
BETONI: C28/35 (K35)	PINTOJEN KÄSITELY: MUO-A/THI-A
BETONIPEITTEEN NIMELLISARVO: 30 mm	MUOTISTAPURKULUJUUS: ≥ C16/20
TERÄSTEN BETONIPEITTEEN SALLITTU MITTAPOIKKEAMA: 10 mm	TILAVUUS: 3,89 m <sup>3</sup>
	ELEMENTIN PAINO: 98 kN

TERÄKSET: A500HW (T) = HARJATERÄKSET, B500K (#) = VERKOT,  
 NOSTOLENKIT: RTT:n BET.ELEMENTTIEN NOSTOLENKIT JA -ANKKURIT -SUUNNITTELUOHJE NOSTORAKSIN NOSTOKULMA ENINTÄÄN 30°  
 ELEMENTIN PAINOPISTEAKSELI NOSTOSUUNNASSA SIJAITSEE MITOITETTUIJEN NOSTOLENKKIEN PUOLIVÄLISSÄ V = VIESTE (10x10) MERK. PAIKOISSA  
 VERKKOJEN JATKOKSET 2 SILMÄVÄLIÄ, PIELITERÄKSET JATKETAAN KULMISSA JP=500 (T10)  
 ELEMENTTI KATSOTTU TUNNUKSEN LUKUSUUNNASTA

Kaupunginosa	Korttelit/tila	Tontti/mo	Viranomaisten merkintä
VÄHÄ-SORVASTO	VÄLIMAA	1:31	
Rakennustoimenpide	UUDISRAKENNUS		Piirustuslaji TYÖPIIRUSTUS
Rakennuskohde	HÄNNELE JA MARTTI MÄKITALO		Piirustuksen sisältö S-9 SEINÄELEMENTTI
	KRANINTIE 154		Mittakaavat 1:20
	31500 KOSKI TL		
01.05.2013	MIKKO MÄKITALO		