



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

VAPAA-AJAN ASUNNON MUUTOSTYÖN JA SAUNARAKENNUKSEN SUUNNITTELU

Antti Naukkarinen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2016
Rakennustekniikan ko.
Talonrakennustekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Talonrakennustekniikka

NAUKKARINEN, ANTTI:

Vapaa-ajan asunnon muutostyön ja saunarakennuksen suunnittelu

Opinnäytetyö 129 sivua, joista liitteitä 50
sivua Toukokuu 2016

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella Laukaassa sijaitsevan vapaa-ajan asunnon muutostyö sekä vertailla mahdollisia julkisivun korjaustapoja. Tavoitteena oli myös luonnostella tulevan saunarakennuksen tilat tontilla tehtävien muiden töiden lähtötiedoksi.

Työn alussa analysoitiin kohteen lähtötietoja, kuten vanhoja rakenteita ja piirustuksia, sekä asetettiin suunnittelulle tavoitteet. Rakennussuunnittelu tehtiin tilakohtaisesti valittuja ratkaisuja perustellen. Kohteen rakennussuunnitteluosassa määriteltiin laskennassa käytettävät kuormat sekä tarkasteltiin rakenteiden toimintaa ja jäykistystä rakennesakohtaisesti.

Ulkoseinän lisälämmöneristämisen vaihtoehtoja vertailtiin U-arvon ja kosteusteknisen käyttäytymisen kautta. Lisäksi kohteen muutostyöstä ja kaikista tarkastelluista korjausvaihtoehtoista tehtiin määrälaskelmat ja hinta-arviot.

Työhön on liitetty suunnittelun lopputuloksena pääpiirustukset, rakennepiirustukset sekä tärkeimpien rakennesosien rakennelaskelmat. Valmista saunarakennuksen pohjapiirustusta on käytetty maanrakennustöiden sekä vesi- ja viemärisuunnittelun lähtötietona. Tiilaaja päättää lopullisen korjaustavan määrä- ja hintalaskelmien sekä korjausvaihtoehtojen vertailujen perusteella.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Bachelor of Engineering
Construction Engineering

NAUKKARINEN, ANTTI:

Designing of a change work of a holiday cottage and a lakeside sauna

Bachelor's thesis 129 pages, appendices 50
pages May 2016

The purpose of this thesis was to design the change work of a holiday cottage and to compare different options to improve the roof and the façade. The aim was also to assist other construction and design work by predesigning a ground plan of a new lakeside sauna.

The beginning of my thesis includes an analysis of the initial data, such as old structures and drawings. The objectives for the design work are also set at the start. In the construction planning section the architectural elements of the rooms are defined and the selected solutions are explained. The structural design includes the determination of the loads and design of the structures and the stiffening.

In this thesis the options to add insulation to the external walls are compared by calculating the U-values and by studying the moisture physical behavior of a certain structure. This thesis also contains the quantity and price calculations of the change work and all the improvement options.

The construction and structural drawings and the structural calculations were attached to this thesis as an outcome of the design work. The ground plan of the lakeside sauna was used as an initial data in the sanitary designing and also in the excavation phase.

Key words: construction designing, structural designing, change work, insulation, sauna

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	SUUNNITTELUN LÄHTÖTIEDOT	8
2.1	Kohteen yleistiedot	8
2.1.1	Rakennuksen historia	8
2.1.2	Tonttijako	9
2.2	Suunnittelun lähtötilanne	9
2.2.1	Alapohja	10
2.2.2	Kantava runko	12
2.2.3	Yläpohja	12
2.2.4	Vanhat piirustukset.....	14
2.3	Suunnittelun tavoitteet	18
3	KOHTEEN RAKENNUSSUUNNITTELU.....	20
3.1	Luonnokset.....	20
3.2	Puolilämmin kuisti ja lämpimät tilat.....	22
3.2.1	Kuistin koko ja ulkonäkö	22
3.2.2	Täydennysosat.....	24
3.3	Kylmä varasto	24
3.3.1	Varaston koko ja ulkonäkö.....	24
3.3.2	Täydennysosat.....	25
4	KOHTEEN RAKENNESUUNNITTELU	26
4.1	Lähtötiedot	26
4.1.1	Materiaalit	26
4.1.2	Lumikuorma.....	27
4.1.3	Tuulikuorma.....	29
4.1.4	Hyötykuorma	34
4.2	Puolilämmin kuisti ja lämpimät tilat.....	34
4.2.1	Rakennetyypit	35
4.2.2	Yläpohja	37
4.2.3	Ulkoseinä	38
4.2.4	Alapohja	40
4.3	Kylmä varasto	43
4.3.1	Rakennetyypit	43
4.3.2	Yläpohja	44
4.3.3	Ulkoseinä ja jäykistys	44
4.3.4	Alapohja	47
4.4	Muut rakenteet	50

5	ASIAKIRJAT	56
6	SAUNARAKENNUS	57
	6.1 Saunan suunnittelun tavoitteet	57
	6.2 Luonnokset.....	58
	6.3 Pohjaratkaisu.....	59
7	HINTA-ARVIO JA JULKISIVUN KORJAUSSUUNNITTELU	61
	7.1 Vesikattoremontin vaihtoehdot.....	61
	7.1.1 Vesikatteen vaihtaminen uuteen	61
	7.1.2 Vesikatteen maalaaminen.....	62
	7.1.3 Sadevesikourut ja syöksyputket	63
	7.2 Julkisivuremontin vaihtoehdot.....	64
	7.2.1 Lisälämmöneristäminen Ekovillalla.....	65
	7.2.2 Lisälämmöneristäminen Aerogel-eristeellä	66
	7.2.3 Lisälämmöneristäminen tuulensuojalevytyksellä	69
	7.2.4 Yhteenveto korjausvaihtoehdoista	70
	7.3 Muiden tarvikkeiden hinta	71
	7.3.1 Kuistin rakennustarvikkeet.....	71
	7.3.2 Varaston rakennustarvikkeet	72
	7.3.3 Ikkunat.....	73
	7.3.4 Maanrakennus ja purkaminen	74
8	POHDINTA.....	76
	LÄHTEET.....	77
	LIITTEET	80
	Liite 1. Piirustusluettelo	80
	Liite 2. Asemapiirros	81
	Liite 3. Pohjapiirros	82
	Liite 4. Julkisivut.....	83
	Liite 5. Leikkaus A-A, B-B	84
	Liite 6. Runko mittapiirustus.....	85
	Liite 7. Vesikatto tasopiirustus	86
	Liite 8. Alapohja tasopiirustus.....	87
	Liite 9. Leikkaus A-A, B-B	88
	Liite 10. Rakennetyypit	89
	Liite 11. Alapohja leikkaukset.....	97
	Liite 12. Yläpohja leikkaukset.....	101
	Liite 13. Kuistin runkotolppa	109
	Liite 14. Kuistin tuplatolppa.....	112
	Liite 15. Kuistin primäärikannattaja.....	115
	Liite 16. Kuistin kattovasa.....	118

Liite 17. Varaston keskitolppa.....	121
Liite 18. Varaston primääriskannattaja	124
Liite 19. Varaston kattovasa	127

1 JOHDANTO

Vanhan rakennuksen muutostyö tai laajennus on suunnittelutehtävänä monesti haastava. Korjausrakentamisen työtehtävät vaativat suunnittelijalta ammattitaitoa tarkastella rakennustyön työjärjestystä, uuden ja vanhan rakenteen liitoskohtia sekä rakenteiden yhteistointia siten, että lopputulos on kestävä, tilaajalle mieluisa sekä kokonaishinnaltaan järkevä. Lisäksi muutoksien täytyy olla toteuttamiskelpoisia, mikä ei välttämättä ole aina helposti saavutettava asia.

Tämän työn tarkoituksena on suunnitella Laukaassa sijaitsevaan vapaa-ajan asuntoon varaston muutostyö ja uusi puolilämmin kuisti sekä luonnostella saunarakennuksen pohjapiirros. Muutostyöstä on tavoitteena tehdä tarvittavat rakennelaskelmat, piirtää rakennepiirustukset ja saada aikaan rakennuslupakelpoiset pääpiirustukset. Lisäksi työssä mietitään julkisivuremontin ja lisälämmöneristämisen vaihtoehtoja unohtamatta hinta-arvioita. Olen rajannut työni koskemaan saunarakennuksen osalta vain tarjousvaiheen pohjapiirustusta, jonka avulla voidaan tehdä lopullinen saunan suunnittelutyö sekä asentaa ympäröivään yhteydessä saunan vesi- ja viemäriliitännät.

Kohteen rakennussuunnittelussa on nojattu vahvasti tilaajan mielipiteisiin ja toiveisiin, jotta kokonaisuudesta tulisi varmasti tilaajaa miellyttävä. Mikäli työn toteuttamisen tai rakenteiden kestävyys kannalta on jouduttu tekemään muutoksia rakennuksen ulkonäköön, ne on aina hyväksytetty tilaajalla.

Rakennesuunnittelu on toteutettu voimassa olevien euronormien mukaisesti käyttäen rajatilamenetelmiä. Mitoitukset on tehty käyttäen käsin laskentaa jäykistykselle, Finnwood 2.3 SR1 -laskentaohjelmaa puurakenteille sekä DOF-Lämpö 2.2 -laskentaohjelmaa U-arvojen laskentaan julkisivuremontin suunnittelun yhteydessä. Rakennus- ja rakennesuunnitelmat on piirretty suomalaisella CADS Planner -suunnitteluohjelmalla CADS House -tuotepakettia apuna käyttäen.

2 SUUNNITTELUN LÄHTÖTIEDOT

2.1 Kohteen yleistiedot

Muutostyökohde on puurakenteinen vapaa-ajan asunto (kuva 2.1) Laukaassa Keski-Suomessa. Rakennus on toinen allekirjoittaneen isän kotitilan rakennuksista. Uuden tonttijaon myötä vapaa-ajan asunto jäi omalle tontilleen ja näin ollen tarvitsee muutoksia niin ulkonäköön kuin käytettävyyteenkin.



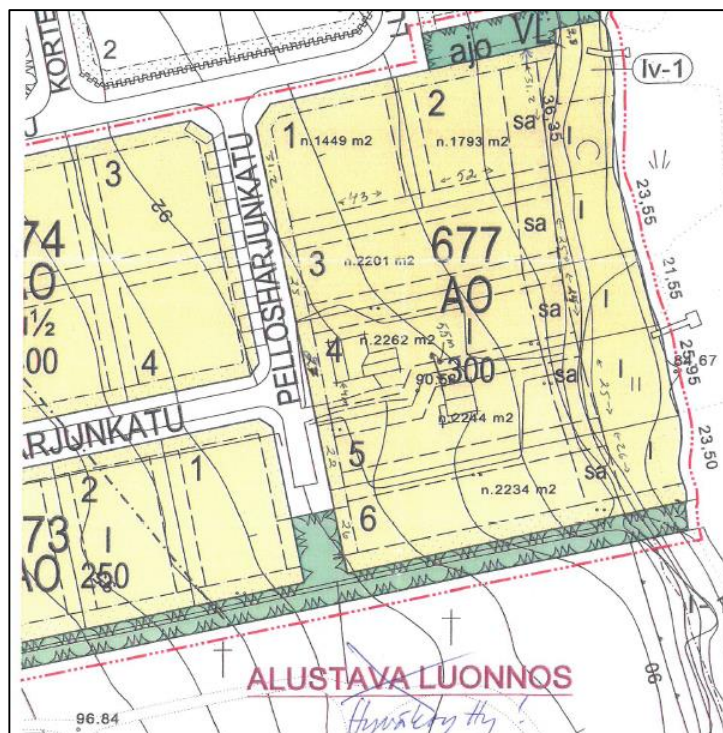
KUVA 2.1. Muutostyön kohde (Kuva: Antti Naukkarinen 2016)

2.1.1 Rakennuksen historia

Rakennus on vuonna 1963 rakennettu navetaksi, jossa allekirjoittaneen isovanhemmat pitivät karjaa. Vuonna 1969 rakennukseen on tehty kerrosaltaan yli 120 neliömetrin laajennus varastotilaa. Varastotila sisältää heinähuoneen, traktoritallin ja aitan sekä tallin ja aitan päällä olevan varastotilan. Rakennukseen on tehty käyttötarkoituksen muutos asuinrakennukseksi vuonna 1993. Samassa yhteydessä julkisivulaudoitukseen on tehty vain joitakin paikkauksia aukkojen poistamisen yhteydessä. Rakennuksen ulkonäkö on pysynyt siitä lähtien lähes muuttumattomana.

2.1.2 Tonttijako

Vuonna 2015 Laukaan Kylmäniemeen (kuva 2.5) tehtiin kaavamuutos. Pellosarjun päätilasta tehtiin Laukaan kunnan kanssa maankäyttösopimus, jonka myötä kunta kaavoitti tilan aluetta uudelleen. 24.11.2015 lainvoiman saanut asemakaavan muutos (Laukaan kunta 2015) jakoi tilan 13 omakotitalotontiksi (kuva 2.2), joista viisi ovat rantatontteja Saraaveden rannalla. Opinnäytetyön kohteena oleva rakennus sijaitsee tontilla numero neljä, joka on rantatontteista keskimääräinen.



KUVA 2.2. Hyväksytty tonttijako kaavaotteessa (Naukkarinen 2015)

2.2 Suunnittelun lähtötilanne

Rakennus on rakennettu savimaalle päärakennuksen läheisyyteen. Vuonna 1993 tehdyn muutoksen yhteydessä rakennukseen on asennettu selluvillaeristys sekä sei-niin että yläpohjaan. Alapohjan teräsbetoni-laatan päälle on tehty puurakenteinen lattia vanhan pintavalun poistamisen jälkeen.

2.2.1 Alapohja

Rakennuksen alapohjassa on teräsbetoni-laatta hiekan päällä. Laatan reunojen alle on valettu noin 500 mm korkeat sokkelipalkit ympäri koko rakennuksen. Rakennuksen kulmissa ja kantavilla linjoilla on sokkelipalkin alla teräsbetonipilarit, jotka ulottuvat saven läpi noin 3 metrin syvyyteen kantavaan hiekkakerrokseen asti. Rakennuksen lämpimän osan nurkissa pilarit ovat noin 300 x 300 mm paikallavalettuja teräsbetonipilareita ja kylmien osien nurkissa halkaisijaltaan noin 400 mm täyteen valettuja betoniputkia. Perustustapa on siis paaluperustus, joka on rakennuksen liikkumattomuudesta ja painumattomuudesta päätellen ollut hyvin toimiva.

25. – 26. maaliskuuta tekemissäni varaston rakenneavauksissa voitiin todeta, että ainakin varaston alapohjassa hiekka on kuivaa. Laatan alapinnassa oli muovikalvo ja kalvon alla hiekkakerros ilman kapillaarikatkoa (kuva 2.3). Rakennuksen rakentamisympäristössä on siis tehty massanvaihtoa rakennuspaikan savimaalle.

Traktoritallissa aivan ulkoseinän viereen tehdyn aukon kautta pystyttiin varmistamaan kaivamalla, että uuden varaston ulkoseinälinjan alla on kantava teräsbetonipalkki vanhojen ulkoseinälinjojen tapaan. Sormin tunnusteltuna ja silmämääräisesti tarkasteltuna hiekka oli kuivaa koko tarkastelusyvytydellä (>500 mm). Oletettavasti rakennuksessa on edes jotenkin toimivat salaojat, koska hiekka ei ollut märkää sokkelin sisäpuolella tai alla. Rakennusvaiheessa on mahdollisesti luiskattu tontin savipintaa siten, että se laskee järvelle päin. Tällöin vesi kulkeutuu saven ja hiekan rajapintaa pitkin pois, eikä jää talon alle, vaikkei salaojia olisikaan.



KUVA 2.3 Traktoritallin rakenneavaus (Kuva: Antti Naukkarinen 2016)

Heinähuoneen puolelle tekemässäni rakenneavauksessa (kuva 2.4) pystyttiin todentamaan, että kantavan teräsbetonipalkin päissä on betoniputket paaluina rakennuksen nurkien tapaan. Myös heinähuoneen teräsbetonilaatan alla oli muovikalvo sekä kuivaa hiekkaa ainakin 500 mm syvyyteen asti.



KUVA 2.4 Heinähuoneen rakenneavaus ja paalun pää (Kuva: Antti Naukkarinen 2016, muokattu)

Lämpimässä tilassa teräsbetonilaatan päälle on asennettu 50 x 100 mm sahatavarasta tehty koolaus, aluslaudat ja lattialaudat. Lattian nariseminen on estetty koolauksen ja aluslautojen väliin asennetulla rakennuspahvilla. Vanhoista pääpiirustuksista poiketen alapohjassa ei ole selluvillaeristystä lattiakannattimien välissä (kuva 2.10)

Rakennuksen alapohja on mahdollisesti kosteusvaurioherkkä rakenne. Mahdollisesti laatan kastuessa kosteudella olisi lähes suora pääsy lattian puurakenteisiin, josta seurauksena voisi olla laho- tai homevaurioita. Mikäli myös lämpimän tilan alapohjassa on muovikalvo betonilaatan alla, ei maaperän kosteus pääse betoniin saakka kalvon ollessa yhtenäinen. Toisaalta laatan alapuolelta todennäköisesti puuttuva lämmöneristys aiheuttaa sen, että sisäilman kosteudella on suuri riski tiivistyä kylmään betonipintaan.

Vaurioiden syntymiseen vaaditaan kuitenkin riskirakenteen lisäksi itse kosteusrasitusta. Lattiarakenteissa ei ole silmin nähtävissä vaurioita. Oletettavasti kosteus ei pääse laatan kautta lattiarakenteeseen, eikä sisäilman kosteutta tiivisty betonipintaan kuin siinä määrin, että tuulettuminen sisäilman kautta on riittävää. Mikäli teräsbetonilaatan yläpinta olisi ympäröivän maanpinnan tasolla tai sen alapuolella, saattaisi tilanne olla huomattavasti

pahempi. Tällä hetkellä laatta on lähes kokonaan ympäröivää maanpintaa ylempänä. Oletuksia tukee myös se tieto, että hyvin allerginen tilaaja ei oireile rakennuksessa ollessaan.

2.2.2 Kantava runko

Kohde on rakennettu paikalla 50 x 100 mm sahatavarasta 600 mm k/k-jaolla. Välissä on tervapaperi tuulensuojana. Ulkovuoraus on kiinnitetty suoraan runkoon, joten nykymääräysten mukainen ilmarako puuttuu kokonaan.

Rungon sisäpintaan on asennettu vuoden 1993 muutostyössä vaakakoolaus 50 x 50 mm sahatavarasta ja tämän päälle rakennuspaperi sekä sisäverhouspaneeli. Lämmöneristeenä toimii kantavan rungon ja koolauksen väliin ruiskutettu selluvillaeriste (Termex).

Varaston runko on rakennettu 50 x 100 mm ja 100 x 100 mm sahatavarasta 1000 mm k/k-jaolla. Ulkoverhous on kiinnitetty suoraan runkoon.

2.2.3 Yläpohja

Vapaa-ajan asunnon ja siihen liittyvän varasto-osion katemateriaalina on aaltopeltikate, joka on ikäänsä nähden kohtuullisessa kunnossa: ruosteisia alueita on jonkin verran, mutta yläpohjan villatilassa ei ole silmin nähtävissä merkkejä veden vuotamisesta. Vanhan sisäänkäynnin avokuistin katto on rakennettu väärin: kuistin peltikate on asennettu suoraan vanhan lappeen päälle, joten sadevesi valuu suoraan pellin ja kuistin katon umpilaudoituksen väliin. Umpilaudoitus ja räystäään otsalaudat ovat jo osittain vaurioituneet (kuva 2.5).



KUVA 2.5 Vaurioitunut vanhan kuistin kattorakenne (Kuva: Antti Naukkarinen 2016)

Rakennuksen lämpimän osan yläpohjassa katteen alla olevat ruodelaudat on asennettu suoraan kiinni kattovasoihin, joten nykyään vaadittava aluskate puuttuu. Vesikaton harjalinjalla on tolppien päälle kiinnitetty kurkihirsi, johon 65 x 150 mm sahatavarasta tehdyt kattovasat tukeutuvat (kuva 2.6). Yläpohjassa toteutuu nykyäänkin vaadittavat palotekniset suojaetäisyydet:

Muun kuin A1 luokan rakennustarvikkeista tehdyt rakennusosat sijoitetaan vähintään 100 mm:n etäisyydelle savupiipun ulkopinnasta. Väli- tai yläpohjan läpimenokohtaan sekä seinän liittymäkohtaan asennetaan vähintään 100 mm paksu lämpöä eristävä kerros soveltuvaa A1 luokan rakennustarviketta. (Ympäristöministeriö 2007, 11.)

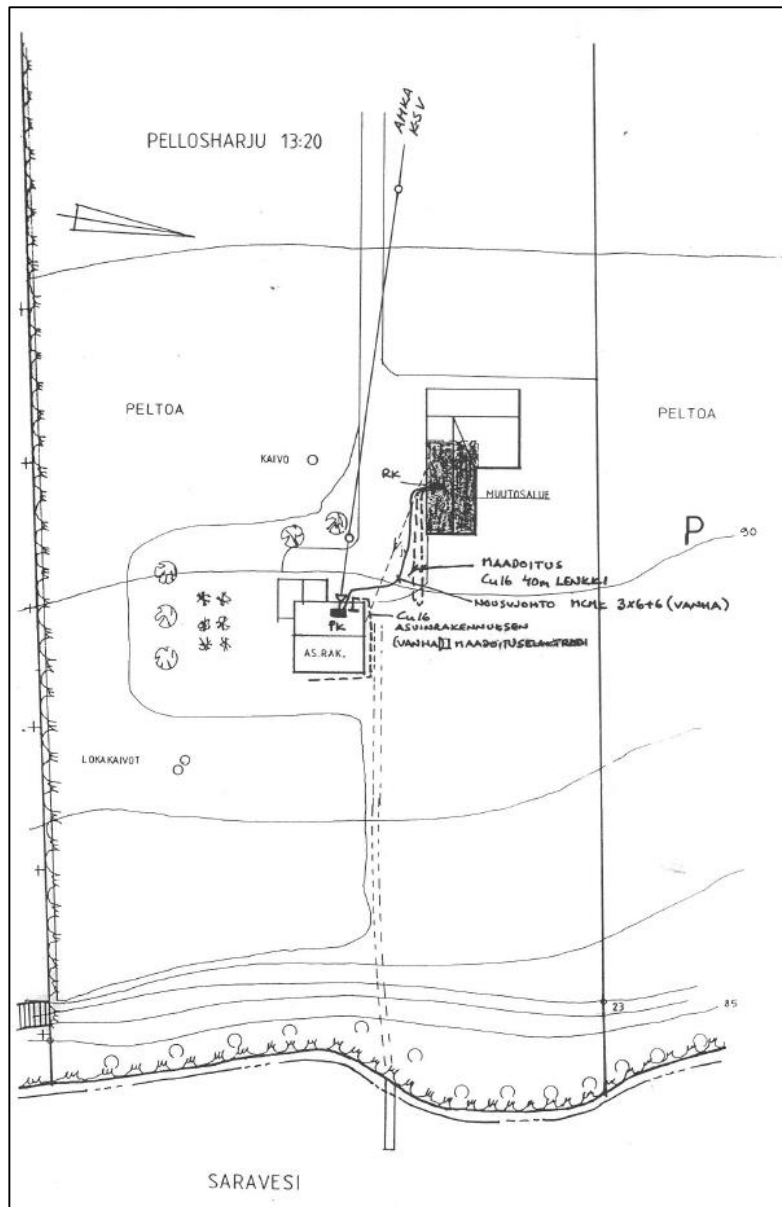


KUVA 2.6 Yläpohja (Kuva: Antti Naukkarinen 2016)

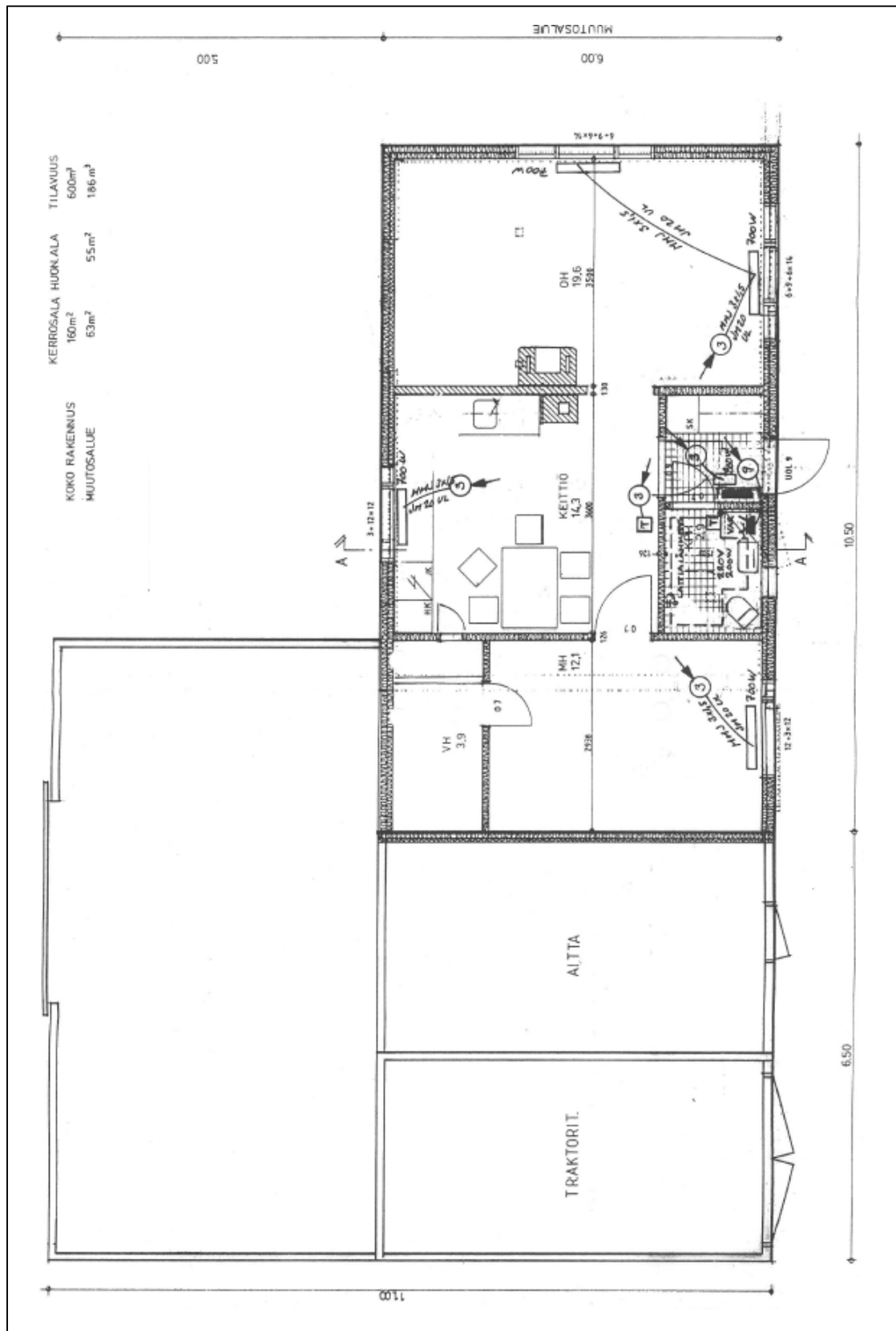
2.2.4 Vanhat piirustukset

Muutostyön ja laajennuksen suunnittelun lähtötietoina olivat vanhat paperiset pääpiirustukset vuodelta 1993. Kyseiset piirustukset on tehty tuolloin varasto-osion käyttötarkoituksen muutosta varten. Kuvien skannaamisen jälkeen piirrettyjä mittoja oli mahdollista verrata todellisiin paikan päältä mitattuihin ja huomata, että paperiset piirustukset vastasivat suurimmilta osin todellisuutta – vain muutamia poikkeamia löytyi. Esimerkiksi varaston puolella traktoritallin ja aitan välisen seinän paikka piirustuksessa oli virheellinen: rakennus on todellisuudessa julkisivupiirustuksien mukainen eli noin 600 mm pidempi (kuva 2.8; 2.9).

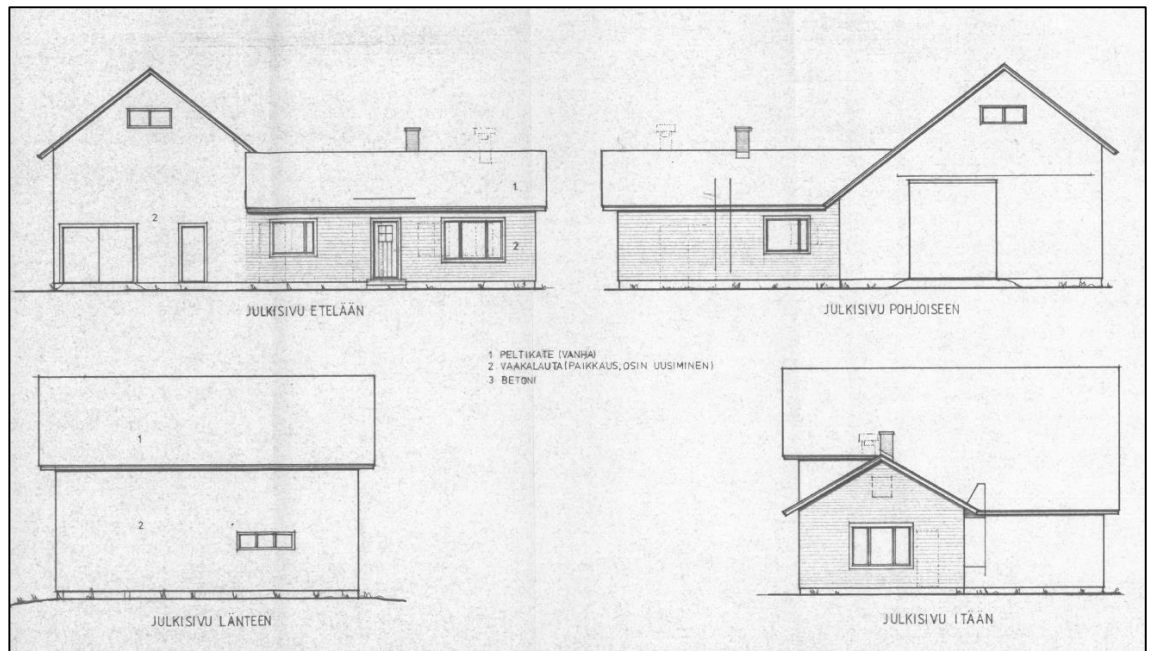
Vanhojen piirustusten lisäksi käytössäni oli asemakaavaotteen päälle tehty luonnos (kuva 2.2) uudesta tonttijaosta täydennettynä paikanpäällä tehdyillä mittauksilla. Pelkästään vanhojen piirustusten perusteella rakennuksen alapohjarakenteesta ei saanut tarpeeksi kattavaa kuvaa, joten päädyin tekemään kohdan 2.2.1 rakenneavaukset purettavien rakennosien puolelle.



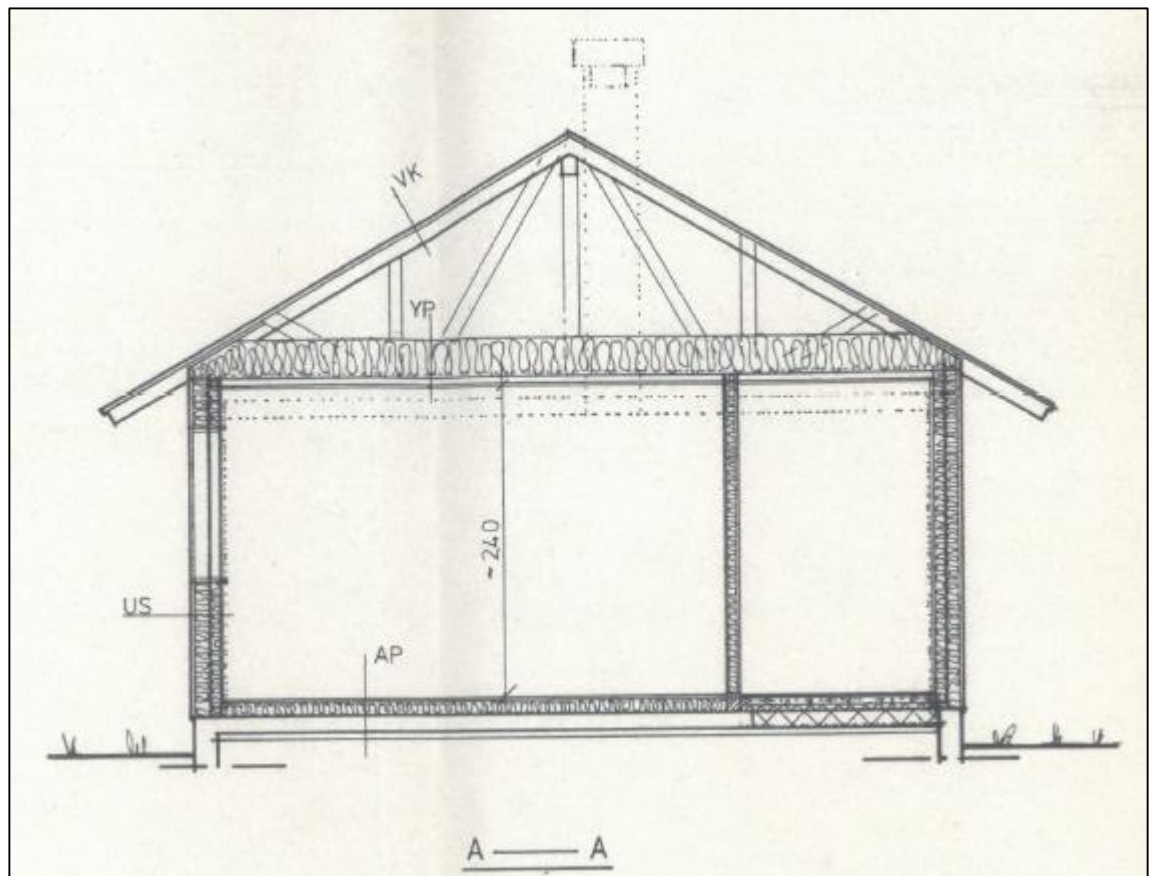
KUVA 2.7 Vanha asemapiirustus



KUVA 2.8 Vanha pohjapiirros



KUVA 2.9 Vanha julkisivupiirustus



KUVA 2.10 Vanha leikkauspiirustus

2.3 Suunnittelun tavoitteet

Työn tärkeimpänä tavoitteena on suunnitella muutostyö ja laajennus siten, että se vastaa tilaajan toiveita ja tarpeita. Tilaaja haluaa muuttaa rakennuksen ulkonäköä varastorakennuksesta enemmän vapaa-ajan asuntoa vastaavaksi sekä saada rakennukseen enemmän käytettävyyttä. Aku ja Marja Naukkarisen (2016) mukaan suunnittelussa tulee pyrkiä pitämään rakennus terveellisenä käyttäjilleen. Höyrynsulkua ei toivota lisättävän rakennuksen mihinkään osaan.

Lähtötilanteessa varasto-osion koko oli aivan liian suuri nykykäyttöön: esimerkiksi heinähuonetta ei ole käytetty moneen vuoteen kuin ajoneuvojen talvisäilytystilana. Aku Naukkarisen (2016) mukaan muillekaan varastotiloille ei ole tarvetta näin suurissa määrin enää nykyään. Ratkaisuksi sovittiin vanhan heinähuoneen ja traktoritallin purkaminen ja vanhan aitan kunnostaminen. Aitan varastotilaa muutetaan siten, että se sopii ulkonäkönäkin puolesta paremmin uudistuvaan julkisivuun.

Aku ja Marja Naukkarisen (2016) mukaan vapaa-ajan asuntoon tulisi saada uuden tontin jälkeen paremmin toimiva sisäänkäynti sekä suurempi eteinen. Nykyinen eteinen on pieni ja aiheuttaa tungosta seitsemänhenkisen perheen tullessa mökille viettämään aikaa. Rakennus sijaitsee vain 4 metrin etäisyydellä uudesta tontin rajasta, joten sisäänkäynnin tulisi jatkossa olla toisella puolella rakennusta. Ulkonäöllisesti kuistin toivottiin olevan vanhaan rakennukseen hyvin sopiva. Varsinkin rintamamiestalojen kuisteissa oli ilmettä, joka miellytti tilaajaa (kuva 2.11).



KUVA 2.11 Rintamamiestalon kuisti (Rinne 2013, 198)

Myös nykyiseen keittiöön oli suunnitteilla muutoksia. Luonnollisesti uusi sisäänkäynti aiheuttaa keittiössä välittömiä muutostarpeita: esimerkiksi jääkaappi sijaitsee suoraan uuden ulko-oven edessä. Toiveena on myös muuttaa keittiön ruokakomeroa siten, että jääkaappi voidaan upottaa komeron sisään ja saada tästä seurauksena tilaa sisääntulolle (Naukkarinen 2016).

Rakennesuunnittelun tavoitteena on luoda kestävät ja järkevästi toteutettavissa olevat rakenteet. Uudet rakenteet suunnitellaan nykyisten normien mukaisesti ja vanhoja rakenteita vahvistetaan tarvittaessa. Jotta rakennus pysyisi terveellisenä, olisi jatkossa ensisijaisen tärkeää pitää huolta rakenteiden kosteusteknisestä toimivuudesta tai parantaa sitä, varsinkin kun kohteessa on käytetty mahdollisesti riskialttiita rakenteita.

Vapaa-ajan asunnossa ei ole itsessään kuin pesutilat. Tonttijaon myötä päärakennus ja kohteena oleva rakennus jäävät eri tonteille, joten uuden saunan rakentaminen on luontevaa. Saunan toteutusmuodoksi valikoitui erillISRakennus laajennuksen sijaan, jottei matka järven rantaan jäisi liian pitkäksi. Tilan alkuperäisen päärakennuksen saunatiloista on ollut mahdollista kulkea uimaan, vaikkei sauna olekaan sijainnut erillisessä rakennuksessa. Tässä kohteessa matka tulisi olemaan kuitenkin pidempi, koska vapaa-ajan rakennus sijaitsee kauempana järvestä. Pienempi matka veden ääreen takaisi saunomisen ja uimisen mielekkyyden sekä vähentäisi pesutiloihin kulkeutuvien roskien määrää. Samalla olisi mahdollista saada lisää nukkumatilaa saunatuvasta.

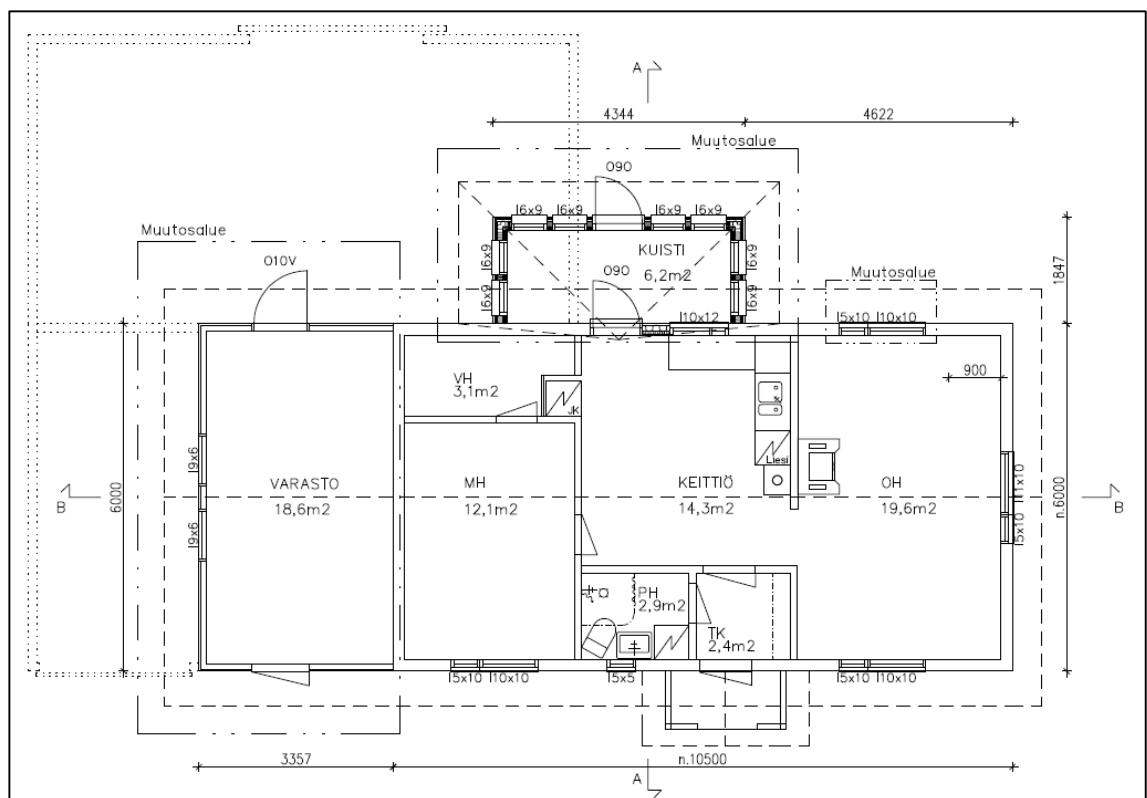
3 KOHTEEN RAKENNUSSUUNNITTELU

3.1 Luonnokset

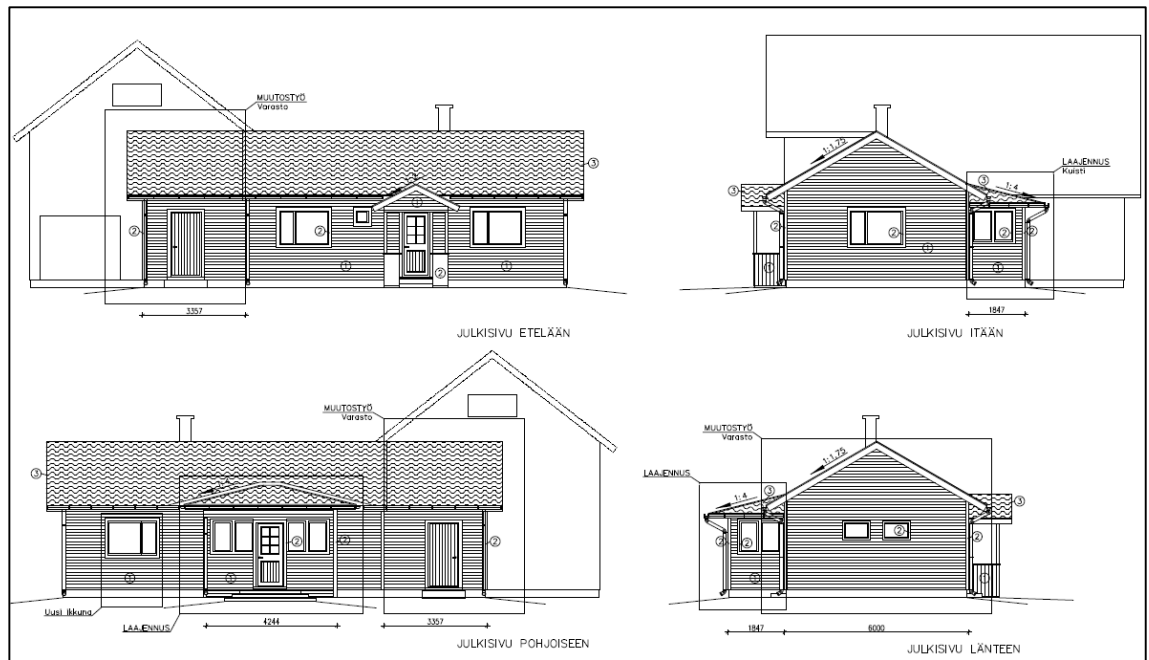
Rakennussuunnittelun määräävimpänä tekijänä on tilan tuleva käyttötarkoitus. Vasta kun tilan koko on määritetty käyttötarkoitukseen sopivaksi, voidaan alkaa sovitella alustavia rakenneratkaisuja ja haluttua julkisivua yhteen toimivaksi kokonaisuudeksi.

Tein alustavia luonnoksia (kuva 3.1; kuva 3.2) CADS Planner -ohjelmalla ja ArchiCAD-mallin kohteesta olemassa olevien vanhojen piirustusten pohjalta. Luonnoksien avulla selvitetiin yhdessä tilaajan kanssa varaston ja kuistin osalta seuraavat lähtötiedot tarkemmalle suunnittelulle:

- koko
- sijainti
- ulkonäkö
- kattomuoto
- muut toiveet tai vaatimukset.



KUVA 3.1 Luonnos pohjapiirroksesta



KUVA 3.2 Luonnos julkisivuista

Laukaan Kylmäniemen asemakaavan muutoksen (Laukaan kunta 2015) mukaan korttelin ohjeellisen julkisivun päävärin tulisi olla vaalean keltainen, vaalean harmaa, vaalean si-niharmaa tai vihertävän harmaa. Rakennuslupaa haettaessa pyritään kuitenkin saamaan rakennukselle poikkeuslupa säilyttää rakennuksen alkuperäinen julkisivuväri (puna-multa). Rakennus on ollut nykyisessä värissään luonnollisena osana pihapiiriä, vaikka itse päärakennus onkin ollut keltainen. Kaavamuutos (Laukaan kunta 2015) asettaa vesikat-teen väriksi joko mustan tai harmaan, mikä on huomioitava peltikattoa kunnostettaessa.

Varaston koko päätettiin rajata luonnoksien mukaisesti nykyisen aitan kokoon (kuva 2.8; kuva 3.1), jottei rakennuksesta tulisi muutostyön jälkeen turhan pitkää. Vesikatto päätet-tiin toteuttaa harjakattona siten, että vanhaa harjalinjaa jatketaan myös varaston päälle. Muina vaihtoehtoisina kattomuotoina esitin pulpettikattoa (kuva 3.3) sekä harjakattoa eri harjakorkeudella, mutta ne eivät vastanneet ulkonäöllisesti tilaajan eivätkä allekirjoitta-neen mieltymyksiä.



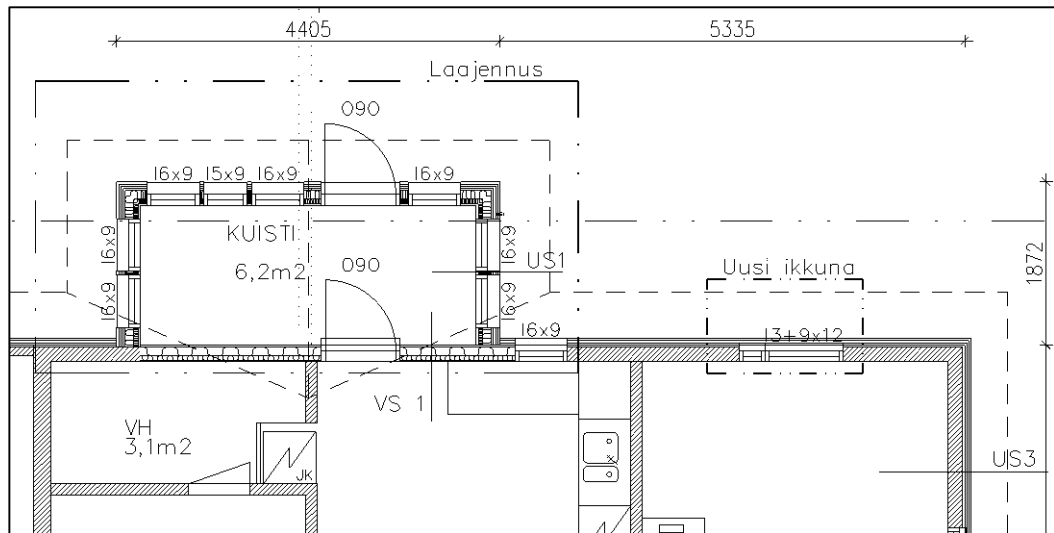
KUVA 3.3 Luonnos varaston pulpettikatosta

Kuistin käyttötarkoitus on toimia eteisenä ja antaa säilytystilaa ulkovaatteille. Tilaan täyttyä mahtua naulakko, kenkätelineitä sekä muutamia senkkejä ikkunoiden alle. Aku Naukarisen (2016) mukaan kuistilla on tarkoitus pitää vain peruslämpö päällä sähköpatterin avulla. Kuisti on suunniteltu puolilämpimäksi tilaksi, joten lämpimän tilan ja kuistin väliin asennetaan ulko-ovi. Kattomuodoksi valikoitui luonnosvaiheessa aumakatto sen näytävyyden takia.

3.2 Puolilämmin kuisti ja lämpimät tilat

3.2.1 Kuistin koko ja ulkonäkö

Kuistin paikkaan vaikuttaa kuistin koon ja nykyisten ikkunoiden paikan sijasta eniten keittiölle asetetut muutostoiveet. Avattavan ikkunan sijoitus ja oviaukkojen halutut paikat käytännössä määrittelevät kuistin ulkoseinän liitoskohdan vanhaan rakenteeseen. Tästä syystä kuistin pisin sivu on järkevintä toteuttaa epäsymmetrisenä. Samalla on mahdollista säilyttää kuistin sisämitat haluttuina.



KUVA 3.4 Kuistin sijainti ja koko

Puolilämmin kuisti sijoitetaan vanhan rakennuksen kylkeen siten, ettei uusi ulko-ovi ole keskellä kuistin pitkää seinää (kuva 3.4). Oven molemmille puolille on kuitenkin mahdollista jättää runsaasti tilaa esimerkiksi muutamalle senkille ja kenkätelineelle. Havainnekuva (kuva 3.5) käyttämällä on mahdollista antaa tilaajalle todella hyvä käsitys valmiin rakennuksen ulkonäöstä.



KUVA 3.5 Luonnosvaiheen havainnekuva renderöitynä (Kuva: Antti Naukkarinen 2016)

Vielä luonnosvaiheessa kuistin kattomuodoksi ajateltiin aumakattoa. Alueen asemakaavamuutos (Laukaan kunta 2015) kuitenkin edellyttää, että kattomuotona tulee käyttää harja- tai murrettua harjakattoa, joka on kaltevuudeltaan 1:3 tai jyrkempi. Aumallinen katto olisi ollut toteutuksen kannalta selvästi vaikeampi kuin lopulliseksi kattomuodoksi valittu harjakatto. Rakennusluvan yhteydessä pyritään kuitenkin saamaan poikkeuslupa tehdä kuisti kattokaltevuudella 1:4, koska rakennuksen muilla osin määräys täyttyy.

3.2.2 Täydennysosat

Nykyinen keittiön ikkuna päätettiin siirtää olohuoneeseen, koska se sijaitsisi kuistin laajennuksen jälkeen kuistin ja keittiön ulkoseinien liitoskohdassa. Keittiön ulkoseinään sijoitetaan pienempi avattava ikkuna (kuva 3.4), jotta keittiötä olisi mahdollista tuulettaa paremmin. Tilaajaa miellytti tuuletusmahdollisuuden lisäksi myös se, että keittiöön saadaan jatkossakin luonnonvaloa.

Muutostyön yksi tavoitteista on saada rakennus näyttämään varaston sijaan vapaa-ajan asunnolta. Uuden kuistin rakentamisen jälkeen rakennuksen pohjoisjulkisivusta tulee pääjulkisivu, jota sen tulisi olla jatkossa myös ulkonäkönsäkin puolesta. Tilannetta parannetaan asentamalla olohuoneen seinään vanha keittiön ikkuna, joka on tyyliltään samanlainen kuin talon alkuperäisetkin ikkunat.

Räystäiden ja sadevesien pois johtamisen saralla on kohteessa runsaasti parannettavaa. Peltikate ja räystäslaudat ovat vähintäänkin jo maalauksen tarpeessa. Osassa talon räystäistä on räystäskourut, muttei yhtäkään syöksyputkea. Olen olettanut julkisivupiirustuksia tehdessä, että julkisivuremontin yhteydessä rakennukseen uusitaan tai lisätään räystäskourut ja syöksyputket, koska niille on alapohjan kuivana pysymisenkin kannalta suuri tarve.

3.3 Kylmä varasto

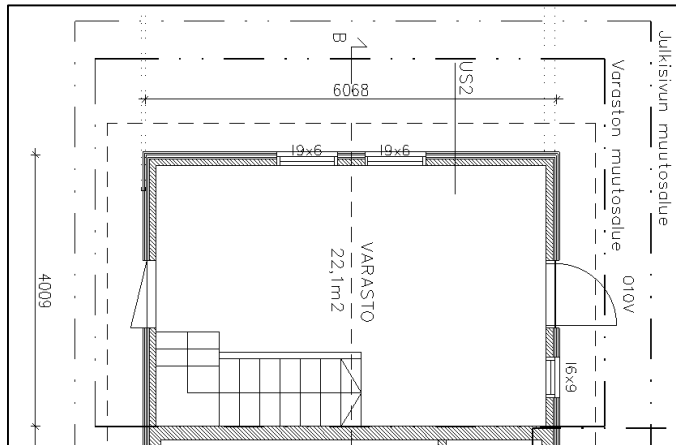
Varaston osalta suurin ulkonäöllinen muutos on korkean varasto-osion purkaminen. Varaston osalta on tärkeää pääpiirustusten ja rakennetyyppien täydentämisen yhteydessä huomioida rakennettavien uusien rakenteiden lisäksi erityisesti purettavat rakenteet. Piirustuksista tulee käydä selkeästi ilmi, mitä osia puretaan ja mitä säilytetään.

3.3.1 Varaston koko ja ulkonäkö

Luonnosvaiheessa varaston koko rajattiin vanhan aitan kokoon (kuva 3.8). On ollut alusta lähtien selvää, että uusi varasto rakennetaan jäävän rakennuksen levyisenä, mutta vasta

paikanpäällä tehtyjen tarkistusmittauksien jälkeen oli mahdollista määrittää varaston päätyseinän tarkka paikka. Vanhan väliseinän runko säilytetään mahdollisuuksien mukaan uuden ulkoseinän runkona.

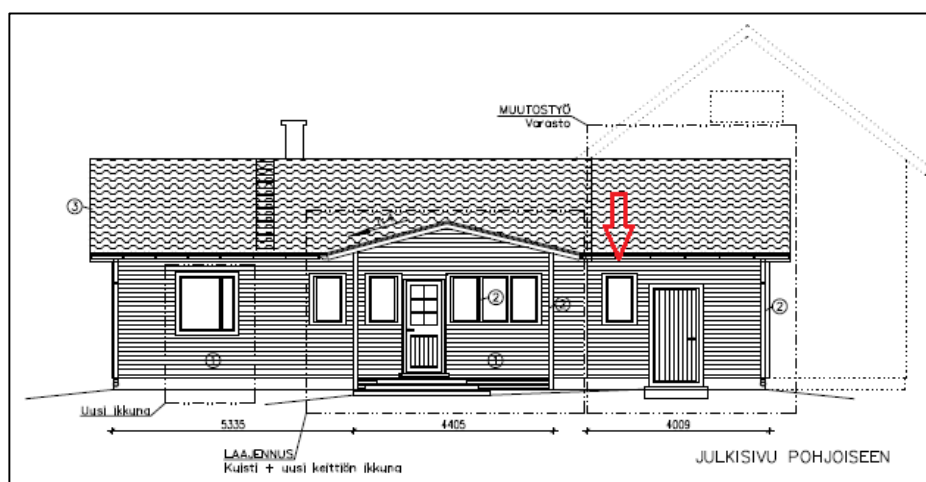
Varaston vesikatto rakennetaan vanhan harjakaton mukaisesti, jotta rakennuksen ulkonäöstä tulee yhtenäisempi. Vanhaa portaikko ja välipohja säilytetään nykyisellään.



KUVA 3.8 Varaston sijainti ja koko

3.3.2 Täydennysosat

Varaston päätyseinään asennetaan kaksi ikkunaa (kuva 3.8), jottei valon saanti esimerkiksi työskennellessä ole vain keinovalon varassa. Pääjulkisivulle tilaaja halusi oven lisäksi yhden ikkunan, joka sopisi julkisivuun. Varaston ikkuna (kuva 3.9) tulee olemaan kooltaan mahdollisesti samanlainen kuin kuistissakin käytettävät.



KUVA 3.9 Pääjulkisivu ja varaston ikkuna (muokattu)

4 KOHTEEN RAKENNESUUNNITTELU

4.1 Lähtötiedot

Rakenteiden mitoitus on toteutettu euronormien mukaisesti murto- ja käyttörajatilamitoituksena. Tässä työssä puurakenteiden mitoitus tehdään Finnwood 2.3 SR1 -laskentaohjelmaa käyttäen. MetsäWoodin kehittämällä Finnwood 2.3 SR1 laskentaohjelmalla voidaan mitoittaa yksinkertaisia puurakenteita Eurokoodi 5:n (EN 1995-1-1), sen täydennyssosan A1:2008, näiden Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2009 -suunniteluohjeiden mukaisesti (Metsäwood 2016).

Euronormien mukaisessa mitoituksessa varmuuskerroin huomioidaan sekä kuormituksessa että käytetyssä materiaaleissa.

Kuormapuolen varmuuskerroin on kuormitustyypeittäin erisuuruinen: omapainon varmuuskerroin on erisuuruinen kuin esimerkiksi tuulikuorman. Määrävin tilanne löytyy tarkastelemalla kuormitusyhdistelmiä eri aikaluokissa. Laskentaohjelmat, kuten Finnwood 2.3 SR1, tarkastelevat automaattisesti kaikki eri kuormitusyhdistelmät mitoittaen rakenteen määrävimmän tilanteen mukaan.

Materiaalin osavarmuus koostuu pääasiassa kertoimesta γ , jonka alaindeksi vaihtelee materiaalikohtaisesti. Esimerkiksi puurakenteiden osavarmuusluku on γ_M , jonka numeroarvo vaihtelee puutuotteittain. Muita puurakenteiden mitoituksessa käytettäviä muunnoskertoimia ovat mm. k_{mod} -kerroin, joka huomioi kuorman keston ja kosteusvaikutuksen sekä k_{def} -kerroin, joka huomioi viruman vaikutuksen pitkäaikaisessa taipumassa (Kevarinmäki 2011, 16).

4.1.1 Materiaalit

Käytetyt puurakenteet ovat lujuusluokaltaan pääasiassa tavanomaista C24-luokan sahatavaraa tai painekyllästettyä puutavaraa. Tarvittaessa esimerkiksi palkeissa käytetään liima- tai kertopuuta.

4.1.2 Lumikuorma

Lumikuorman määrittäminen on tehty standardin SFS-EN 1991-1-3 mukaisesti. Standardissa annetaan ohjeet lumikuormien arvojen määrittämiseen rakennussuunnittelussa rakennuksille sekä maa- ja vesirakennuskohteille (Suomen Standardisoimisliitto 2004, 10). Rakennuksen katon lumikuorma lasketaan kaavalla 4.1.

$$q_k = s = \mu_i \cdot s_k \quad (4.1)$$

$$q_k = s = 0,8 \cdot 2,5 \text{ kN/m}^2 = 2 \text{ kN/m}^2$$

, jossa

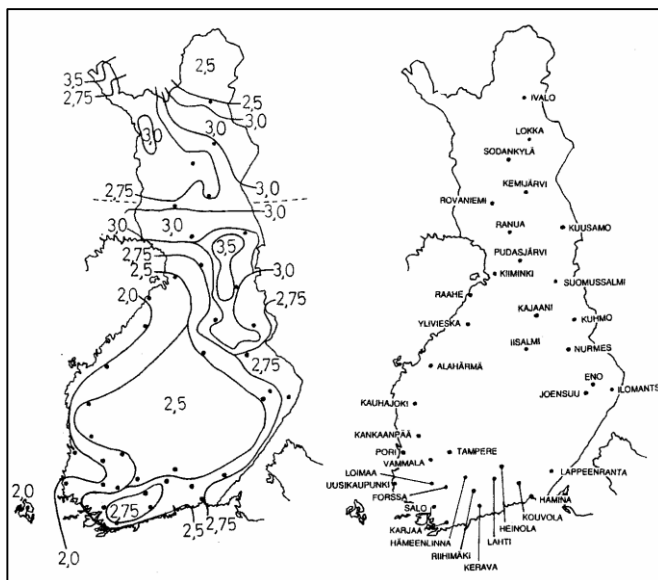
q_k = katon lumikuorma

μ_i = katon muodosta ja kaltevuudesta riippuva muotokerroin

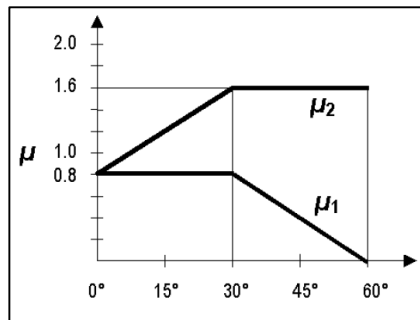
s_k = paikkakunta-kohtainen lumikuorma maanpinnalla

$s_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$ paikkakunnalla Laukaa/Jyväskylää (kuva 4.1)

$\mu_i = 0,8$, kun katon kaltevuus $< 30^\circ$ (kuva 4.2.)



KUVA 4.1 Maanpinnan lumikuorma (Suomen Standardisoimisliitto 2007b, 3)



KUVA 4.2 Lumikuorman muotokertoimet (Suomen Standardisoimisliitto 2004, 31)

Kuistin rakenteiden laskennassa tulisi huomioida myös mahdollisesti ylemmältä kattopinnalta kuistin katon sisäjiiriin kinostuva lumi.

Lumikuorman kinostumisen erikoistapauksia on käsitelty Suomen Standardisoimisliiton suunnitteluohjeessa kohdassa B.4 (2004, 54). Suunnitteluohje ei tunne tapausta, jossa pääkattopintaan yhdistyvä katto on räystäskorkeudeltaan sama kuin itse pääkatto. Erikoistapauksina on käsitelty vain pääkatolla olevia esteitä tai pääkaton alapuolisia katoksia. Tarkastelen tilannetta katoksena, joka ulkonee enintään 5 m rakennuksen ulkoseinästä.

Mikäli esteen pystyprojektio olisi enintään 1 m², kinostumisen vaikutus voitaisiin jättää huomioimatta. Kuistin yläpohjan pystyprojektio on kuitenkin noin 1,5 m², mutta se ei luo lainkaan selkeää pystysuuntaista estettä, kuten aittaa pääkaton.

Muotokertoimen μ_1 arvo voidaan laskea kaavasta 4.2.

$$\mu_1 = \text{pienempi arvoista } 2h_1 / s_k \text{ tai } 5 \quad (4.2)$$

, jossa

h_1 = esteen korkeus tai katoksen ja pääkaton korkeusero

s_k = lumikuorma maan pinnalla

Kuistin katon ja pääkaton korkeusero on 0 metriä, joten muotokertoimen laskenta ei ole mahdollista. Tarkastellaan muotokertoimen arvoa, kun käytetään esteen korkeutena h_1 kuistin katon pystyprojektion korkeutta eli noin 0,7 metriä.

$$\mu_1 = \min(2 \cdot 0,7m / 2,5kN / m^2; 5) = 0,56$$

Tällöin muotokertoimen arvo on pienempi kuin lumikuorman laskennassa käytetty arvo $\mu = 0,8$. Käytän kuistin rakenteiden laskennassa lumikuormaa, joka on laskettu kertoimen 0,8 mukaan.

Puurakenteiden mitoituksessa Finnwood 2.3 SR1 -laskentaohjelmaan syötetään maanpinnan lumikuorman ominaisarvo eli s_k -arvo. Laskentaohjelma laskee lopullisen lumikuorman automaattisesti mitoitettavan rakenneosan kuormitusleveyyden, pituuden ja annetun kaltevuuskulman perusteella.

4.1.3 Tuulikuorma

Tuulikuorman määrittäminen tehdään kokonaistuulikuormamenetelmällä kokonaisstabiiliteetin tarkastamista varten sekä yksittäisille rakenneosille pintapainemenetelmällä RIL 201-1-2011 -laskentaohjeen ja Puurakenteiden lyhennetyin suunnitteluohjeen avulla. Tarkasteltaessa rakennuksen kokonaisstabiiliteettia ja mitoittaessa esimerkiksi jäykisteitä käytetään tuulikuormana kokonaistuulikuorman arvoa tarkasteltavalle suunnalle.

Rakennuksen kokonaistuulikuorma (kN) voidaan laskea kaavalla:

$$F_{w,k} = c_s c_d c_f q_p(h) \cdot A_{ref} \quad (4.2)$$

Lasketaan RIL 201-1-2011 -ohjeen (Suomen Rakennusinsinöörien liitto 2011, 138) kaavan 4.2 sijaan kuorma koko projektiopinta-alalle neliökuormana (kN/m²).

$$F_{w,k} = c_s c_d c_f q_p(h) \quad (4.3)$$

, jossa

$F_{w,k}$ = kokonaistuulikuorma

$c_s c_d$ = rakennekerroin = 1, kun $h < 15m$ (Suomen Rakennusinsinöörien liitto 2011, 141)

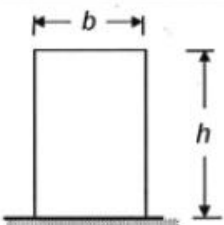
c_f = voimakerroin

$q_p(h)$ = maaston pinnan muodosta riippuva nopeuspaine harjan korkeudella h

Määritetään tarvittavat kertoimet ja lasketaan voimakerroin c_f :

$$\lambda = 2h/b = 2 \cdot 5\text{m} / 6\text{m} \approx 1,67, \text{ kun } h < 15\text{m} \text{ (kuva 4.3)}$$

$$d/b = 14,7\text{m} / 6\text{m} = 2,45$$

Rakenteen mittasuhteet, tuuli kohtisuoraan tasoa vasten	Tehollinen hoikkuus λ
	kun $h < 15\text{ m}$, $\lambda = 2 h/b$ kun $h \geq 50\text{ m}$, $\lambda = 1,4 h/b$ Välialueella $15\text{ m} < h < 50\text{ m}$ sovelletaan interpolointia. Huom: Tämä ohje ei koske hyvin hoikkia rakennuksia, joille $\lambda > 10$.

KUVA 4.3. Tehollinen hoikkuus (RIL 201-1-2011, 136)

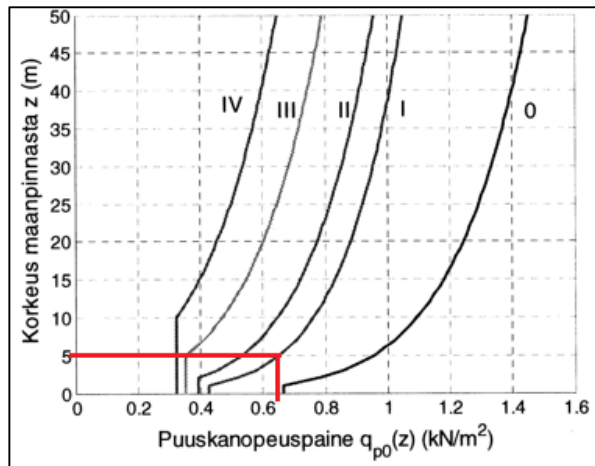
$c_f \approx 1,2$ interpoloiden taulukosta 4.1

TAULUKKO 4.1 Voimakerroin c_f (RIL 201-1-2011, 137)

λ	Sivusuhte d/b								
	0,1	0,2	0,5	0,7	1	2	5	10	50
≤ 1	1,2	1,2	1,37	1,44	1,28	0,99	0,60	0,54	0,54
3	1,29	1,29	1,48	1,55	1,38	1,07	0,65	0,58	0,58
10	1,40	1,40	1,60	1,68	1,49	1,15	0,70	0,63	0,63

Kohde sijaitsee järven rannalla, joten käytetään maastoluokkaa 1. Määritetään puuskano-
peuspaine yksinkertaistetusti Puurakenteiden lyhennetyn suunnitteluohjeen mukaisesti:

$$q_{p0}(z = 5\text{m}) \approx 0,65\text{kN/m}^2 \text{ (kuva 4.4)}$$

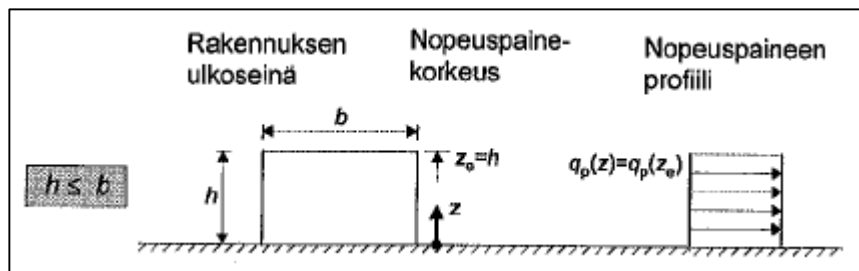


KUVA 4.4 Nopeuspaine eri maastoluokissa (Suomen Rakennusinsinöörien liitto 2011, 13, muokattu)

Rakennuksen kokonaistuulikuorma seinäpinoille:

$$F_{w,k} = c_f q_p(h) = 1,2 \cdot 0,65 \text{ kN/m}^2 \approx 0,78 \text{ kN/m}^2$$

Tuulikuorman voi olettaa jakaantuvan tasaisesti seinäpinoille, koska rakennus on matala eli rakennuksen leveys b on suurempi tai yhtä suuri kuin rakennuksen korkeus h (kuva 4.5).



KUVA 4.5 Nopeuspaineen profiili (Suomen Rakennusinsinöörien liitto 2011, 145)

Yleensä puurakenteiden mitoituksessa tuulikuormaa ei tarvitse tarkastella yhdessä muiden muuttuvien kuormien kanssa, koska hetkellisen aikaluokan kuormitusyhdistelmä ei tule määrääväksi. Kattorakenteiden kiinnitykset tulee kuitenkin tarkastaa tuulikuorman imulle käyttäen osapintojen paikallista tuulenpainetta. (Kevarinmäki 2011, 13)

Rakennuksiin vaikuttava tuulikuorma lasketaan kaavan 4.4 (Suomen Rakennusinsinöörien liitto PVM, 139) pintapainemenetelmän avulla. Menetelmässä pintaan vaikuttavat

ulkopuolen ja sisäpuolen tuulen paineet lasketaan yhteen vektorisummana (Suomen Rakennusinsinöörien liitto 2011, 140) Kerroin $c_{p,net}$ sisältää sisäpuolen painekertoimen c_{pi} ja ulkopuolen painekertoimen c_{pe} .

$$w_{net} = q_p(z) \cdot c_{p,net} \quad (4.4)$$

TAULUKKO 4.2 Ulkopuolisen paineen kertoimet (Suomen Rakennusinsinöörien liitto 2011, 146)

Vyöhyke h/d	A		B		C		D		E	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

Sisäpuolisen paineen kertoimien c_{pe} määrittäminen voidaan tehdä rakennuksen sivujen aukkosuhteen perusteella. Lisäksi sisäisen ja ulkoisen paineen katsotaan vaikuttavan samanaikaisesti. (Suomen Rakennusinsinöörien liitto 2011, 157.)

”Lähes neliömäiselle rakennukselle, joiden aukkosuhdetta ei voida tarkkaan arvioida, käytetään vaarallisemman vaikutuksen tuottavaa arvoa vaihtoehdoista $c_{pi} = -0,3$ ja $c_{pi} = +0,2$.” (Suomen Rakennusinsinöörien liitto 2011, 159.)

Säännöstä on johdettavissa Puurakenteiden lyhennetyin suunnitteluohjeen (Kevarinmäki 2011) mukainen yksinkertaistettu menetelmä. Käytän nettopaineen laskennassa Puurakenteiden lyhennetyin suunnitteluohjeen yksinkertaistettuja arvoja (taulukko 4.3), joita voidaan käyttää suunniteltaessa tavanomaisia yksinkertaisia puurakenteita (Kevarinmäki 2011, 9).

TAULUKKO 4.3 Ulkoseinän tuulenpaineen nettopainekertoimet (Kevarinmäki 2011, 14)

Ulkoseinät	suurin imu nurkka-alueilla ¹⁾		suurin imu keskialueilla		suurin paine sisäänpäin	
	$A \geq 10$	$A \leq 1 \text{ m}^2$	$A \geq 10$	$A \leq 1 \text{ m}^2$	$A \geq 10$	$A \leq 1 \text{ m}^2$
tarkasteltava pinta-ala						
$c_{p,net}$	-1,5	-1,7	-1,1	-1,4	+1,1	+1,3

Lasketaan ulkoseinän runkotolppien mitoitusta varten tuulen osapinnan nettopaine nurkka-alueella. Yksinkertaistamisen vuoksi käytän nurkka-alueen mukaan laskettua nettopainetta koko kuistin ulkoseinälle. Määrävimmän paikan eli kuistin pienimmän seinän pinta-ala on noin 5m^2 . Tarkasteltavan pinnan alan ollessa $1\text{...}10\text{m}^2$, nettopaine voidaan interpoloida lineaarisesti (Kevarinmäki 2011, 14).

$$c_{p,net} = -1,6, \text{ kun } A = 5\text{m}^2$$

$$w_{net} = q_p(z) \cdot c_{p,net} = 0,65\text{kN/m}^2 \cdot (-1,6) = -1,04\text{kN/m}^2$$

Käytetään kuistin runkotolpan mitoituksessa arvoa $1,04\text{kN/m}^2$ ja muualla arvoa $1,0\text{kN/m}^2$.

Katon kaltevuudet ovat rakennuksen pääosassa 1:1,75 eli noin 29,7 astetta ja kuistin katoissa 1:4 eli noin 14,0 astetta. Lasketaan kattokannattimen mitoitusta varten tuulen osapinnan nettopaine kuistin katolle:

$$c_{p,net,räystäs} \approx -3,5$$

$$c_{p,net} \approx -2,25, \text{ kun katon pinta-ala } A \approx 7\text{m}^2 \text{ ja käytetään lineaarista interpolointia}$$

$$w_{net,räystäs} = q_p(z) \cdot c_{p,net} = 0,65\text{kN/m}^2 \cdot (-3,5) = -2,28\text{kN/m}^2$$

$$w_{net} = q_p(z) \cdot c_{p,net} = 0,65\text{kN/m}^2 \cdot (-2,25) = -1,46\text{kN/m}^2$$

TAULUKKO 4.4 Kattojen tuulenpaineen nettopainekertoimet (Kevarinmäki 2011, 14, muokattu)

kattotyyppi	katon kaltevuus ¹⁾	nurkka-alueet ²⁾			reuna-alueet ³⁾			muu alue ⁴⁾	
		$A \geq 10$	$A \leq 1$	räys-täs	$A \geq 10$	$A \leq 1$	räys-täs	$A \geq 10$	$A \leq 1$
Harjakatto	$5^\circ\text{...}15^\circ$	-2,0	-2,8	-3,5	-1,6	-2,3	-3,0	-1,0	-1,5
	$\geq 30^\circ$	-1,4	-1,8	-2,5	-1,7	-2,3	-3,0	-1,2	-1,5

Lasketaan kattokannattimen mitoitusta varten tuulen osapinnan nettopaine varaston katolle:

$$c_{p,net,räystäs} \approx -2,5$$

$$c_{p,net} \approx -1,4, \text{ kun katon pinta-ala } A < 10\text{m}^2$$

$$w_{net,räystäs} = q_p(z) \cdot c_{p,net} = 0,65kN/m^2 \cdot (-2,5) = -1,63kN/m^2$$

$$w_{net} = q_p(z) \cdot c_{p,net} = 0,65kN/m^2 \cdot (-1,4) = -0,91kN/m^2$$

4.1.4 Hyötykuorma

Kuistin lattiarakenteiden mitoituksessa on huomioitu muuttuvana kuormana hyötykuorma. Valitaan kuistin lattiarakenteille keskimääräinen hyötykuorman arvo 2,0 kN/m² Suomen Standardisoimisliiton suunnitteluohjeen (2002, 30) mukaan.

Varasto- tai tuotantotilassa hyötykuorman suuruus olisi 7,5kN/m² Suomen Standardisoimisliiton SFS-EN 1991-1-1 -standardin (2002, 34) mukaan. Kuitenkin Suomen Standardisoimisliiton ohjeen mukaan ”arvoja voidaan tarvittaessa muuttaa hankekohtaisen käyttötarkoituksen mukaisesti (ks. taulukkoa 6.3 ja liitettä A) tai kansallisessa liitteessä.” (2002, 34.) Mikäli varaston alapohjarakenne uusittaisiin, voisi mitoitusarvona käyttää esimerkiksi säädetyn kansallisen liitteen (Suomen Standardisoimisliitto 2007a, 3) mukaista autotalleille määriteltyä hyötykuorman arvoa 2,5kN/m², jotta mitoitus olisi todenmukaisempi. Varastossa on säilytetty vain kevyttä taloustavaraa, työkaluja ja kevyitä huonekaluja, eikä käyttötarkoitus ole muuttumassa.

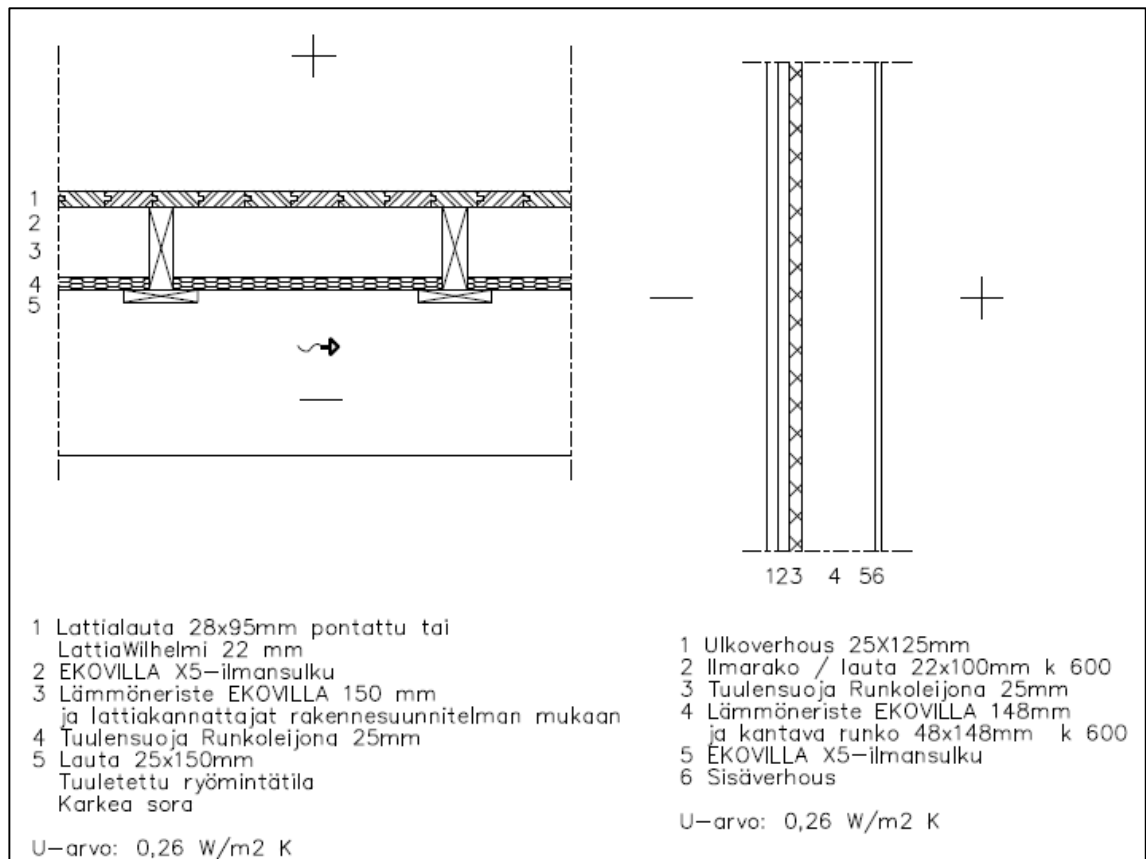
4.2 Puolilämmin kuisti ja lämpimät tilat

Rakennuksen laajennusosan eli puolilämpimän kuistin rakenteet on mitoitettu käyttäen Finnwood 2.3 SR1 -laskentaohjelmaa. Finnwood -laskentaohjelmaan syötettävät kuormitusten arvot on määritetty erillisenä Excel-laskentana. Mitoitusta on yksinkertaistettu siten, että rakenneosista on valittu tarkasteluun määräävin, jonka jälkeen kyseinen rakenneosa on määritelty käytettäväksi kaikissa kuormituksiltaan yhtä suurissa tai pienemmissä tilanteissa.

4.2.1 Rakennetyypit

Tässä kohteessa uusien tilojen laajuus ei ole kovin suuri. Tästä syystä on järkevää käyttää uusissa rakenteissa samankaltaisia materiaaleja kuin vanhoissakin, mikäli se on mahdollista ja nykymääräysten mukaista. Kohteen vanhat rakennusmateriaalit eivät ole itsessään kyseenalaisia tai vääränlaisia: esimerkiksi mahdollisesti asbestia sisältäviä materiaaleja ei ole käytetty. Materiaalien käyttötavoissa ja rakennetyypeissä on kuitenkin parantamisen varaa esimerkiksi seinän ilmaraon ja alapohjan kapillaarikatkon osalta. Rakennetyyppien suunnittelun lähtökohtana ovat Ympäristöministeriön (2011, 13) asettamat lämmönläpäisykertoimen eli U-arvon vaatimukset puolilämpimälle tilalle.

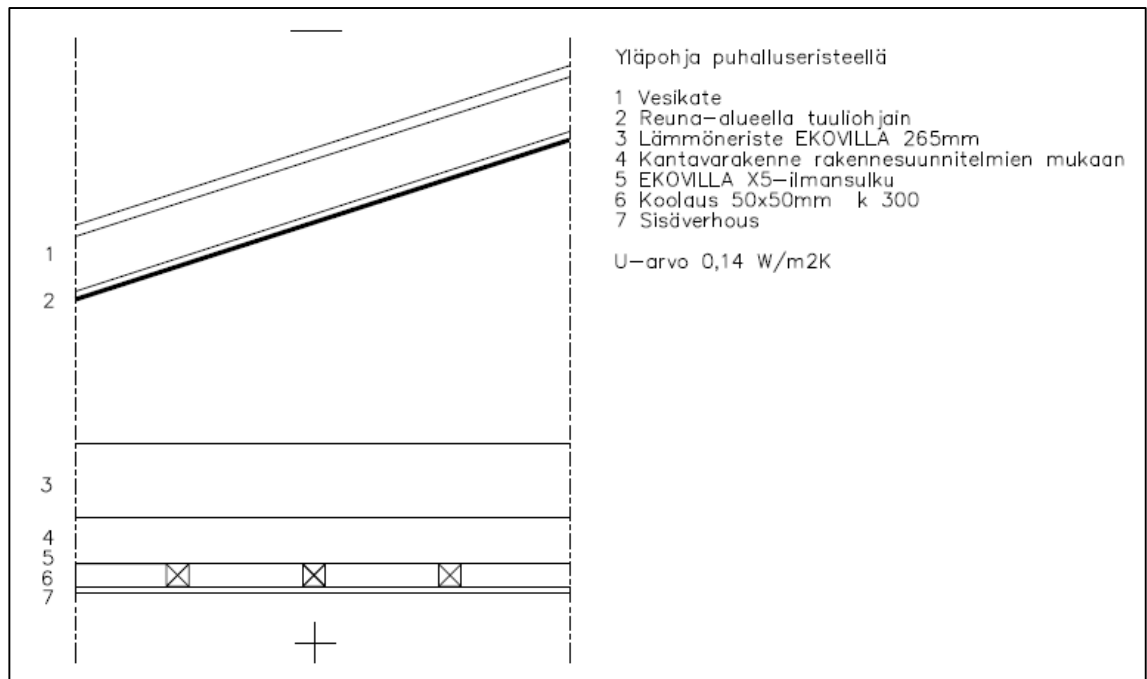
Uuden kuistin alapohja toteutetaan puurakenteisena ryömintätalaiseksi alapohjana (kuva 4.6), joka täyttää puolilämpimälle tilalle asetetun lämmönläpäisykertoimen vaatimuksen $0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Ympäristöministeriö 2011, 13). Puurakenteinen alapohja on selvästi kevyempi kuin esimerkiksi teräsbetonilaatallinen alapohjarakenne ja tästä syystä perustavissa ruuvipaalujen varaan. Ruuvipaaluja käytettäessä ei myöskään tarvita routaeristystä, kun paalun laippa kierretään routarajan alapuolelle (Paalupiste Oy 2016a, 2).



KUVA 4.6 Kuistin alapohjan ja ulkoseinän rakennetyypit (Ekovilla 2016a, muokattu)

Kuistin ulkoseinä rakennetaan paikalla puukuitueristeisenä puurunkorakenteena, jonka lähtökohtana on Ekovilla Oy:n ulkoseinän rakennetyyppi (kuva 4.6). Valmiista rakennetyypistä poiketen seinän kantavana runkona toimii 48 x 98 mm sahatavaratolpat 600 mm k/k-jaolla. Rungon sisäpintaan tehdään 48 x 49 mm koolaus 600 mm k/k-jaolla halkaisutusta sahatavarasta koolauksen välit lämmöneristäen. Tällöin seinän U-arvo täyttää Ympäristöministeriön (2011, 13) asettamat puolilämpimän tilan vaatimukset.

Vesikatteeksi asennetaan vanhan rakennuksen tapaan peltikate. Harjalinjalle sijoitetaan primääripalkki, joka kannattelee vinot kattovasat, korotusrimat, ruodelaudoituksen sekä vesikatteen. Peltikatteen kanssa tulee käyttää aluskatetta kattovasojen ja korotusrimojen välissä. Lämmöneristeet sekä erilliset kannatinpalkit asennetaan vaakaan Ekovilla Oy:n rakennetyypin (kuva 4.7) mukaisesti, jotta sisäkatosta tulee vaakasuora.



KUVA 4.7 Kuistin yläpohjan rakennetyyppi (Ekovilla 2016a, muokattu)

Puolilämpimän tilan ja keittiön välinen seinä säilytetään rungon ja sen sisäpuolisten osien osalta nykyisellään. Kuistin kohdalta poistetaan vanhat julkisivulaudat ja tervapaperi, jotka korvataan uudella rakennuspaperilla ja sisäverhouspaneelilla. Runkoa vahvistetaan poistettavan ikkunan kohdalta sekä uuden oven molemmilta puolilta.

4.2.2 Yläpohja

Finnwood-laskentaohjelmalla tehtyjen tarkistuslaskelmien jälkeen yläpohjassa käytetään seuraavia kantavia rakenteita:

- kattovasa C24 48 x 98 mm k600 (liite 16)
- primääräkannattaja C24 2kpl 48 x 123 mm (liite 15)
- sisäkaton kannattimet C24 48 x 98 mm k600.

Puhalletun Ekovilla-lämmöneristeen tiheys on noin 32 kg/m^3 (Ekovilla 2016b) eli noin $0,31 \text{ kN/m}^3$. Mäntysahatavaran tiheys vaihtelee välillä $450 - 550 \text{ kg/m}^3$. Käytän laskennassa sahatavaran tiheyden arviona tasalukua 5 kN/m^3 . Lasketaan lämmöneristeen ja koolauksen neliöpaino:

$$\text{Eriste: } 0,31 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,265 \text{ m} \approx 0,08 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Koolaus: } 5 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,048 \text{ m} \cdot 0,049 \text{ m} \cdot \frac{1}{0,3 \text{ m}} \approx 0,04 \text{ kN/m}^2$$

Voidaan todeta, että sisäkaton kannattajien kuormitus on pienempi kuin kattovasojen, joten samankokoinen sahatavarapalkisto kestää selkeästi. Rakenteiden sijainti ja kiinnitys on esitetty yläpohjan rakenneleikkauksissa (liite 12) ja vesikaton tasopiirustuksesta (liite 7). Uuden kuistin yläpohjan rakenteiden liitoksesta vanhaan yläpohjaan ja ulkoseinään on esitetty periaate rakenneleikkauksessa (liite 9). Vanhat kattovasat katkaistaan uuden ja vanhan kattorakenteen rajapinnasta siten, että uuden räystäään taite on mahdollista tehdä.

Laskennan jälkeen yläpohjan rakenne on ulkoa sisäänpäin tarkasteltuna seuraava:

- vesikate (pelti)
- ruoteet 22 x 100 mm (k/k-jako katevalmistajan ohjeen mukaan)
- korokerimat 25 x 100 mm k600
- aluskate
- kattovasat C24 48 x 98 mm k600
- reuna-alueilla tuulenohjain kattovasojen välissä
- lämmöneriste Ekovilla 265 mm
- Ekovilla X5 -ilmansulku
- koolaus 48 x 49 mm k300
- sisäverhous (paneeli).

Yläpohjaa rakennettaessa tulee huomioida nykyaikaisten rakentamismääräysten ja yleisten toimintatapojen lisäksi eri materiaalivalmistajien ohjeet esimerkiksi ruoteiden tai vesi- ja aluskatteen asennuksessa.

Suomen rakentamismääräyskokoelman osan C2 (1999, 13) mukaan aluskatteen ja vesikatteen väliin pitää muodostua riittävä tuuletusväli. Tästä syystä ruoteet eivät ole suoraan kiinni kattovasoissa, vaan väliin asennetaan korotusrimat. Ruoteiden k/k-jako määritetään rakennuskohteessa aina katekohtaisesti valmistajan ohjeen mukaan. Esimerkiksi Ruukin Tiilikainen-peltikatteen kanssa ruodejakona käytetään 350 mm k/k-jakoa (Ruukki 2012, 3).

Yleisesti hyväksi todettu käytäntö on asentaa aluskate hieman löysälle kattovasojen ja korotusrimojen väliin. Aluskate tulee asentaa noin 30 mm notkolle lämpötilaeroista johtuvan kutistumisen ja laajenemisen takia (Suomirakentaa 2013). Tiukasti asennettuna aluskate voi ohjata mahdollisen peltikattoon kondensoituneen tai muualta katteen alle päässeen veden korokerimalinjoille. Korokerimojen kiinnikkeet lävistävät aluskatteen, mutta löysälle asennettuna vesi ei pääse aluskatteen reikiin ja sitä kautta kattokannattajiin tai yläpohjan lämmöneristeisiin. Lisäksi tulee muistaa ulottaa aluskate tarpeeksi pitkälle räystään päälle, jottei mahdollinen kondenssivesi valu vajaaksi jätetyn aluskatteen reunasta esimerkiksi ulkoseinän lämmöneristeisiin.

4.2.3 Ulkoseinä

Kuistin ulkoseinän rakenteista on mitoitettu Finnwood 2.3 SR1 -laskentaohjelmalla seinän yläpalkki, runkotolppa (liite 13) sekä primääripalkkia tukeva tuplatolppa (liite 14). Lisäksi olohuoneen uuden ikkunan yläpuolelle on mitoitettu uusi aukkopalkki ja aukkopalkin alle tuplatolppa.

Kuistin runkomateriaalina käytetään C24 48 x 98 mm sahatavaraa. Kuistin rungossa ei käytetä normaalia 600 mm k/k-jakoa, koska k/k-jakoa suurempia ikkunoita on paljon suhteessa seinän pinta-alaan. Runkotolppien sekä oven molemmin puolin asennettavien tuplatolppien paikat näkyvät rungon mittapiirustuksessa (liite 6).

Seinän rungon yläpalkkina, ala- ja yläsidepuuna käytetään samaa sahatavaraa kuin rungossakin. C24 48 x 98 mm yläpalkki lovetaan yläsidepuun alle rungon sisäpintaan kaikissa kuistin ulkoseinissä. Kuistin jäykistys toteutetaan Runkoleijona-tuulensuojalevytyksellä ja ilmaraon yhtenäisyys varmistetaan ristiin koolauksella.

Ulkoseinän rakenne on laskennan jälkeen ulkoa sisäänpäin tarkasteltuna seuraava:

- ulkoverhouslauta vaakaan
- pystykoolaus 25 x 100 mm k600
- vaakakoolaus 25 x 100 mm k600
- tuulensuoja Runkoleijona 25 mm
- kantava runko 48 x 98 mm (k/k-jako rungon mittapiirustuksen mukaan) ja välissä lämmöneriste Ekovilla 98 mm
- vaakakoolaus 48 x 49 mm ja välissä lämmöneriste Ekovilla 98 mm
- Ekovilla X5 -ilmansulku
- sisäverhous (paneeli).

Uuden kuistin ulkoseinän rakentamisen lisäksi tehdään muutoksia vanhaan ulkoseinään kuistin rakentamisen sekä uusien aukkojen takia. Kuistin väliseinän kohdalla vanha ulkoverhous ja tervapaperi korvataan rakennuspaperilla ja uudella sisäverhouspaneloinnilla. Kuistin harjan kohdalla vanhan ulkoseinään asennetaan tuplatolppa, jonka päälle kuistin primääripalkki tuetaan. Yläsidepuu katkaistaan tuplatolpan kohdalta ja kiinnitetään tuplatolppaan kulmalevyin molemmilta puoliltaan. Uuden oviaukon toiselle puolelle asennetaan myös tuplatolpat, mutta olemassa olevien runkopuiden pituisina.

Olohuoneeseen asennettava uusi ikkuna aiheuttaa myös muutostöitä vanhan ulkoseinän osalta. Vanhassa ulkoseinässä on yläpalkkina 50 x 100 mm sahatavarapalkki, joka poistetaan ja korvataan uudella aukkopalkilla. Ikkuna-aukon molemmin puolin asennetaan uudet tuplatolpat sahatavarasta. Tuplatolppien päälle asennetaan uusi aukkopalkki C24 2x 48 x 147 mm sahatavarasta.

Ikkunan lisäyksestä syntyvä aukko täytyy tukea asennustyön ajaksi väliaikaistuennalla sortumisvaaran välttämiseksi. Työn toteutusjärjestys on esimerkiksi seuraava:

- sisä- ja ulkoverhouksen purkaminen tarvittavilta osin
- terva- ja rakennuspaperin sekä lämmöneristeiden poistaminen aukon kohdalta
- väliaikaistuennan asennus yläsidepuun ulkoreunaan

- vanhan yläpalkin katkaiseminen ja poistaminen
- vanhojen runkotolppien poistaminen aukon kohdalta
- uusien tuplatolppien asentaminen
- uuden aukkopalkin toisen puolen asentaminen rungon sisäpintaan
- väliaikaistuennan lisäys aukon keskelle ja edellisen tuennan poistaminen
- aukkopalkin toisen puolen asennus rungon ulkopintaan.

Aukon tekemisen ja rakenteiden vahvistamisen jälkeen on mahdollista asentaa seinään uudet lämmöneristeet, sisä- ja ulkoverhous sekä uusi ikkuna. Rakennus- ja tervapaperia lisätään tarvittaessa, mikäli aukon tekemisen jälkeen paperipinnat eivät ole yhtenäisiä.

Keittiön uutta ikkunaa varten tehdään myös uusi aukko vanhaan ulkoseinään. Aukon teossa voidaan menetellä samoin kuin olohuoneen seinänkin kanssa. Keittiössä tuplatolpista tai järeää aukkopalkkia ei tarvita: riittää, että aukon molemmin puolin asennetaan runkotolpat C24 48 x 98 mm sahatavarasta.

4.2.4 Alapohja

Kuistin alapohja tehdään puurakenteisena rossipohjana, joka on rakenteeltaan seuraava ulkoa sisäänpäin tarkasteltuna:

- perusmaa
- kapillaarikatkerros >300 mm (salaajasepeli #6-16 tai muu soveltuva)
- tuuletettu tila >400 mm
- painekyllästetyt kannakelaudat 22 x 100 mm k400
- tuulensuoja Runkoleijona 25 mm
- lattiakannattajat C24 48 x 148 mm k400 ja välissä lämmöneriste Ekovilla 148 mm
- Ekovilla X5 -ilmansulku
- lattialauta.

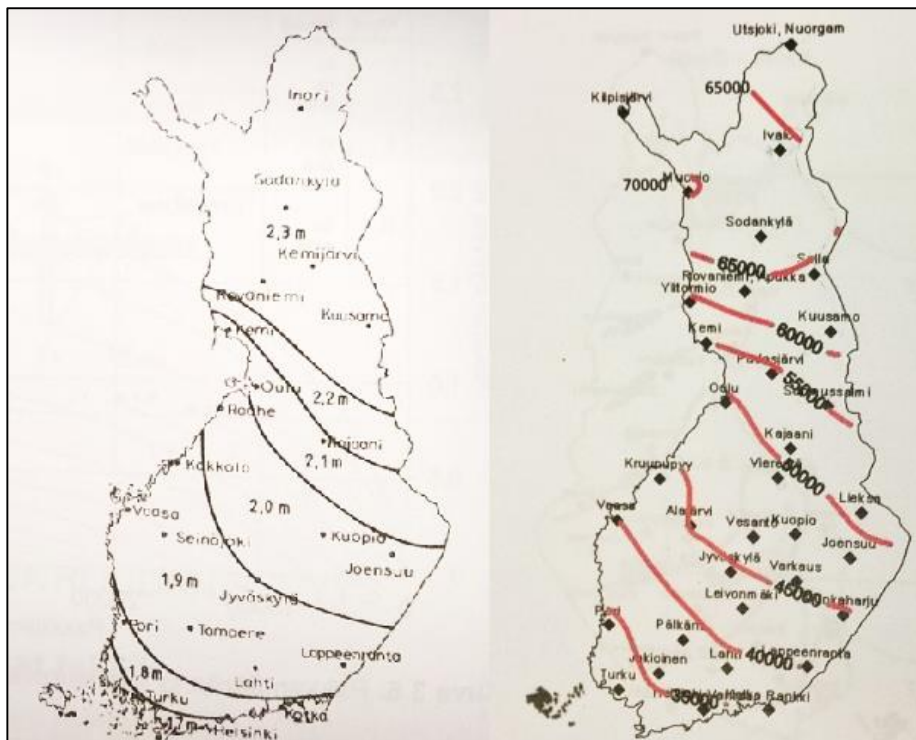
Alapohjarakenteista on mitoitettu Finnwood 2.3 SR1 -laskentaohjelmalla ruuvipaalujen päälle tukeutuva painekyllästetty palkki, jonka paikka ja korkeusasema näkyvät alapohjan tasopiirustuksessa (liite 8) ja alapohjaleikkauksessa AP1-AP1 (liite 11). Kuistin rakenteita kannattelevana palkkina paalulinjalla toimii alapohjassa painekyllästetty 2x 50 x 100 mm sahatavarapalkki.

Ruuvipaaluihin on saatavilla lisäosia erilaisten puurakenteiden kiinnittämistä varten. Tässä kohteessa kyllästetyn palkin kiinnitys onnistuu vaivattomimmin käyttäen Paalupiste Oy:n valmisosaa, jolla voidaan kiinnittää ruuvipaaluun neljän tuuman vaakajuoksu (Paalupiste Oy 2016a, 6).

Ruuvipaaluperustus ei vaadi routaeristystä, mikäli paalun laippa kierretään routarajan alapuolelle (Paalupiste Oy 2016a, 2). Määritän routasyvyydelle arvon RIL 261-2013 -suunnitteluohjeen mukaisesti.

RIL 261-2013 -suunnitteluohjeen mukaan pysyvien rakennusten perustusten routasuojaus mitoitetaan pakkasmäärälle F_{50} (2013, 76) eli kerran 50 vuodessa toistuvalla pakkasmäärälle.

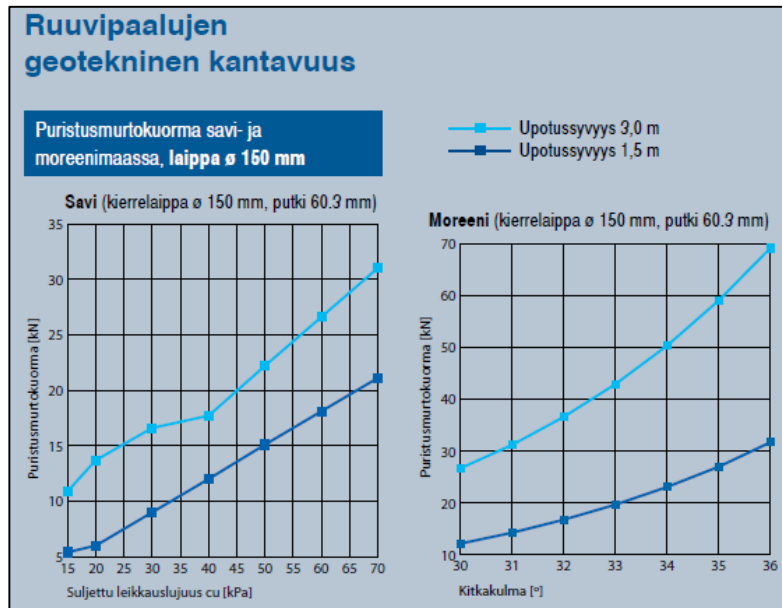
Jyväskylän alueella F_{50} -pakkasmääräksi saadaan noin 45000 ja roudan maksimisyvyydeksi kerran 50 vuodessa noin 2 metriä (kuva 4.8).



KUVA 4.8 Roudan syvyys ja F_{50} -pakkasmäärät Suomessa (Suomen Rakennusinsinööriliitto 2013, 34 ja 18, muokattu)

Ruuvipaalun pituudeksi valitaan 3,2 m, joka riittää kaikilla maalajeilla roudattoman syvyyden saavuttamiseen. Samalla saadaan varmuutta paalun kantavuudelle.

Ruuvipaaluvalmistajan valmistaulukon avulla voidaan määrittää yksittäisen ruuvipaalun kantavuus perustapauksissa (kuva 4.9).



KUVA 4.9 Ruuvipaalun geotekninen kantavuus (Paalupiste Oy 2016a, 5)

Kuvaa 4.9 tarkastelemalla huomataan, että savi- ja moreenimaassa paalun kantavuudella on suuri ero. Esimerkiksi leikkauslujuudeltaan 15 kPa:n savimaalla kolmen metrin pituisen paalun kantavuus on 10,9 kN (Paalupiste Oy 2016b, 1). Moreenimaalla kantavuus yli tuplaantuu.

Tässä kohteessa maa on pääosin kovaa savea. Alkuperäisen rakennuksen perustaminen on tehty betoniputkilla, jotka ulottuvat noin 2,5 – 3 metrin syvyyteen kantavaan hiekkakerrokseen. Vanhan päärakennuksen perustaminen on tehty sen sijaan tehty täysin maanvaraisesti, koska kantavan hiekan taso löytyy kellarin lattian tasolta.

Käytetään kohteessa 3,2 metrin pituisia 60.3 x 2.9 mm ruuvipaaluja halkaisijaltaan 150 mm kierrelaipalla. Voidaan olettaa, että paalun kantavuus käytännössä tuplaantuu, kun laippa sijaitsee savimaan sijaan kantavassa hiekkakerroksessa (Nyström 2016). Paalujen kuormitus muodostuu kuistin alapohjapalkin tukireaktiosta kullekin paalulle. Maksimitukireaktio on keskimmaisilla paaluilla noin 14,5 kN. Voidaan todeta, että paalun kestävyys on riittävä, kun käytetään yli kolmen metrin pituisia paaluja ja kierrelaippa ruuvataan hiekkakerrokseen saakka. Keskimmaisilla paaluilla hiekkakerroksen saavuttaminen varmistetaan käyttämällä metrin pituisia jatkoja varsinaisen paalun lisänä.

4.3 Kylmä varasto

Vanhan varasto-osion rakenteet puretaan heinähuoneen ja traktoritallin osalta. Vanhan aitan seinärakenteet säilytetään ja käytetään varaston uusina ulkoseinäinä mahdollisuuksien mukaan. Varaston välipohja sekä portaat säilytetään nykyisellään, jotta lämpimän puolen eristetilaan on edelleen kulkuyhteys (kuva 4.10). Kylmän varaston puurakenteille tulevat kuormitukset on kuistin tapaan laskettu erillisenä Excel-laskentana ja sijoitettu Finnwood-laskentaohjelmaan.

4.3.1 Rakennetyypit

Kylmän varaston ulkoseinäksi jätetään välipohjan alapuoliselta osalta vanha 50 x 100 mm ja 100 x 100 mm sahatavarasta tehty runko. Päätykolmio rakennetaan paikalla 48 x 98 mm sahatavarasta vanhan rungon päälle. Kylmään varastoon ei asenneta rungon väliin lämmöneristeitä. Ulkoseinään asennetaan kuitenkin tuulensuojalevytys jäykistykseksi sekä tämän päälle ristiin koolaus ja uusi julkisivuverhous, jotta varaston julkisivulaudoitus ei porrasta lämpimän osion julkisivuverhouksen kanssa.. Rungon paikkaa ei voida muuttaa, koska käytetään jo olemassa olevia kantavia rakenteita.

Myöskään yläpohjarakennetta ei varaston osalta lämmöneristetä. Harjalle asennetaan primääripalkki ja sen varaan kattovasat, korotusrimat, ruodelaudat ja vesikate. Kuistin yläpohjan tapaan myös varaston yläpohjaan asennetaan aluskate. Varaston välipohjarakenne säilytetään sellaisenaan aitan osalta.



KUVA 4.10 Lämpimän tilan päätykolmio ja varaston portaikko (Kuva: Antti Naukkarinen 2016)

4.3.2 Yläpohja

Uusi yläpohja vastaa rakenteiltaan lähes vanhaa purettavaa rakennetta, jonka harjalinja sijaitsi toisin päin. Kuvassa 4.10 näkyy lämpimän tilan päätykolmio, josta olemassa olevaa harjalinjaa jatketaan noin neljä metriä eli aitan leveyden verran.

Yläpohjan puurakenteista on mitoitettu harjan primääripalkki (liite 18) sekä kattovasat (liite 19). Primääripalkin tukivälin pituuden takia käytettäväksi palkiksi tuli mitoituksessa GL30c-lujuusluokan 115 x 225 mm liimapuupalkki. Kiinnitys alla oleviin tuplatolppiin tehdään naulauslevyjen avulla. Kattovasoina käytetään 48 x 148 mm sahatavaraa 600 mm k/k-jaolla.

Vanhassa yläpohjassa ei ollut rakennuksen missään osassa aluskatetta. Uudessa rakenteessa aluskate sijoitetaan myös kylmän varaston yläpohjaan. Aluskatteen päälle asennetaan korotusrimat, ruoteet ja vesikate, kuten kuistissakin. Vaakasuuntaisena rakenteena on vanha välipohja, joka säilytetään sellaisenaan. Lämmöneristeitä ei sen sijaan asenneta kylmään varastoon.

4.3.3 Ulkoseinä ja jäykistys

Tuleva varaston ulkoseinärakenne on osittain uutta ja vanhaa: vanha metrin k/k-jaolla oleva 50 x 100 mm kantava runko säilytetään pääosin. Ikkunoiden lisäämisen takia runkoon asennetaan uusia runkotolppia ikkunoiden molemmin puolin. uusi päätykolmio rakennetaan vanhan rungon päälle alapuolista runkoa vastaavalla k/k-jaolla. Välipohjapalkkien jatkaminen on tehty tulevan ulkoseinän kohdalla, joten traktoritallin puoleisen välipohjan purkaminen ei aiheuta välipohjan kantavuuden osalta lisätoimenpiteitä (kuva 4.11). Kuvassa 4.11 näkyy tuleva ulkoseinä ennen rungon vahvistamista.



KUVA 4.11 Traktoritallin rakenteet (Kuva: Antti Naukkarinen 2016, muokattu)

Kantavan rungon osalta mitoitettavia rakenteita ovat runkotolpat yleisesti sekä pilari harjan primääripalkin alla. Mitoituksen jälkeen voidaan todeta, että varaston runkona kestää 48 x 98 mm sahatavaratolpat 800 mm k/k-jaolla sekä C24 48 x 123 mm tuplatolppa (liite 17) pilarina keskellä päätyseinää.

Rungon ala- ja yläsidepuuna säilytetään vanhat rakenteet. Uuden päätyseinän vanha 100 x 100 mm yläpalkki katkaistaan keskelle asennettavan uuden tuplatolpan kohdalta, jotta tuplatolppa voidaan ulottaa yhtenäisenä primääripalkin alapintaan asti. Yläpalkki kiinnitetään tuplatolppien kylkeen molemmilta puoliltaan kulmalevyin. Lisäksi vanhan yläpalkin alle lovetaan 48 x 98 mm sidepuu. Lyhemmille seinälinjoille lovetaan uusi 48 x 98 mm C24-lujuusluokan yläpalkki yläsidepuun alle.

Välipohjan palkisto mahdollistaa tuplatolpan tukemisen myös palkiston tasolta. Uutta päätykolmiota rakennettaessa tulee huomioida, että päätykolmion C24 48 x 98 mm yläpalkkia tai yläsidepuuta ei voi asentaa primääripalkin kohdalle, vaan ne tulee kiinnittää primääripalkin kylkeen.

Varaston runkoon asennetaan jäykistäväksi rakenteeksi tuulensuojalevyt kaikille kolmelle sivulle. Lasketaan rakennuksen kapeamman seinän jäykistyksen kestävyys tuulen aiheuttamille vaakavoimille EC5 Sovelluslaskelmat: Asuinrakennus -suunnitteluohjeen (2010) ja Suomen Kuitulevy Oy:n Tuulensuojalevyjen laskenta- ja kiinnitysohjeen (2000) mukaisesti.

Kohdassa 4.1.3 määritetty kokonaistuulikuorma rakennuksen seinäpinnoille on $0,78 \text{ kN/m}^2$. Levyjäykistettä kuormittava vaakavoima seinän yläpäässä muodostuu tuulen aiheuttamasta paineesta seinäpinnoille. Tuulikuormasta noin $0,2H$:n korkeuden verran voidaan olettaa siirtyvän suoraan alapohjarakenteelle (Puuinfo 2010, 70). Loput tuulikuormasta tulee ottaa vastaan seinän jäykisteellä.

Tuulen aiheuttama vaakavoima seinän yläpäälle viivakuormana:

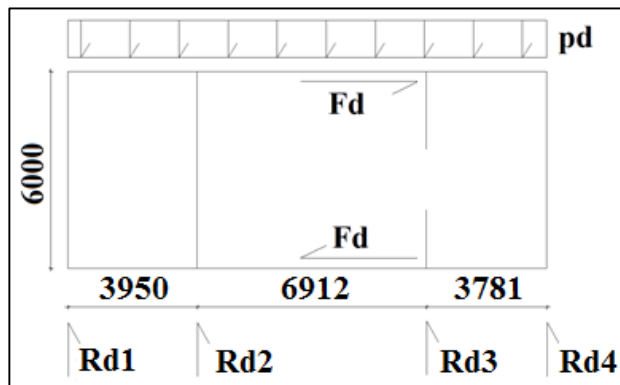
$$p_d = 1,5 \cdot 0,78 \text{ kN/m}^2 \cdot (z - 0,2H) \text{ m} \approx 5,0 \text{ kN/m}$$

$$p_d = 1,5 \cdot 0,78 \text{ kN/m}^2 \cdot 4,3 \text{ m} \approx 5,0 \text{ kN/m}$$

, jossa

$$(z - 0,2H) = \text{rakennuksen korkeus} - 0,2 \cdot \text{seinän korkeus}$$

Kohteessa tuulen aiheuttama vaakakuorma jakaantuu yksinkertaistetusti ajateltuna neljälle seinälinjalle, joissa vaikuttavat voimat $Rd1$, $Rd2$, $Rd3$ ja $Rd4$ (kuva 4.12).



KUVA 4.12 Rakennuksen jäykistelinjat

Lasketaan seinälinjalla 1 vaikuttava tukivoima seinän yläpäässä:

$$Rd1 = \frac{3,95 \text{ m}}{2} \cdot p_d = \frac{3,95 \text{ m}}{2} \cdot 5,0 \text{ kN/m} = 9,9 \text{ kN}$$

Tarkastellaan vain rakennuksen muutettavaa osiota eli varaston ulkoseinän linjaa 1. Tuulesta aiheutuva voima on $Rd1 = 9,9 \text{ kN}$. Lasketaan yhden tuulensuojalevyn jäykistyskapasiteetti Suomen Kuitulevy Oy:n laskentaohjeen mukaisesti:

$$Q_{v,d} = F_{f,d} \cdot b/c > Q_d \quad (\text{Suomen Kuitulevy Oy 2000, 7}) \quad (4.5)$$

, jossa

b = levyn leveys

c = naulaväli

$F_{f,d}$ = naulan leikkauskapasiteetti

Q_d = tuulikuorman laskenta-arvo seinän yläpäässä

$$Q_{v,d} = 0,32kN/leike \cdot 1,2m / 0,15m = 2,56kN/levy$$

Tarvittavien ehjien levyjen määrä päätyseinällä on tällöin:

$$9,9kN / 2,56kN/levy = 3,87 \text{ levyä}$$

Päätyseinälle on mahdollista asentaa täysiä tuulensuojalevyjä 4kpl (2 pystyyn ja 2 vaakaan) sekä 1500 mm korkeita levyjä 3kpl pystyyn. Kohteessa jätetään paikalleen kuvassa 4.13 näkyvä sisäpuolen filmivanerointi ja umpeen laudoitettu välipohja, jolloin tilanteessa ollaan reilusti varman puolella.

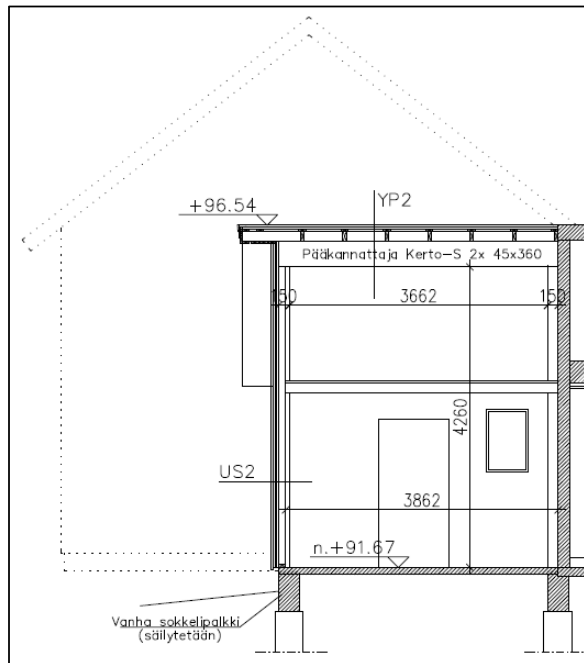


KUVA 4.13 Varasto kevyiden väliseinien purkamisen jälkeen

Rakennuksen olemassa olevasta seinärakenteesta puuttuu vanhasta rakentamistavasta poi- keten vinolaudoitus. Rakennus on pysynyt suorassa jo vuodesta 1963 saakka vinolaudoituksen puuttumisesta huolimatta, joten oletettavasti väliseinillä, yläpohjalla, sisäpuolen koolauksella ja julkisivulaudoituksella on saatu jäykistettyä rakennus tarpeeksi luotettavasti. Julkisivuremontin yhteydessä talon jokaiselle ulkoseinälle lisätään tuulensuojalevytyks, joka tuo varmuutta rakennuksen jäykistykseen.

4.3.4 Alapohja

Alapohjarakenteena säilytetään vanha teräsbetoni-laatta sekä sokkelipalkit. Laatta katkaistaan uuden ulkoseinälinjan eli vanhan väliseinälinjan ulkopuolelta. Rakenneavauksissa todettiin, että linjalla on teräsbetoni-laatan alla noin 500 mm korkea teräsbetoni-palkki ja palkin päissä halkaisijaltaan noin 400 mm betoniputket paaluina.



KUVA 4.14 Vanhan sokkelipalkin sijainti

Kuvassa 4.10 näkyvä vanha kantava pilari sijaitsee purettavan korkean harjalinjan neljännesspisteessä. Vanha harjalinja sijaitsee noin 300 mm sivussa tulevalta ulkoseinälinjalta eli linjalta, jossa kantava betonipalkki sijaitsee (kuva 4.14). Sijainnista johtuen neljännesspisteen pilaria ei ole voitu viedä suorana alapohjan betonilaatan päälle, koska noin 7 cm paksu laatta ei kestäisi pistekuormaa, vaan se on asennettu suoraan välipohjapalkin päälle. Vanhan neljännesspilarin kuormitus on siis johdettu välipohjapalkin kautta väliseinän runkotolpalle ja siitä kantavalle teräsbetoni-palkille samassa kohtaa kuin tuleva päädyn keskipilarikin tulee sijaitsemaan.

Tutkitaan uuden päätyseinän tilannetta vertailemalla kuormittavia pinta-aloja, kun kantavan teräsbetoni-palkin kuormitus muodostuu välipohjan viivakuormasta, alapohjan teräsbetoni-laatan viivakuormasta ja pilarin pistekuormasta palkin keskikohtalla.

Vanhaa pilaria kuormittava kattopinta-ala: noin 10,4 m²

Uutta pilaria kuormittava kattopinta-ala: noin 7,8 m²

Vanhan välipohjan kuormittava pinta-ala: noin 20,6m²

Välipohjan kuormittava pinta-ala muutoksen jälkeen: noin 11,9m²

Vanhan teräsbetoniilaatan kuormittava pinta-ala: noin 20,6m²

Teräsbetoniilaatan kuormittava pinta-ala muutoksen jälkeen: noin 11,9m²

Vertailemalla kuormittavia pinta-aloja ennen muutosta ja muutoksen jälkeen voidaan todeta, että päädyn teräsbetonipalkkia ei ole tarpeen mitoittaa tai vahvistaa. Palkin kuormitus pienenee huomattavasti, koska

- yläpohjan rakenteiden kuormittava pinta-ala vähenee
- lumen kuormittava pinta-ala vähenee
- välipohjan kuormittava pinta-ala lähes puolittuu
- teräsbetoniilaatan kuormittava pinta-ala lähes puolittuu
- rakenteet pysyvät lähes samanlaisina
- varaston käyttötarkoitus ei muutu.

Juho Tuuvan opinnäytetyön (2013, 22) mukaan 1960-luvun alussa harjateräksen, jonka myötöraja oli 400 N/mm², osuus kaikista käytetyistä betoniteräksistä oli noin 75 %. Betoninormeihin oli tehty muutos vuonna 1954, jolloin betoni lujuusluokiteltiin luokkiin K6 – K45 viiden eri lukuarvon välein (Tuuva 2013, 33). Talon rakentanut allekirjoittaneen isoisä oli rakennusaikaan 1963 ollut jo vuosia betonitehtaan työntekijänä, joten on hyvin todennäköistä, että kohteessa käytetty betoni ja teräkset ovat laadukkaita ja rakenteet ammattitaidolla tehtyjä. Oletan, että käytetty betoni vastaa K20 eli C15/20 -lujuusluokan betonia. Rakenneavauksien perusteella voidaan todeta, että kohteessa on käytetty harjaterästä sileäpintaisten terästankojen sijaan.

Mikäli kohteen teräsbetonirakenteet mitoitettaisiin euronormien mukaan, osavarmuusluku voisi Suomen rakenneluokan 1 mukaisia osavarmuuslukuja. Suomen rakenneluokan 2 arvoja voidaan pienentää, jos kestävyyttä lasketaan olemassa olevan rakenteen mittatietojen pohjalta (Lindberg & Kerokoski 2009, 23).

Rakennuksen kylmän osan ja lämmöneristetyn osan alla on samanlaiset noin 200 x 500 mm teräsbetoniset sokkelipalkit. Varaston muutoksessa harjalinja muuttuu toisin päin, joten kuormatkin muuttuvat. Toisaalta kylmät rakenteet toteutetaan huomattavasti keveimpinä kuin lämpimät rakenteet, eivätkä kylmien rakenteiden kantavat osat juurikaan

eroa jo vuodesta 1963 asti paikallaan olleista kantavista rakenteista. Varaston jääviä teräsbetonirakenteita ei ole tarpeen mitoittaa, ellei purkutöiden yhteydessä ilmene erikokoisia, kuten suurta määrää säästökiviä, ilmakoloja, rapautuneisuutta tai muita rakenteita heikentäviä seikkoja.

4.4 Muut rakenteet

Rakennuksessa ei ole räystäskourujen lisäksi lainkaan syöksyputkia, joten sadevesi on syöksynyt räystäskourujen päistä isoihin vesitynnyreihin ja edelleen maahan tynnyreiden täytyttyä. Sadevesien pois johtaminen onkin käytännössä ollut vain vesien maahan imeyttämistä. Julkisivuremontin yhteydessä tehtävän vesikatteen kunnostamisen ja aluskatteen asentamisen lisäksi rakennukseen tulee asentaa räystäskourut ja syöksyputket.

Salaojituksen kunnosta tai olemassa olostä ei ole varmaa tietoa. Siksi pihan kuivatusjärjestelyjen uusiminen on rakenteiden kuivana pysymisen kannalta ensiarvoisen tärkeää. Rakennukselle tehdään ympärিকাivuu varaston teräsbetonilaatan poistamisen yhteydessä. Ympärিকাivuun tarkoituksena on uusien salaojitusjärjestelmä kokonaan ja tehdä ympärystyttö salaojituksen soveltuvalla materiaalilla. Samalla asennetaan myös routaeristeet ja sadevesijärjestelmä kattovesien pois ohjaamiseen. Sekä salaojitus- että kattovedet on sallittua ohjata Saraaveteen tai ojaan jo olemassa olevilta rakennuksilta (Naukkarinen 2016). 19.4.2016 tehdyssä koekaivannosta (kuva 4.15) voitiin todeta rakennuksen lämpimien tilojen nurkissa olevan noin 300 x 300 mm teräsbetonipilarit. Ympärিকাivuu on siis turvallista tehdä, koska koko rakennus on samalla tavoin perustettu.



KUVA 4.15 Rakennuksen vanhimman osan perustus (Kuva: Antti Naukkarinen 2016)

Ympärikaivuun yhteydessä asennetaan myös uudet vesi- ja viemäriinjat vapaa-ajan asunnolle ja tulevalle saunarakennukselle erillisen vesi- ja viemärisuunnitelman mukaan. Jätevesiviemärin toiminta muuttuu tontilla seuraavasti: saunarakennuksen viereen sijoitetaan uusi jätevesipumppaamo, jonne johdetaan vapaa-ajan asunnon ja saunarakennuksen jätevedet. Pumppaamolta jätevesi johdetaan paineviemäriä pitkin tontin rajalle ja liitetään kunnalliseen verkkoon.

Rakennukseen asennetaan muutosten yhteydessä myös uusi vesimittari. Vesijohto asennetaan ympärikaivuun yhteydessä uuden routasuojauksen alapuolelle samaan kaivantoon kuin salaojaputketkin. Saunalle voidaan tuoda vesijohtolinja vesimittarilta samassa kaivannossa jätevesiviemärin kanssa.

Määritetään rakennukselle routasuojaus RIL 261-2013 Routasuojaus – rakennukset ja inf-rakenteet –ohjeen (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2013) mukaisesti.

Kohdassa 4.2.3. määriteltiin rakennuksen mitoituspakkasmääräksi noin $45\,000\ h^{\circ}C$. Rakennuksen vaadittava routaeristeen leveys B on mitoituspakkamäärällä kuvan 4.16 mukaan 1m, kun alapohjan lämmönvastus on maanvastaisella rakenteella pienempi kuin $7,5\ m^2K/W$. Kohteessa ei tarvitse leventää routaeristystä lisälevyden ΔB verran rakennuksen missään lämpimässä osassa.

Alapohjan tyyppi	Alapohjan lämmönvastus R_{A^*} , m^2K/W	Mitoituspakkasmäärä F_{mit} , Kh	Routaeristeen leveys B, m	Routaeristeen lisäleveys ΔB , m
Maanvastainen alapohjarakenne	< 7,5	35 000...55 000	1,0	
	< 7,5	55 000...75 000	1,2	
	7,5...< 10,0	35 000...55 000	1,2	
	7,5...< 10,0	55 000...75 000	1,5	
	10,0...14,0	35 000...40 000	1,0	0,5
	10,0...14,0	40 000...60 000	1,5	0,5
	10,0...14,0	60 000...75 000	2,0	0,5
Ryömintätilainen alapohjarakenne	$\leq 6,25$	35 000...55 000	1,2	
	$\leq 6,25$	55 000...75 000	1,5	
	> 6,25...< 10,0	35 000...55 000	1,2**	
	> 6,25...< 10,0	55 000...75 000	1,5**	

KUVA 4.16 Lämpimien rakennusten routasuojauksen leveys B (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2013, 93)

Nurkan routasuojauksen laajuus L_c eli nurkan routasuojauksen pituus seinälinjan suunnassa on 1,5 m taulukon 4.5 mukaisesti.

TAULUKKO 4.5 Nurkan routasuojauksen laajuus (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2013, 93)

Mitoituspakkasmäärä F_{50} , Kh	L_c , m
35 000...55 000	1,5
>55 000...65 000	2,0
>65 000...75 000	2,5

Rakennuksen alapohjassa ei todennäköisesti ole lämmöneristeitä, joten routaeristeiden asentamisen yhteydessä myös sokkelipalkki halutaan lisäeristää. Mitoitetaan perusmuurin lämmöneriste (pystyyn), kun sokkelipalkin alapinta on perustussyvyydellä noin 0,5 m. Mitoituspakkasmäärä on $F_{50} = 45\,000$.

Käytetään perusmuurin suositeltavana lämmönvastuksena arvoa $R_p = 1,6\,m^2\,k/W$. Lasketaan betonisen sokkelipalkin lämmönvastus R_b kaavalla 4.15.

$$R_b = d_b / \lambda_b = 0,2\,m / 1,7\,W / mK = 0,12\,m^2\,k / W \quad (4.15)$$

, jossa

$$d_b = \text{sokkelipalkin paksuus}$$

$$\lambda_b = \text{betonin lämmönjohtavuus}$$

Lämmöneristeen vaadittava lämmönvastus R_e on tällöin

$$R_e = 1,6\,m^2\,K / W - 0,12\,m^2\,K / W = 1,48\,m^2\,K / W$$

Vaadittu eristepaksuus vaaditulla lämmönvastuksella ratkaistaan kaavasta 4.16, kun käytetään EPS 120 -eristelevyjä.

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad (4.16)$$

$$d_e = R_e \cdot \lambda_u = 1,48 \text{ m}^2 \text{ K/W} \cdot 0,036 \text{ W/Km} = 0,053 \text{ m}$$

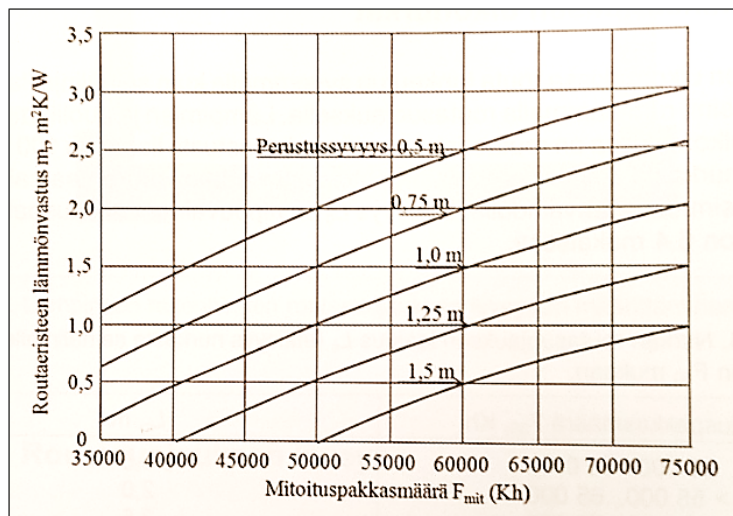
, jossa

$$\lambda_u = 0,036 \text{ W/Km (EPS Routa 120 -eristeen lämmönjohtavuus)}$$

Vaadittava eristepaksuus EPS 120 -eristelevyille on 53 mm eli 70 mm vahva eristelevy on riittävä.

Määritetään routaeristyksen vaadittu lämmönvastus m_r kuvan 4.17 mukaan. Vaadittu lämmönvastus on $m_r = 1,8 \text{ m}^2 \text{ K/W}$. Routaeristeen paksuus d_e voidaan määrittää kaavalla 4.17.

$$d_e = m_r \cdot \lambda_u = 1,8 \text{ m}^2 \text{ K/W} \cdot 0,036 \text{ W/Km} = 0,065 \text{ m} \quad (4.17)$$



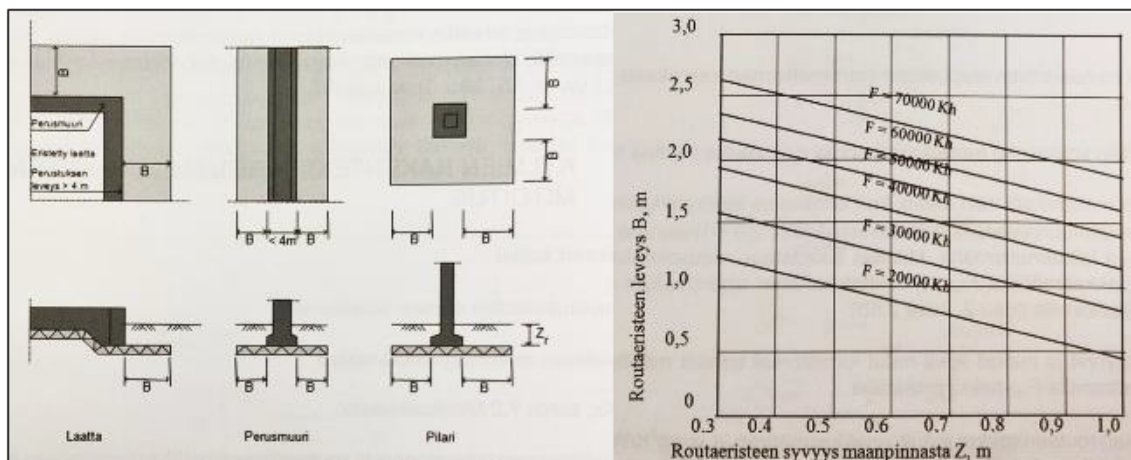
KUVA 4.17 Routaeristeen lämmönvastus (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2013, 94)

Nurkka-alueilla routaeristeen lämmönvastusta tulee kasvattaa 100 % (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2013, 106) eli eristepaksuus tulee kaksinkertaistaa. Lämpimien rakenteiden ympärille asennetaan eristeiksi:

- EPS 120 70 mm sokkelin reunaan pystyyn
- EPS 120 70 mm seinälinjojen ympärille vaakaan
- EPS 120 70 + 70 mm seinälinjojen ympärille nurkka-alueille.

Mitoitetaan kylmien rakenteiden routasuojaus varaston ympärille, kun vuoden keskilämpötila on ollut 4°C , mitoituspakkasmäärä on $F_{50} = 45000\text{h}^{\circ}\text{C}$, routaeristeen syvyys maanpinnasta $Z_r \approx 0,5\text{m}$ ja routaeristeen alapuolisen salaojatäytön paksuus $Z_m \approx 0,4\text{m}$.

Vaadittu routaeristeen leveys B on kuvan 4.18 mukaan noin 2,1m.



KUVA 4.18 Kylmien rakenteiden routaeristeen leveyden määrittäminen (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2013, 120 muokattu)

Routaeristeen vaadittu lämmönvastukseksi saadaan $m_{ro} = 3,1\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ kuvan 4.19 mukaan. Routaeristeen vaadittavaa lämmönvastusta m_{ro} voidaan pienentää kaavalla 4.18 ottamalla huomioon eristeen asennussyvyys (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2013, 121).

$$m_r = m_{ro} - (Z_r - 0,3) \cdot 1\text{m}^2\text{K}/\text{W} \quad (4.18)$$

, jossa

Z_r = Routaeristeen yläpinnan syvyys maanpinnasta

$$m_r = 3,1\text{m}^2\text{K}/\text{W} - (0,4 - 0,3) \cdot 1\text{m}^2\text{K}/\text{W} = 3,0\text{m}^2\text{K}/\text{W}$$

Mitoituspakkas- määrä F_{mit} , Kh	Routaeristeen vaadittava lämmönvastus m_m , m ² K/W													
	20 000			30 000				40 000			50 000			≥ 60 000
Vuoden keski- lämpötila T_m , °C	+2	+3	≥ +4	+1	+2	+3	≥ +4	+1	+2	+3...+4	+1	+2	+3	0...+1
Routaeristeen ala- puolisen routimat- toman kerroksen paksuus Z_m , m														
0,2	1,6	1,4	1,2	3,2	2,6	2,2	1,8	(4,2)	3,5	2,8	*	(4,6)	3,8	*
0,4	1,4	1,1	0,8	2,6	2,1	1,7	1,4	3,5	2,8	2,2	(4,6)	3,8	3,1	*
0,6	1,0	0,7	0,5	2,1	1,7	1,3	1,0	2,8	2,2	1,6	3,8	2,9	2,3	(5,0)
0,8	0,6	0,4	0,3	1,7	1,3	1,0	0,7	2,2	1,6	1,3	2,9	2,2	1,8	3,8
1,0	0,4	0,3	0,2	1,3	1,0	0,7	0,5	1,6	1,2	1,0	2,2	1,7	1,4	2,8
1,5	0	0	0	0,8	0,6	0,4	0,2	1,0	0,7	0,5	1,4	1,0	0,8	1,8

KUVA 4.19 Kylmien rakenteiden routasuojauksen lämmönvastus (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2013, 121, muokattu)

Lasketaan vaadittu eristepaksuus kaavan 4.17 mukaan.

$$d_e = m_r \cdot \lambda_u = m^2 K / W \cdot 0,036 W / Km = m$$

Kylmien rakenteiden ympärille asennetaan routaeristeiksi:

- EPS 120 70+70mm seinälinjojen ympärille vaakaan

5 ASIAKIRJAT

Olen piirtänyt kohteesta pääpiirustukset (liitteet 2-5), jotka liitettiin kohteen rakennuslupahakemukseen pääsuunnittelijan tarkastuksen jälkeen. Täytin kohteesta rakennuslupahakemuksen ja liitteet RH1 (rakennushankeilmoitus), RH5 (rakennustöiden aloitusilmoitus) sekä julkisivun väriyysuunnitelman. Rakennuslupahakemusta tai sen liitteitä ei sen sijaan ole liitetty tähän opinnäytetyöhön pääpiirustuksia lukuun ottamatta.

Työhön on liitetty kohteen rakennepiirustukset (liitteet 6-12). Tein myös erillisen kattokaavion, jota ei ole liitetty tähän työhön. Kattokaavio toimi peltikatetoimittajan tarjouksen lähtötietona peltikatteen ja pellitysten osalta. Vastaavasti saamaani tarjousta on käytetty vesikattoremontin ja sadevesien poistojärjestelmän hinta-arvion lähtötietona kohdassa 7.

Saunarakennuksesta on tehty vain alustava pohjapiirros (kohta 3.4.2) vesi- ja viemärisuunnittelun ja saunan pohjan kaivamisen lähtötiedoksi.

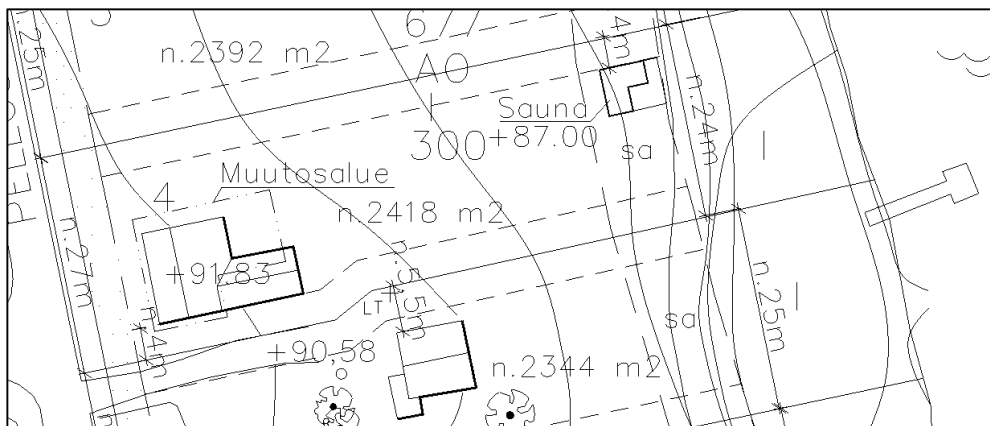
Kaikki piirustukset on listattu tarkemmin piirustusluetteloon liitteeseen 1.

6 SAUNARAKENNUS

6.1 Saunan suunnittelun tavoitteet

Saunarakennuksen suunnittelussa on tavoitteena saada aikaan alustava pohjapiirustus, jonka avulla voidaan määrittellä saunarakennuksen ja sen märkätilojen sijainti tontilla. Vapaa-ajan asunnon muutostyön yhteydessä on tarkoitus asentaa hulevesien purkuputken lisäksi saunan vesi- ja viemäri-liitännät, joten on tärkeää tietää saunarakennuksen alustava koko, muoto ja sijainti kaivuutöitä varten.

Laukaan kunnan rakennusjärjestyksen mukaan saunarakennuksen etäisyys keskivedenkorkeuden mukaisesta rantaviivasta tulee olla vähintään 30 metriä. Kuitenkin kerrosalaltaan enintään 25 m² kokoisen saunarakennuksen saa rakentaa 15 metrin päähän rantaviivasta. (Laukaan kunnanvaltuusto 2009, 13.) Laukaan Kylmäniemen asemakaavan muutoksessa (Laukaan kunta 2015) tontille on rajattu rakennusala, jolle saunarakennuksen saa sijoittaa. Sijoitettaessa saunarakennus järvenpuoleiseen rajaan kiinni (kuva 6.1) on etäisyys rantaviivaan alle 25 metriä, joten saunan kerrosalan tulee olla enintään 25 m².

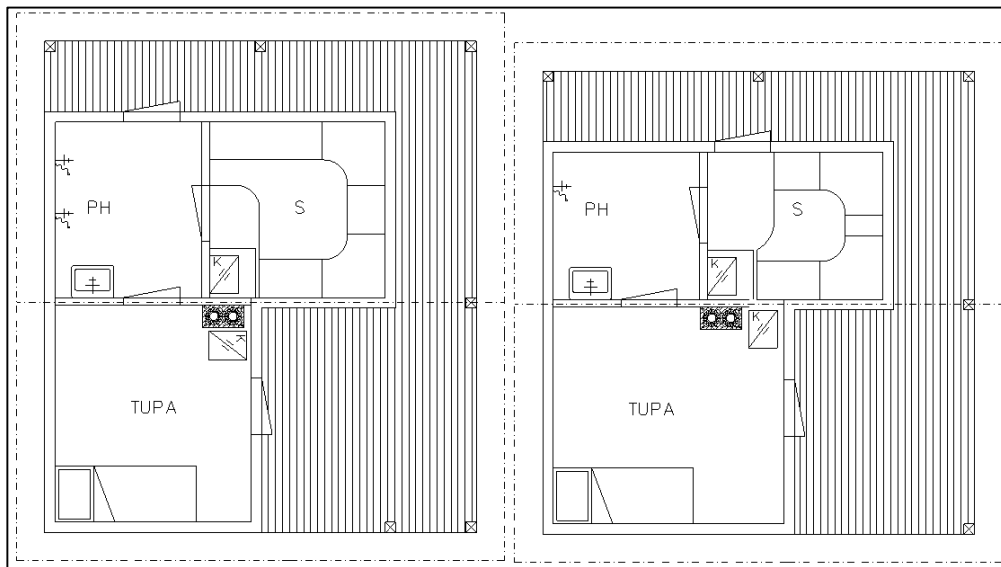


KUVA 6.1 Saunan sijainti tontilla

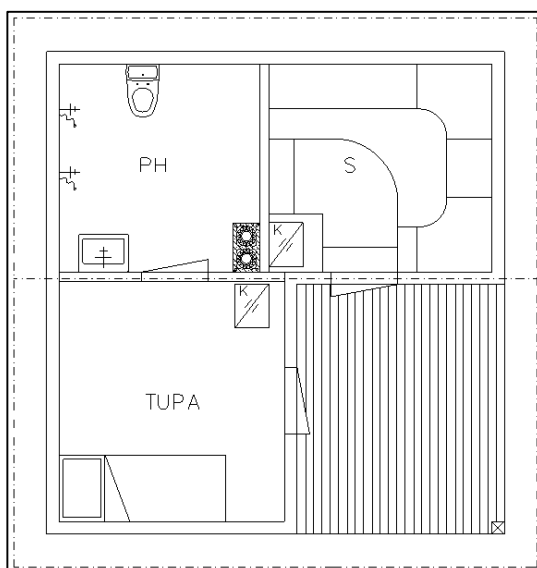
Rakennukseen halutaan kamiinalla lämmitettävä tupa, jossa on mahdollista majoittaa osa vieraista (Naukkarinen A. ja M. 2016). Tuvan yhteyteen on järkevää sijoittaa myös wc-tila ja pesutila. Pohjaratkaisussa on otettava huomioon kamiinan ja puulämmitteisen kiu-kaan paikka siten, että rakennuksessa on vain yksi savupiippu.

6.2 Luonnokset

Tein saunasta kolme luonnosta, joiden avulla kartoitin tilaajan mieltymyksiä saunan pohjaratkaisulle. Luonnoksissa 1 ja 2 (kuva 6.2) pesuhuoneen koko on suurehko ja katettua terassia on rakennuksen kahdella puolella. Molemmissa ratkaisuissa pesuhuoneeseen olisi sijoitettu myös wc-istuin, joka ei näy luonnoksissa. Luonnoksessa yksi pesuhuone on läpikuljettava ja saunassa on vain yksi ovi, jolloin laudetilaa on paljon. Luonnoksessa kaksi sauna on läpikuljettava, jolloin polttopuiden roskaa ei kulkeutuisi pesuhuoneeseen. Molemmissa ratkaisuissa pesuhuone on turhan iso. Lisäksi ratkaisussa kaksi sauna on epäkäytännöllinen.



KUVA 6.2 Saunan pohjaratkaisun luonnokset 1 ja 2



KUVA 6.3 Saunan pohjaratkaisun luonnos 3

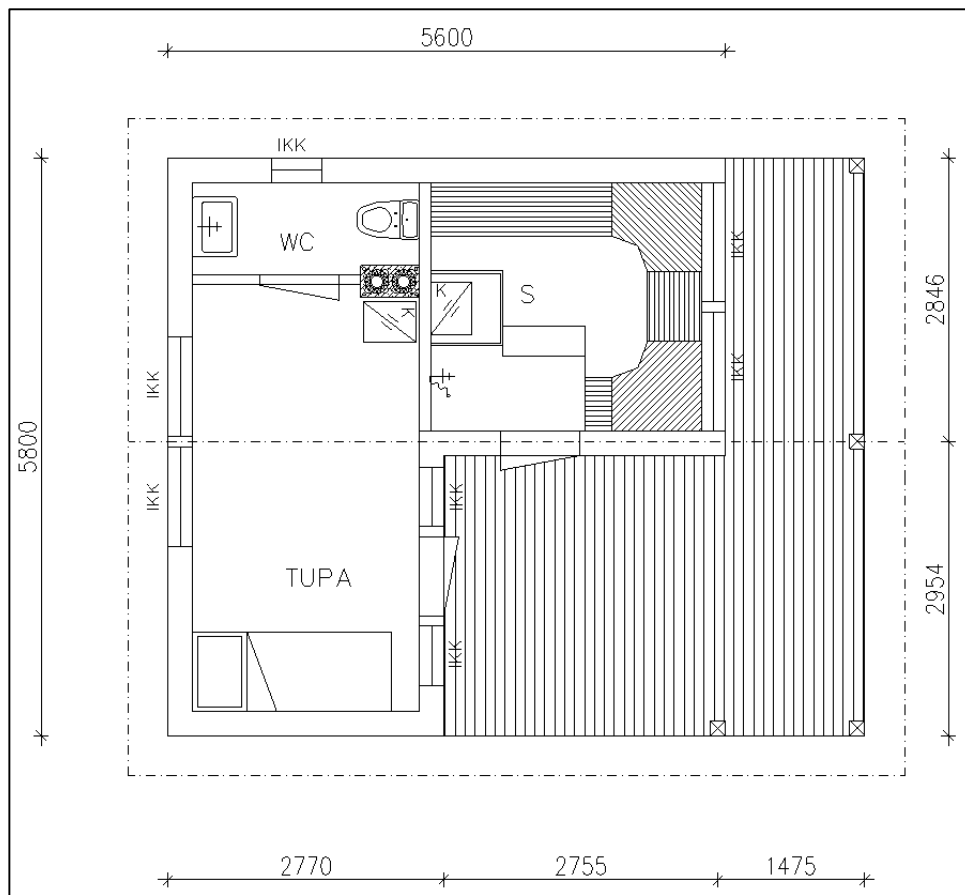
Luonnos kolme (kuva 6.3) miellytti eniten tilaajaa, koska ratkaisussa sisäänkäynnit ovat käytännöllisesti samalla puolella rakennusta. Kuitenkin ratkaisussa on huomattavasti kehitettävää: ikävintä on, että pesuhuone vie tuvasta suuren osan, jolloin majoitustila jää pieneksi. Lisäksi terassia toivotaan jatkettavan järvelle päin, kuten luonnoksissa yksi ja kaksi on tehty (Naukkarinen 2016). Tontin kapeudesta johtuen rakennus ei saa olla kovin leveä, jottei näkymä vapaa-ajan asunnolta järvelle esty.

6.3 Pohjaratkaisu

Aku ja Marja Naukkarisen mukaan saunan lauteille tulee mahtua ainakin seitsemän henkilöä yhtä aikaisesti (2016). Saunan suunnittelua käsittelevän artikkelin (Rakentaja 2015) mukaan U-mallista laudetta suositellaan 4-7 hengelle riippuen oven sijainnista ja vastakkain istuttavaa laudetta noin kuudelle hengelle. Tässä kohteessa lopullinen lauderatkaisu tulee olemaan lähes U-mallinen laude, jotta kiuas voidaan sijoittaa keskelle väliseinää ja yhden savupiipun käyttäminen on mahdollista.

Lauteiden mitat ja korkeus on määritelty kohteen saunassa (kuva 6.4) seuraavasti:

- lauteen syvyys 540 mm
- kulmapalan koko 900 mm x 900 mm kaarevalla etureunalla
- kiukaan varauksen koko 700 x 700 mm
- istumalauteen korkeus 1100 mm lattiasta
- jalkalauteen syvyys 350 mm kiukaan kohdalla
- jalkalauteen korkeus 700 mm lattiasta
- katon korkeus 2200 mm lattiasta.



KUVA 6.4 Saunarakennuksen pohjaratkaisu

Luonnosvaiheessa esitetyt pesuhuoneratkaisut päätettiin hylätä. Vanhojen puulämmitteisten saunojen yhteydessä peseytyminen on monesti tapahtunut saunan puolella kantovehdellä. Järvivettä on tuotu saunaan kantamalla ja lämmitetty kiukaaseen kiinnitetyssä vesipadassa. Tilaajan (Naukkarinen 2016) mukaan saunan puolelle sijoitettava suihku on peseytymisratkaisuna aivan riittävä. Pieni suihkunurkkaus mahtuu hyvin kiukaan ja ulkoseinän väliin (kuva 6.4) saunan ulko-oven viereen, kun saunan tila on noin 2500 x 2700 mm.

Erillisen pesuhuoneen poistamisen ansiosta tuvan koko on huomattavasti suurempi. Wc-tila sijoitetaan erillisenä tilana tuvan päähän, jotta saunatuvassa majoittuvien vieraiden ei tarvitse kulkea ulkokautta erilliseen rakennukseen.

7 HINTA-ARVIO JA JULKISIVUN KORJAUSSUUNNITTELU

7.1 Vesikattoremontin vaihtoehdot

Ulkonäön kohentaminen ja vanhojen rakenteiden parantaminen on kohteessa luonnollinen toimenpide, kun rakennukseen tehdään muutenkin muutoksia. Kohteessa on erityisen tärkeää tehdä parannuksia esimerkiksi vesikatteeseen, joka on rakennuksen toimisen kannalta yksi tärkeimmistä rakenneosista.

Vanha vesikate on sekä lämpimän osan että vanhan varasto-osion alueella ikäänsä nähden hyvässä kunnossa – vain joitakin ruosteläikkiä näkyy. Vanhan vesikatteen kohtalainen kunto mahdollistaa kaksi eri parannusvaihtoehtoa:

- vanhan vesikatteen maalaaminen
- koko vesikatteen vaihtaminen uuteen.

7.1.1 Vesikatteen vaihtaminen uuteen

Koko vesikatteen uusiminen yhteydessä vanhat ruodelaudoitukset puretaan ja korvataan uusilla ruoteilla. Samalla on mahdollista asentaa ruoteiden alle aluskate ja uudet korokerimat. Rakennuksen koko katteen ja alusrakenteiden uusimisella saavutetaan pidempi käyttöikä ja parempi ulkonäkö kuin vanhan katteen maalaamisella.

Hinta-arvio peltikatteen vaihtamiselle on laskettu E. Vuorimies Oy:n tarjouksen sekä Ta-loon.com -verkkokaupan hintojen perusteella taulukkoon 7.1. Peltikatteen vaihdon hinta on noin 3000 euroa (alv 24 %) sisältäen peltikatteen, pellitykset ja vesikaton alusrakenteet. Hintaan sisältyy peltituotteiden rahti työmaalle, muttei puutavaran tai aluskatteen toimitusta. Hinta on laskettu olettaen, että asennustyö tehdään itse. Räystäslautojen sekä jiiireihin tarvittavan lisäpuutavaran hintaa ei ole laskettu mukaan kokonaishintaan.

TAULUKKO 7.1 Vesikaton uusimisen hinta

Vesikatto ja vesikaton alusrakenteet					
Peltikatto					
tarvike	määrä	yksikkö	hinta/yks	yht	lähde
Nakke tiilik. Peltikate	160,66	hm ²			
Harjalista	11	kpl			
Tuulettuva harjativiste	25	jm			
Päätyräystäslista	28	jm			
Sisäjiiripelti	8	m			
Kateruuvit	1000	kpl			
Rahti	1	kpl			
				2 471,32 €	E. Vuorimies Oy 2016
Alusrakenteet					
Aluskate	3	rll	49 €	147 €	Taloon.com 2016a
Ruoteet (22x100 vajaasärmä)	530	m	0,59 €	312,70 €	Taloon.com 2016f
Korotusrimat (22x50)	120	m	0,40 €	48,00 €	Taloon.com 2016e
				507,70 €	
			Yhteensä	2 979,02 €	

7.1.2 Vesikatteen maalaaminen

Vanhaa aaltopeltikatetta ei ole vielä maalattu kertaakaan. Tästä syystä vesikatteen maalaaminen on varteenotettava vaihtoehto, mikäli tilaaja haluaa säästää nyt ja vaihtaa vesikatteen vasta hieman myöhemmin. Vesikatteen maalaamisella voitaisiin varmistaa katteen vedenpitävyys ja kohentaa rakennuksen ulkonäköä esimerkiksi, jos julkisivun seinäpinnat ja salaojat halutaan uusia ensin. Maalauksen yhteydessä tulisi korjata vanhan avoikustin väärin tehty vesikatteen sisäjiiriliitos sekä muut mahdolliset ongelmakohdat. Myös tässäkin vaihtoehdossa olisi suositeltavaa asentaa aluskate – tässä tapauksessa kattovasojen alapinnan tasoon jälkikäteen.

Peltikatteen maalaaminen voidaan toteuttaa esimerkiksi ruiskumaalauksena Tikkurila Panssarimaalilla. Sävyinä käytetään Tikkurila 0514 Grafiitinharmaata pääpiirustusten ja väriyössuunnitelman mukaisesti. RTV Tampere -myymälän (RTV-yhtymä Oy 2016) mukaan maalin riittoisuus on 8 – 12 m²/L eli yksi 18 litran maalipurkki riittää noin 144 – 216 m²:n maalaamiseen. Kattopintojen (160 m²) maalaamiseen tarvitaan noin kaksi 18 litran maalipurkkia, kun pinnat maalataan kahteen kertaan. Yhden 18 litran maalipurkin hinta sävytettyinä on noin 210€ (alv 24 %) RTV-Yhtymä Oy:n mukaan (2016) eli maalin

koko kattoon tarvittavan maalin hinta on noin 420€ (alv 24 %). Maalaustyön hintaa ei ole otettu huomioon.

7.1.3 Sadevesikourut ja syöksyputket

Riippumatta valitusta vesikattoremontin toteutustavasta tulee kohteeseen asentaa uudet sadevesikourut ja syöksyputket. Järjestelmän hinta-arviossa taulukossa 7.2 on otettu huomioon vain tarvikkeiden hinta olettaen, että sadevesikourujen ja syöksyputkien asennus tehdään itse. Myöskään rahtia ei ole eritelty, koska E. Vuorimies Oy:n (2016) mukaan tuotteet voidaan tuoda peltikatetarvikkeiden kanssa samassa kuormassa. Vedenpoistojärjestelmän hinta on kokonaisuudessaan noin 650€ (alv 24 %), jos asennustyö tehdään itse.

TAULUKKO 7.2 Vedenpoistojärjestelmän hinta

Vedenpoistojärjestelmä					
tarvike	määrä	yksikkö	hinta/yks	yht	lähde
Kantikas kouru	30,5	m			
Tukkopää	10	kpl			
Kannake	40	kpl			
Kiila	40	kpl			
Liukulähtö	7	kpl			
Alastulosarja	7	kpl			
Torven kiin. Panta	14	kpl			
Torven kiin. Pohja	14	kpl			
Ränniruuvi 5x35	70	kpl			
Ränniruuvi 5x70	50	kpl			
Popniitti	150	kpl			
				644,80 €	E. Vuorimies Oy 2016

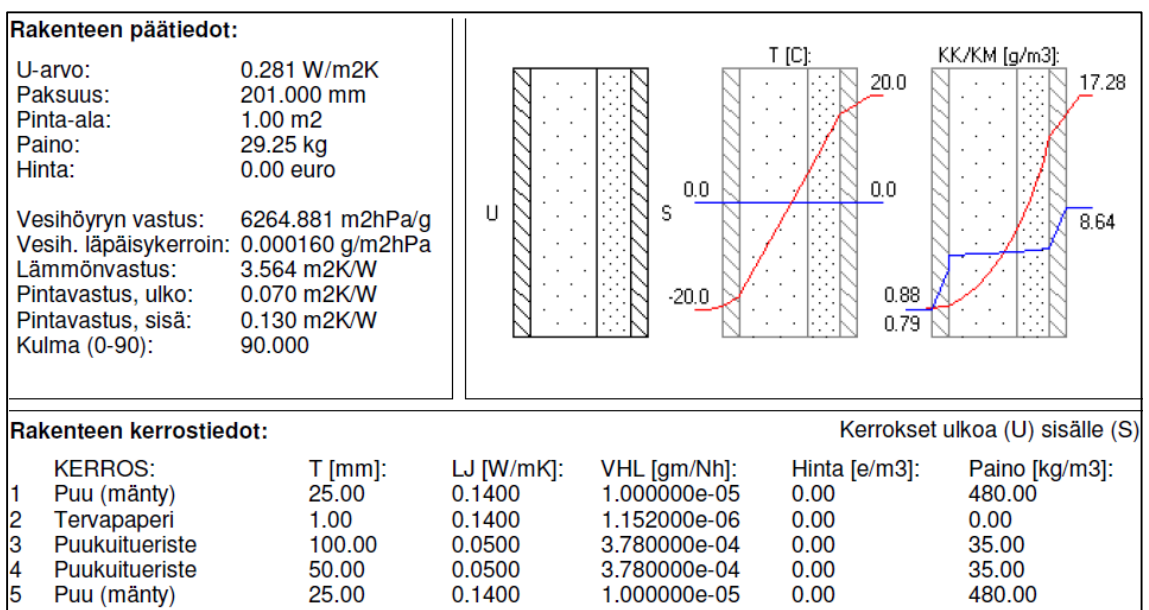
Mikäli kohteessa päädytään maalaamaan vanha pelikate, tulee vedenpoistojärjestelmän lopullinen hinta rahteineen tiedustella uudelleen. Halutessaan kohteeseen voi tiedustella eri valmistajilta tarjousta vedenpoistojärjestelmästä, johon sisältyy myös asennustyö. Osa asennustyön sisältävistä vedenpoistojärjestelmistä kantataan vasta paikan päällä valmiiksi sadevesikouruiksi. Tällöin on mahdollista välttää etukäteen tehdyt mittavirheet ja ylimääräiset saumat kouruissa.

7.2 Julkisivuremontin vaihtoehdot

Tilaaajan mukaan (Naukkarinen 2016) julkisivulaudoituksen uusimisen yhteydessä ulkoseiniä halutaan mahdollisesti myös lisälämmöneristää. Lisälämmöneristämisen tarkoitus on parantaa lisälämmöneristettävän rakenteen lämmönläpäisykerrointa eli U-arvoa. Lämmöneristävyyden parantamisella olisi mahdollista pienentää rakennuksen lämmityskustannuksia.

Tutkin muutamaa ulkoseinän lisälämmöneristämisvaihtoehtoa, jotka on mahdollista toteuttaa julkisivulaudoituksen uusimisen yhteydessä. Tärkeää kohteen seinärakenteen lisälämmöneristämissä on pitää rakenne edelleen hengittävänä.

Vanhan ulkoseinärakenteen U-arvo on DOF-Lämpö 2.2 -laskentaohjelmalla tarkasteltuna noin $0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$ (kuva 7.3). Voidaan huomata, että vanhassa seinässä kastepiste muodostuu selluvillan sisään. Tämä ei ole vaarallista hengittävässä seinärakenteessa, jollei seinän sisä- tai ulkopuolella ole tiivistä kerrosta, kuten lateksimaalia tai muovikalvoa. Hengittävän seinärakenteen toiminta perustuu materiaalien kykyyn tasata kosteutta eli kykyyn imeä ja luovuttaa kosteutta. Vesimolekyylin liike diffuusion avulla ei yleensä aiheuta ongelmia, koska vesimäärät ovat pieniä (Rinne 2013, 58).

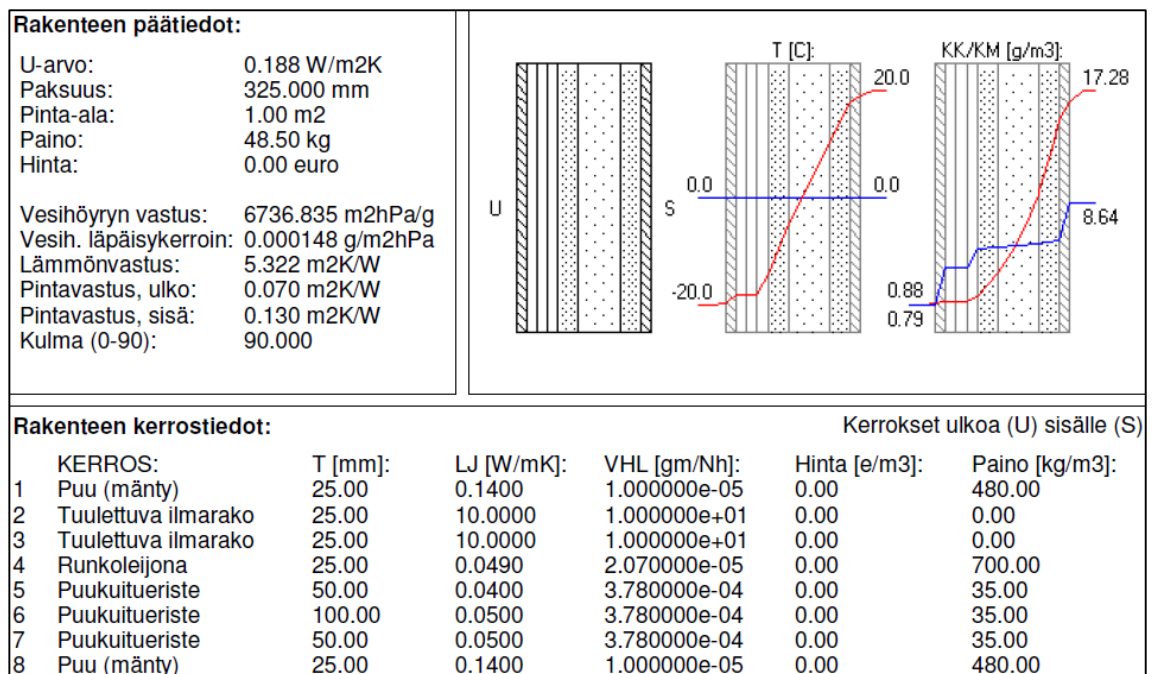


KUVA 7.3 Vanha seinärakenne

7.2.1 Lisälämmöneristäminen Ekovillalla

Perinnemestarin rintamamiestalo -kirjassa (Rinne 2013, 203) on esitelty muutamia tyyppillisimpiä vanhan ulkoseinän lisäeristysvaihtoehtoja, joista järein on ulkopuolelle sijoitettu paksu lisäeristys. Muutostyön kohteessa on jo olemassa olevassa ulkoseinässä sisäpuolinen koolaus, jolloin järeämpi lisäeristys tehtäisiin rungon ulkopuolelle. Ulkopuolelle lisättävällä 50 mm puukuituerityksellä ja tuulensuojalevytyksellä olisi mahdollista saavuttaa U-arvo 0,19 W/m²K (kuva 7.4), joka olisi jo melko lähellä uudisrakennuksien ulkoseinille säädettyä U-arvoa 0,17 W/m²K.

Järeä ulkopuolelle sijoitettu lisäeristys on ongelmallinen ja ruma, koska rakennuksen mitasuhteen muuttuvat seinän paksuuntuessa peräti 125 mm. Ikkunat tulisi siirtää uuden seinäpinnan kanssa samaan tasoon ja räystäitäkin pitäisi jatkaa (Rinne 2013, 201). Lisäeritys toisi runkoon myös paljon lisäkuormaa, joten 50 x 100 mm runkoa tulisi tarvittaessa vahvistaa. Toisaalta ratkaisulla olisi mahdollista siirtää mahdollista kastepistettä lähemmäksi seinän ulkopintaa, jolloin mahdollisesti tiivistyvällä sisäilman kosteudella olisi lyhempi matka kulkea haihtuakseen ulkoilmaan.



KUVA 7.4 Paksu lisäeristys rungon ulkopuolella

Paksun ulkopuolisen Ekovilla-lisäeristyksen hinta on eritelty taulukossa 7.3. Kokonais hinnassa noin 2600€ (alv 24 %) ei ole huomioitu hukkaa, rahtia eikä kuistin laajennuksessa tai varaston muutostyössä tarvittavia rakennustarvikkeita. Kuistin laajennuksessa ja varaston muutostyössä tarvittavat rakennustarvikkeet on eritelty kohdassa 6.3.1.

TAULUKKO 7.3 Ekovilla-lisäeristyksen hinta

Lisäeristys Ekovillalla					
tarvike	määrä	yksikkö	hinta/yks	yht	
Ekovilla 50x565x870 5,9m ²	18	pak	29,90 €	538,20 €	Taloon.com
Runkoleijona 25x1200x3000	31	kpl	28,50 €	883,50 €	Taloon.com
Koolaus (22x100 vajaasärmä)	90	m	0,59 €	53,10 €	Taloon.com
Koolaus (22x100 vajaasärmä)	90	m	0,59 €	53,10 €	Taloon.com
Rakennuspaperi 100m ²	1	rll	34,50 €	34,50 €	Stark 2016a
Julkisivulauta 20x120	920	m	1,15 €	1 058,00 €	Taloon.com
			Yhteensä	2 620,40 €	

Perinteisessä rintamamiestalossa ulkoseinän ilmarakoa ei ole ollut (Rinne 2013, 203). Tuuletusraolla voidaan kuitenkin varmistaa julkisivulaudoituksen taustan tuulettuminen ja kuivuminen esimerkiksi tilanteessa, jossa sadevettä päätyy julkisivulaudoituksen taustalle. Rakennekerroksia lisäämällä seinän kondenssiriski kuitenkin lisääntyy, koska mahdollisten ilmaonkaloiden paikkoja tulee enemmän. Hannu Rinteen (2013, 202) mukaan mahdollisessa ilmataskussa toinen pinta voi olla kylmä ja toinen lämmin, jolloin kylmässä pinnassa voi tapahtua veden tiivistymistä. Kondensoituminen ei ole kovin todennäköistä ja hengittävällä rakenteella on kuitenkin kyky kuivua itsestään satunnaisen kastumisen tapahtuessa (Rinne 2013, 202).

7.2.2 Lisälämmöneristäminen Aerogel-eristeellä

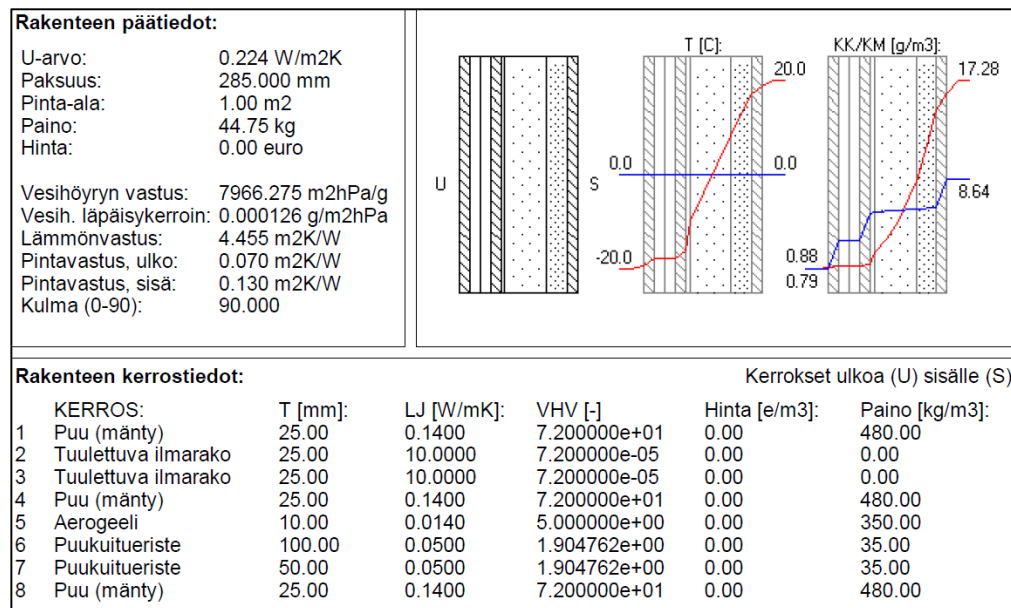
Aerogeeli on maailman keveintä ainetta, joka muistuttaa rakenteeltaan kylpyvaahtoa. Eristeenä käytettävä aerogelin johdannainen pyrogeeli eristää jopa kymmenen kertaa paremmin kuin tavallinen eristevilla. Aerogeeliä on aiemmin käytetty lähinnä avaruudessa sen keveyden takia. 2000-luvulla sen valmistuskustannukset ovat kuitenkin laskeneet jopa 90 prosenttia, minkä vuoksi sitä on alettu käyttämään eristeinä myös maan kamaralla. (Paukku 2016.)

Aerogel-eristeet ovat huomattavasti helposti muokattavia ja eristyskyvyltään erinomaisia eristeitä (Vicover 2016). Esimerkiksi Aspen Aerogels -yhtiön (2016) valmistaman aerogeelijohdannaisen Pyrogel XT-E -eristeen lämmönjohtavuuden arvo on 0,014 W/mK. Eriste on hydrofobinen eli vettä hylkivä, mutta kuitenkin päästää vesihöyryn lävitseen (Aspen Aerogels 2016). Pyrogel XT-E:n pitäisi siis soveltua hengittäviin rakenteisiin ja sijaitessaan koolauksen tai vinolaudoituksen alla Pyrogel-eriste hylkii mahdollisen julkisivulaudoituksen taakse päässeeseen nestemäisen veden päästämättä sitä rakenteisiin sisään.

Pyrogel-eristettä testataan Suomen oloissa ensimmäistä kertaa Ari Kähkösen rakentamassa koetalossa Lieksan Kolin kylällä (Paukku 2016). Talven aikana taloa tutkitaan mm. lämpökamerakuvausilla, jotta saadaan parempaa tietoa Pyrogel-eristeen toiminnasta rakennuksen lämmöneristeenä. Kähkösen talossa on patentoidun pilaripalkkirungon välissä apurunko ohuemmalle eristepaksuudelle. Rungon ulkopuolelle on asennettu 10 mm Pyrogel-huopa ja sen päälle vinolaudoitus (Kähkönen 2016.)

Aspen Aerogels -yhtiön aerogeelihuovan ilmaan verrattava vesihöyryn diffuusiovastuskerroin $\mu = 5$ (Cahill 2014, 9.) Henri Humalan (2014, 45) mukaan diffuusiovastuskerroin kuvaa kuinka paljon materiaalin diffuusiovastus on verrattuna saman paksuiseen ilmakerrokseen samassa lämpötilassa. ”Esimerkiksi bitumilla diffuusiovastuskerroin on 50000 eli bitumi vastustaa vesihöyryn läpäisyä 50000 kertaa paremmin.” (Humala 2014, 45.) Yleisesti ohjeistetaan, että hengittävän rakenteen sisäpuolen pitäisi olla viisi kertaa tiiviimpi kuin ulkopuolen, jotta kosteus pääsee ulos (Rinne 2013, 56).

Tarkastellaan DOF-Lämpö 2.2 -laskentaohjelmalla rakenteen kosteuskäyttäytymistä ja U-arvoa myös diffuusiovastuskertoimen avulla (kuva 7.5). Pyrogel-huovalla on mahdollista saavuttaa U-arvo noin 0,224 W/m²K. Seinän kastepiste sijaitsee vanhan rakenteen tapaan selluvillaeristeen sisällä, joskin lähempänä selluvillan ulkopintaa, koska seinä on selluvillan kohdalla lämpimämpi. Kastepisteen sijainti seinän sisällä ei pitäisi aiheuttaa ongelmia, koska seinän vesihöyryn vastus ei muutu aerogelin käyttämisen takia olennaisesti. Rakenne siis toimii edelleen hengittävänä.



KUVA 7.5 Lisäeristys Pyrogel XT-E -huovalla

Pyrogel-lisäeristys on laskettu suomalaisen Vicover Oy:n (Energianerokas 2016) Aerogel-lisäeristysuovan hinnan mukaan taulukkoon 7.4. Hinta on vertailukelpoinen, koska Pyrogel XT-E -eristeen lämmönjohtavuus on sama kuin lisäeristysuovan. Käytettäessä aerogelieristeitä lisäeristysuovan hinta nousee monikertaiseksi verrattuna perinteiseen lisäeristysratkaisuun. Lisäksi tässä kohteessa aerogelillä ei ole mahdollista saada varmuutta rakennuksen kokonaisstabiileetille, joka käytännössä tarkoittaisi sitä, että seiniin tulee asentaa jäykistävä levytys tai vinolaudoitus.

Käytännössä aerogelieristysuovan kokonaishinta halpenee hieman, mikäli eristeet tilataan Suomen ulkopuolelta. Kuitenkaan ratkaisu ei ole hinnaltaan kilpailukykyinen verrattuna perinteisiin vaihtoehtoihin.

Esimerkiksi rintamamiestalo-kohteessa, jossa on seinässä hyväkuntoinen vinolaudoitus, jota ei haluta purkaa, aerogelieristysuovalla on mahdollista parantaa seinän U-arvoa vain 10 mm lisäeristyspaksuudella enemmän kuin pelkällä tuulensuojalevytyksellä. Tässä kohteessa aerogelieristämisen hinnalla olisi mahdollista vaihtaa ulkoseinien vanhat eristeet kokonaan uusiin, lisätä tuulensuojalevytys ja rakentaa koko julkisivuverhous uudelleen.

TAULUKKO 7.4 Aerogel-lisäeristyksen hinta

Lisäeristys Aerogel-huopa					
tarvike	määrä	yksikkö	hinta/yks	yht	
Aerogel-huopa 8,33x0,6m	21	kpl	257,26 €	5 402,46 €	Energianerokas 2016b
Vinolaudoitus (22x100 vajaasärmä)	1010	m	0,59 €	595,90 €	Taloon.com
Koolaus (22x100 vajaasärmä)	90	m	0,59 €	53,10 €	Taloon.com
Julkisivulauta 20x120	920	m	1,15 €	1 058,00 €	Taloon.com
			Yhteensä	7 109,46 €	

Aerogeelieristeissä on selvästi potentiaalia, koska nykyään ulkoseinärakenteet tehdään perinteisillä tavoilla hyvinkin paksuiksi niin uudis- kuin korjausrakentamisessa. Koh-teissa, joissa rakenteen pienin mahdollinen paksuus on itseisarvo, tulisi tarkastella myös aerogeelien käyttömahdollisuuksia. Menetelmän hinta on kuitenkin vielä aivan liian kor-kea käytettäväksi laajemmalla skaalalla kuin esimerkiksi kylmäsiltojen katkaisemisessa.

7.2.3 Lisälämmöneristäminen tuulensuojalevytyksellä

Rakennuksessa ei ole vinolaudoitusta, joten rakennukseen tulisi lisätä jäykistävä levytys tai laudoitus, mikäli julkisivulaudoitus aiotaan uusida. Tuulensuojalevytyksellä olisi mah-dollista toteuttaa pienimuotoinen lisälämmöneristys ja tuoda varmuutta talon kokonais-stabiliteetille. Kuvasta 7.6 voidaan huomata, että U-arvoa saadaan parannettua pelkällä tuulensuojalevytyksellä vanhasta U-arvosta 0,28 W/m²K arvoon 0,246 W/m²K, joka ei kuitenkaan ole aivan yhtä hyvä kuin, mitä Aerogel-eristeellä on mahdollista saavuttaa. Tuulensuojalevytyksen yhteydessä ulkoseinärakenne paksuuntuisi 75 mm.

Rakenteen päätiedot:		Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)	
U-arvo:	0.246 W/m ² K	KERROS:	T [mm]:
Paksuus:	275.000 mm	1 Puu (mänty)	25.00
Pinta-ala:	1.00 m ²	2 Tuulettuva ilmarako	25.00
Paino:	46.75 kg	3 Tuulettuva ilmarako	25.00
Hinta:	0.00 euro	4 Runkoleijona	25.00
Vesihöyryn vastus:	6604.560 m ² hPa/g	5 Puukuitueriste	100.00
Vesih. läpäisykerroin:	0.000151 g/m ² hPa	6 Puukuitueriste	50.00
Lämmönvastus:	4.072 m ² K/W	7 Puu (mänty)	25.00
Pintavastus, ulko:	0.070 m ² K/W		
Pintavastus, sisä:	0.130 m ² K/W		
Kulma (0-90):	90.000		
		LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:
		0.1400	1.000000e-05
		10.0000	1.000000e+01
		10.0000	1.000000e+01
		0.0490	2.070000e-05
		0.0500	3.780000e-04
		0.0500	3.780000e-04
		0.1400	1.000000e-05
		Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:
		0.00	480.00
		0.00	0.00
		0.00	0.00
		0.00	700.00
		0.00	35.00
		0.00	35.00
		0.00	480.00

KUVA 7.6 Lisäeristys pelkällä tuulensuojalevytyksellä

Taulukossa 7.5 on esitetty julkisivuremontin hinta noin 2100€ (alv 24 %), kun rungon ulkopuolelle asennetaan tuulensuojalevytys, ristiin koolaus ja uudet julkisivulaudat. Tässä vaihtoehdossa suurimmat menoerät ovat julkisivulaudoitus ja tuulensuojalevytys, joiden hinnasta ei käytännössä pystytä tinkimään kuin ostamalla maalaamatonta julkisivupaneelia tai lämmönjohtavuudelta huonompaa tuulensuojalevyä.

TAULUKKO 7.5 Tuulensuojalevytyksen hinta

Lisäeristys tuulensuojalevyllä					
tarvike	määrä	yksikkö	hinta/yks	yht	
Runkoleijona 25x1200x3000	31	kpl	28,50 €	883,50 €	Taloon.com
Koolaus (22x100 vajaasärmä)	90	m	0,59 €	53,10 €	Taloon.com
Koolaus (22x100 vajaasärmä)	90	m	0,59 €	53,10 €	Taloon.com
Rakennuspaperi 100m ²	1	rll	34,50 €	34,50 €	Stark 2016a
Julkisivulauta 20x120	920	m	1,15 €	1 058,00 €	Taloon.com
			Yhteensä	2 082,20 €	

7.2.4 Yhteenvedo korjausvaihtoehdoista

Vanhassa rakennuksessa lisälämmöneristäminen voi olla haastavaa tai kallista, koska lämmönläpäisykerroimen arvot vanhassa rakenteessa olla huomattavastikin huonompia kuin nykyaikaisissa uudisrakennuksissa vaadittavat. Mikäli lämmöneristävyttä

haluttaisiin parantaa huomattavasti lämmityskustannusten pienentämisen takia, täytyisi rakenteiden parantamiseen käyttää huomattava summa rahaa. Eikä riittäisi, että yksittäistä rakenneosaa, kuten ulkoseinää parannetaan nykymääräyksiä vastaavaksi, vaan rakenteita pitäisi parantaa kokonaisvaltaisesti. Tässä kohteessa se tarkoittaisi ikkunoiden ja ovien vaihtamista, ulkoseinän ja yläpohjan eristepaksuuden suurentamista sekä alapohjan lisäeristämistä. Lisäksi kohteeseen tulisi vaihtaa energiatehokkaammat kodinkoneet. Käytännössä kokonaisvaltaiseen lisäeristämiseen käytettyä rahamäärää ei ole mahdollista saada tässä kohteessa takaisin lämmityskustannuksissa saadun säästön kautta kuin pitkällä aikavälillä.

Ikkunoiden vaihto on kallista ja seinän läpi karkaa sen verran vähän lämpöä, että hinnan kuolettamiseen menee vuosikymmeniä (Rinne 2013, 201). Ulkoseinän sijaan yläpohjan läpi karkaa lämpöä kaikkein voimakkaimmin (Rinne 2013, 201). Tästä syystä ulkoseinien lisäeristämisen sijaan tärkeämpää olisi tehdä lisäeristämistä yläpohjassa.

Salaoja- ja sadevesijärjestelmien uusimisen yhteydessä on järkevää tehdä alapohjan sokkelipalkille ulkopuolinen lisäeristys routaeristeiden asennuksen yhteydessä. Tällöin teräsbetonilaatan lämpötila nousee ja sisäilman kosteuden tiivistymisriski laatan sisäpintaan vähenee.

Lisäeristämisen vaihtoehtoja vertaillessa tulee pohtia myös esimerkiksi rakennuksen energiantuottomahdollisuuksia. Rakennus sijaitsee avonaisella alueella, jossa kattopinnoille sijoitetut aurinkopaneelit saisivat valoa hyvällä säällä koko päivän ajan. Aurinkopaneelleilla olisi mahdollista kerätä osa lämmitykseen tai taloussähköön tarvittavasta energiasta.

7.3 Muiden tarvikkeiden hinta

7.3.1 Kuistin rakennustarvikkeet

Kuistin rakentamiseen tarvittavien rakennustarvikkeiden hinta on eritelty taulukossa 7.6. Hinta koko kuistille on noin 2900€ (alv 24 %), mikäli kaikki tarvikkeet ostetaan uutena. Joitakin rakennustarvikkeita, kuten painekyllästettyä kannakelautaa on oletettu löytyvän tilaajalta jo valmiiksi.

Hinnassa ei ole huomioitu hukkaa, mahdollisia rahtikuluja tai maa-massojen hintaa. Myöskään tavanomaisia tarvikkeita, kuten kulmalevyjä, nauvoja tai ruu-veja ei ole otettu huomioon kokonaishinnoissa.

TAULUKKO 7.6 Kuistin rakennustarvikkeet

Kuistin rakennustarvikkeet					
YP					
tarvike	määrä	yksikkö	hinta/yks	yht	lähde
Kattovasat	20	m	1,99 €	39,80 €	Taloon.com
Primääripalkki 2x 48x123	6	m	2,45 €	14,70 €	Taloon.com
Ekovilla	7	pak	29,90 €	209,30 €	Taloon.com
Kattopalkit 48x98	11,5	m	1,99 €	22,89 €	Taloon.com
Ilmansulku	1	rll	68 €	68 €	Stark 2016b
Sisäpuolen kattopaneeli	3	pak	32 €	96 €	Taloon.com
Seinät					
Sisäpuolen seinäpaneeli	11	pak	32 €	352 €	Taloon.com
Runko 48x98mm	66,5	m	1,99 €	132,34 €	Taloon.com
Sisäpuolen koolaus 48x48mm	20	m	0,89 €	17,80 €	Taloon.com
Ekovilla	11	pak	29,90 €	328,90 €	Taloon.com
Runkoleijona	7	kpl	28,50 €	199,50 €	Taloon.com
Koolaus (22x100 vajaasärmä)	40	m	0,59 €	23,60 €	Taloon.com
Koolaus (22x100 vajaasärmä)	40	m	0,59 €	23,60 €	Taloon.com
Rakennuspaperi	1	rll	34,50 €	34,50 €	Stark 2016a
Julkisivulauta 20x120	210	m	1,15 €	241,50 €	Taloon.com
AP					
Lattialauta	37	m	8,40 €	310,8	Taloon.com
Lattiapalkit 48x148mm	12	m	2,95 €	35,40 €	Taloon.com
Ekovilla	4	pak	29,90 €	119,60 €	Taloon.com
Runkoleijona	2	kpl	28,50 €	57,00 €	Taloon.com
AP palkit kyllästetty L=4m	20	m	2,39 €	47,80 €	Taloon.com
Ruuvipaalu ECO 3,2m	4	kpl	99 €	396 €	Taloon.com
Jatkopaalu	2	kpl	22 €	44 €	Taloon.com
Jatkoholkki	2	kpl	14 €	28 €	Taloon.com
U-kiinnike	4	kpl	19 €	76 €	Taloon.com
			Yhteensä	2 919,02 €	

7.3.2 Varaston rakennustarvikkeet

Varaston muutostyössä tarvittavien rakennustarvikkeiden hinta on esitetty taulukossa 7.7. Hinnassa ei ole huomioitu alapohjan teräsbetonilaatan katkaisemisesta aiheutuvia kuluja.

TAULUKKO 7.7

Varaston rakennustarvikkeet					
YP					
tarvike	määrä	yksikkö	hinta/yks	yht	lähde
Kattovasat 48x148	52	m	2,95 €	153,40 €	Taloon.com
Kertopuu 2x 45x300x4000	2	kpl	58,30 €	116,60 €	Taloon.com
Poikaset 48x98mm	12	m	1,99 €	23,88 €	Taloon.com
Yläsidepuu 48x98mm	18	m	1,99 €	35,82 €	Taloon.com
Keskipilarit 2x 48x148	16	m	2,95 €	47,20 €	Taloon.com
Seinät					
Runko 48x98mm	18	m	1,99 €	35,82 €	Taloon.com
Runkoleijona	15	kpl	28,50 €	427,50 €	Taloon.com
Koolaus (22x100 vajaasärmä)	72	m	0,59 €	42,48 €	Taloon.com
Koolaus (22x100 vajaasärmä)	72	m	0,59 €	42,48 €	Taloon.com
Julkisivulauta 20x120	406	m	1,15 €	466,90 €	Taloon.com
			Yhteensä	1 392,08 €	

7.3.3 Ikkunat

Uusien ikkunoiden hinta on esitetty taulukossa 7.8. Hinta perustuu Puusepäntiike Velj. Aitto-oja Oy:n antamaan tarjoukseen, jossa on oletettu, että myös olohuoneeseen asennettavat ikkunat ovat uusia. Kuistin, keittiön ja olohuoneen uusien ikkunoiden sekä tarvittavien varusteiden hinta on 2055€ (alv 24 %) sisältäen tuotteiden rahdin työmaalle. Hintaan ei ole sisällytetty kylmän varaston kolmea ikkunaa.

TAULUKKO 7.8 Ikkunoiden hinta

Ikkunat					
tarvike	määrä	yksikkö	hinta/yks	yht	lähde
Kuisti MsAl-135 600x900	6	kpl			
Kuisti MsAl-135 600x900 avattava	2	kpl			
Keittiö MseAl-175 600x900 avattava	1	kpl			
OH MseAl-175 1200x1200	1	kpl			
OH MseAl-175 600x1200 avattava	1	kpl			
Tuuletusikkunavarustus	4	kpl			
Hyttyspuite	4	kpl			
				1 805 €	
Rahti	1	kpl	250 €		
				2 055,00 €	PSL Velj. Aitto-oja Oy

7.3.4 Maanrakennus ja purkaminen

Maanrakennustyön hinta määritellään kohteessa työn edetessä todellisen menekin mukaan. Kaivinkoneella tehtävän kaivuun hinta on urakoitsijan mukaan noin 80€/tunti (alv 24 %) (Naukkarinen 2016). Tuntityönä tehtävään kaivuutyöhön on arvioitu kuluvan noin 4-5 päivää, jolloin kokonaishinnaksi muodostuu noin 2560-3200 euroa. Maanrakennustöissä tarvittavan salaojakiviaineksen hinta tulee laskea erikseen.

Salaoja- ja sadevesijärjestelmän hinta on eritelty taulukkoon 7.9. Hinnoissa on huomioitu tarvittavat kaivot ja putket sekä salaoja- että sadevesijärjestelmään.

TAULUKKO 7.9 Salaoja- ja sadevesijärjestelmän hinta

Sadevesipaketti					
tarvike	määrä	yksikkö	hinta/yks	yht	lähde
Sadevesiputki	36	m			
Rännikaivo	6	kpl			
Muhvikulma	11	kpl			
Muhvihaara	5	kpl			
				461,60 €	Taloon.com
Salaojapaketti					
tarvike	määrä	yksikkö	hinta/yks		
Salaojaputki	48	m			
Salaojakaivo	4	kpl			
Purkuputki	54	m			
				512,50 €	Taloon.com
Muut tarvikkeet					
Perusvesikaivo	1	kpl	280 €		Taloon.com
Suodatinkangas	1	rll	149 €		Taloon.com
Tarkastusputki	2	kpl	135 €	270 €	Taloon.com
EPS Eristeet + rahti	16	pkt		704,75	Rautia 2016
			Yhteensä	2 377,85 €	

Routaeristeitä asennetaan rakennuksen ympärille vaakaan ja lämpimien rakenteiden ympärille myös pystyyn kohdan 4.4 mukaisesti. Routaeristeiden hinta on esitetty taulukossa 7.9.

Vanhojen rakenteiden purkamisen yhteydessä muodostuu myös suuri määrä hävitettävää jätettä. Varaston muutostyön yhteydessä puretaan teräsbetonisia alapohjan osia noin 8,5 m³ verran. Tällöin purkujätteen paino on noin 21,3 tonnia. Mustankorkea Oy:n (2016) mukaan teräsbetonijätteen vastaanottomaksu on 18,60 €/tonni, kun betonikappaleet ovat palakooltaan yli 1 metrin kokoisia. Kokonaishinta betonijätteen vastaanotolle on noin 400€ (alv 24 %), johon ei ole laskettu jätteen kuljetuskustannuksia.

Vanhan purettavan heinähuoneen korkeus on noin seitsemän metriä, minkä vuoksi kohteessa on purkutyön nopeuttamiseksi käytettävä nosturia tai henkilönostinta. Kohteeseen soveltuvan kuvassa 4.15 näkyvän hinattavan DINO-henkilönostimen (maksimi työskentelykorkeus 12 m) ja valjaiden vuorokauden vuokrahinta on 110€ (alv 24 %) Ajan-Kone Oy -konevuokraamon (2016) mukaan. Viikonloppuvuokraksi muodostuu tällöin 330€.

Puujätteen tai vanhojen aaltopeltien hävittämisen kustannuksia ei ole eritelty, koska peltikate oletettavasti käytetään uudelleen ja tavallinen uudelleen käyttöön kelpaamaton sahatavara on mahdollista hävittää polttamalla. Esimerkiksi purettavan osion vanhat julkisivulaudat sahataan suoraan ruongosta valmiiksi polttopuiksi (kuva 7.7).



KUVA 7.7 Varasto vesikaton purkamisen jälkeen (Kuva: Antti Naukkarinen 2016)

8 POHDINTA

Pientalokohteissa rakennus- ja rakennesuunnittelun tekee monesti sama suunnittelija. Varsinkin korjaus- tai muutostyökohteen suunnittelu itsenäisesti vaatii laajan tietämyksen omaamista ja erityisesti hyviä tiedonetsimistaitoja. Työjärjestystä ja toteutusta tulee miettiä erityisen tarkkaan, kun kyseessä on vanhan ja uuden rakenteen liittymäkohdat.

Kohteen rakennussuunnittelussa tavoitteena oli piirtää rakennuslupakelpoiset pääpiirustukset. Lisäksi tarkoitus oli piirtää saunarakennuksesta alustava pohjapiirustus. Pääsin asettamaani tavoitteeseen: liitteenä olevat pääpiirustukset liitettiin kohteen rakennuslupahakemukseen pääsuunnittelijan tarkastuksen jälkeen. Saunarakennuksen pohjapiirustuksen avulla tontille kaivettiin pohja saunalle ja perusvesipumppaamolle sekä asennettiin uudet vesi- ja viemäriinjat. Varsinkin rakennussuunnitteluvaiheessa osasin tehdä hyviä ratkaisuja rakennuksen ulkonäköön liittyen ja perustella niitä kattavasti tilaajalle.

Itsenäisesti koko kohteen suunnittelusta vastaamisessa on suuren vastuun ja vaativuuden lisäksi myös positiivisia puolia. Rakennussuunnitteluvaiheessa tehdyt hyvät oivallukset helpottivat rakennesuunnittelua siten, että vanhoja rakenteita oli mahdollista käyttää terveellisesti ja turvallisesti hyväksi. Kohteessa rakennesuunnittelu eteni johdonmukaisesti, koska ratkaisuja oli pohdittu ajoissa jo rakennussuunnitteluvaiheessa.

Niin uudis- kuin korjausrakentamisessakin tärkeässä roolissa on raha. Määrä- ja hintalaskelmien avulla pystyin esittämään konkreettisia lukuja tilaajalle tarvittavista koneista ja rakennustarvikkeista. Hinta-arviot ovat myös tärkeässä osassa, kun tilaaja vertailee rakennuksen vesikatto- ja julkisivuremontin sekä ulkoseinän lämmöneristämisen vaihtoehtoja.

Kaiken kaikkiaan kohteen suunnittelutyö on ollut opettavaista. Kokonaisuus on sisältänyt rakennuksen tiloihin ja ulkonäköön liittyvää rakennussuunnittelua, kantavien rakenteiden ja jäykistyksen rakennesuunnittelua, hinta- ja määrälaskelmia sekä rakenteiden tutkimista rakennusfysiikan kautta. Tilaajan ja suunnittelijan välisen yhteistyön lisäksi olen ottanut yhteyttä materiaalitoimittajiin, urakoitsijoihin sekä muihin toimijoihin haastattelujen ja tarjouspyyntöjen avulla.

LÄHTEET

Ajan-Kone Oy. 2016. Konevuokraamo. Haastattelu 19.4.2016. Haastattelija Naukkarinen A. Puhelinkeskustelu.

Aspen Aerogels. 2016. Pyrogel XT-E Product data sheet. Tulostettu 16.4. 2016. <http://www.aerogel.com/products-and-solutions/pyrogel-xt-e/>

Cahill, B. 2013. Aspen Aerogels. Spaceloft Aerogel Blanket Insulation. Introduction & Applications. 15.11.2013. Luettu 24.4.2016.

Ekovilla. 2016a Ohjeet suunnittelijoille. Rakennetyyppikirjasto. Tulostettu 17.3.2016 <http://www.ekovilla.com/ohjeet/ohjeet-suunnittelijoille/>

Ekovilla. 2016b Puhallusvilla tuoteseloste. Luettu 21.3.2016 <http://www.ekovilla.com/tuotteet/puhallusvilla/tuoteseloste/>

E. Vuorimies Oy. 2016. Tarjous. Peltikate, pellitykset ja sadevesijärjestelmä. Tulostettu 7.4.2016.

Energianerokas.fi. 2016. Aerogel-lisäeriste. Verkkokauppa. Internet-sivu. Luettu 16.4.2016. http://www.energianerokas.fi/tuotteet?page=shop.product_details&fly-page=yagendoo_VaMazing_1.tpl&product_id=99&category_id=28

Humala, H. 2014. Insinööritoimisto SRT Oy:n käyttämien ulkoseinä- ja yläpohjarakenteiden lämpö- ja kosteustekninen käyttäytyminen. Savonia-ammattikorkeakoulu. Opin- näytetyö.

Ilmatieteen laitos. 2015. Vuositilastot. Keskilämpötila ja vuosisade 1981-2010. Internet-sivu. Tarkastettu 4.1.2015. Luettu 17.4.2016. <http://ilmatieteenlaitos.fi/vuositilastot>

Kevarinmäki, A. 2011. Puurakenteiden suunnittelu Lyhennetty suunnitteluohje Kolmas painos. Puuinfo Oy 2011.

Koskisen. n.d. Sahatavara, mänty. Mittatarkkaa mäntysahatavaraa. Internet-sivu. Luettu 21.3.2016. <http://www.koskisen.fi/tuotteet/sahatavara-manty/>

Kähkönen, A. 2016. Puuseppä. Haastattelu 28.2.2016. Haastattelija Naukkarinen A. Puhelinkeskustelu.

Laukaan kunnanvaltuusto. 2009. Laukaan kunnan rakennusjärjestys. 26.1.2009/23.

Laukaan kunta. Maankäyttöosasto. 24.11.2015. Laukaa, Kirkonkylä. Kylmäniemen asemakaavan muutos.

Metsäwood. n.d. Finnwood Nopea ja helppokäyttöinen mitoitusohjelma. Internet-sivu. Tulostettu 18.3.2016. <http://www.metsawood.com/fi/tyokalut/Finnwood/>

Mustankorkea Oy. 2016. Jätteenkäsittelymaksut. Suuret kuormat/raskas kalusto. Luettu 17.4.2016. <http://www.mustankorkea.fi/jatteen-vastaanotto/yrityksille/>

- Naukkarinen, Aku & Marja. Tilaaja. 2016. Haastattelu 7.1.2016. Haastattelija Naukkarinen, A. Vihtavuori.
- Naukkarinen, Aku. Tilaaja. 2016. Haastattelu 7.1.2016. Haastattelija Naukkarinen, A. Vihtavuori.
- Nyström, T., Paalupiste Oy. Sähköpostiviesti. Luettu 31.3.2016.
- Paalupiste Oy. 2016a. Ruuvipaaluperustus – täyttä terästä. Esite ruuvipaaluista. Tulostettu 17.3.2016. <http://paalupiste.com/fi/materiaalipankki>
- Paalupiste Oy. 2016b. Paalujen kantavuustaulukot. Geotekninen puristusmurtokuorma. Tulostettu 5.4.2016.
- Paukku, T., 2016. Aerogeeli laskeutui avaruudesta Lieksaan. Helsingin Sanomat 10.2.2016. B10-11.
- Puuinfo. 2010. EC5 Sovelluslaskemat. Asuinrakennus. Suunnitteluohje. Julkaistu 3/2010. Luettu 10.4.2016.
- PSL Velj. Aitto-oja Oy. 2016. Tarjous. Tapijola-ikkunat. Tulostettu 1.4.2016.
- Rakentaja. 2015. Saunan suunnittelu: Laudemallin valinta. Julkaistu 14.12.2015. Tulostettu 30.3.2016.
- Rakentaja. 2016. Suunnittele saunasi oikein – hyödylliset vinkit. Julkaistu 25.1.2016. Tulostettu 30.3.2016. http://www.rakentaja.fi/artikkelit/11550/suunnittele_saunasi_oikein.htm
- Rakennustieto Oy. 2011. Rakentajain kalenteri 2012. Hämeenlinna 2011: Kariston Kirjapaino Oy.
- Rautari Oy. 2016. Rautia Oro Jyväskylä. Kassakuitti 21.4.2016.
- Rinne, H., 2013. Perinnemestarin rintamamiestalo. Kunnostus ja ylläpito. Helsinki: WSOY.
- Ruukki. 2012. Tiilikainen ja Elite. Asennusohjeet. Tulostettu 22.3.2016. <http://www.ruukki.com/fin/katot/tuki-ja-ohjeet/esitteet-ja-asennusohjeet>
- RTV-Yhtymä Oy. 2016. Haastattelu 25.4.2016. RTV Tampere -myymälä. Haastattelija Naukkarinen, A. Tampere.
- Stark. 2016a. Suojapahvi RAW 100m2. Verkkokauppa. Internet-sivu. Luettu 16.4.2016. <http://www.stark-suomi.fi/fi/suojapahvi-raw-100-m%C2%B2>
- Stark. 2016b. Ilmansulkupaperi Ekovilla X5. Verkkokauppa. Internet-sivu. Luettu 17.4.2016. <http://www.stark-suomi.fi/fi/ilmansulkupaperi-ekovilla-x5>
- Suomen Kuitulevy Oy. 2000. STF –tyyppi hyväksyntä n:o 121/6221/2000. Tuulensuojalevyt. Laskenta- ja kiinnitysohjeet. Luettu 10.4.2016.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto. 2011. RIL ry. RIL 201-1-2011. Osa 1.4: Rakenteiden kuormat – Yleiset kuormat. Tuulikuormat EN 1991-1-4 suunnitteluohje.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto. 2013. RIL 261-2013 Routasuojaus. Rakennukset ja infrarakenteet. Suunnitteluohje. 1/2013

Suomen Standardisoimisliitto. 2002. SFS-EN 1991-1-1 Eurocode 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-1: Yleiset kuormat, tilavuuspainot, oma paino ja rakennusten hyötykuormat. Standardi. 21.10.2002.

Suomen Standardisoimisliitto. 2004. SFS-EN 1991-1-3 Eurocode 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-3: Yleiset kuormat, Lumikuormat. Standardi. 26.1.2004.

Suomen Standardisoimisliitto. 2007a. Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1991-1-1 Eurocode 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-1: Yleiset kuormat, tilavuuspainot, oma paino ja rakennusten hyötykuormat. Standardi. 15.10.2007.

Suomen Standardisoimisliitto. 2007b. Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1991-1-3 Eurocode 1: Rakenteiden kuormat. Osa 1-3: Yleiset kuormat. Lumikuormat. Liite 4. 15.10.2007.

Suomirakentaa. 2013. Aluskate kuuluu osana kattorakenteeseen. Rakennustutkimus RTS Oy:n ja Rakentajan Tietopalvelu RTI Oy:n Internet-sivut. Työohje. Päivitetty 19.01.2013. Luettu 22.3.2016. <http://www.suomirakentaa.fi/tyoohjeet/vesikatto/aluskate-kuuluu-osana-kattorakenteeseen>

Taloon.com. 2016 Verkkokauppa. Internet-sivu. Luettu 11.4.2016. <http://www.taloon.com/>

Tuuva, J. 2013. Teräsbetonipalkin kantavuuden arvointi. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Saimaan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Vicover. 2016. Aerogeeli. Internet-sivu. Luettu 16.4.2016. <http://www.vicover.fi/aerogeelit>

Ympäristöministeriö. 1999. Kosteus. Määräykset ja ohjeet 1.1.1999. C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma.

Ympäristöministeriö. 2007. Ympäristöministeriön asetus pienten savupiippujen rakenteesta ja paloturvallisuudesta. 26.10.2007. E3 Suomen rakentamismääräyskokoelma.

Ympäristöministeriö. 2011. Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuudesta. 30.3.2011. D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma.

LIITTEET

Liite 1. Piirustusluettelo

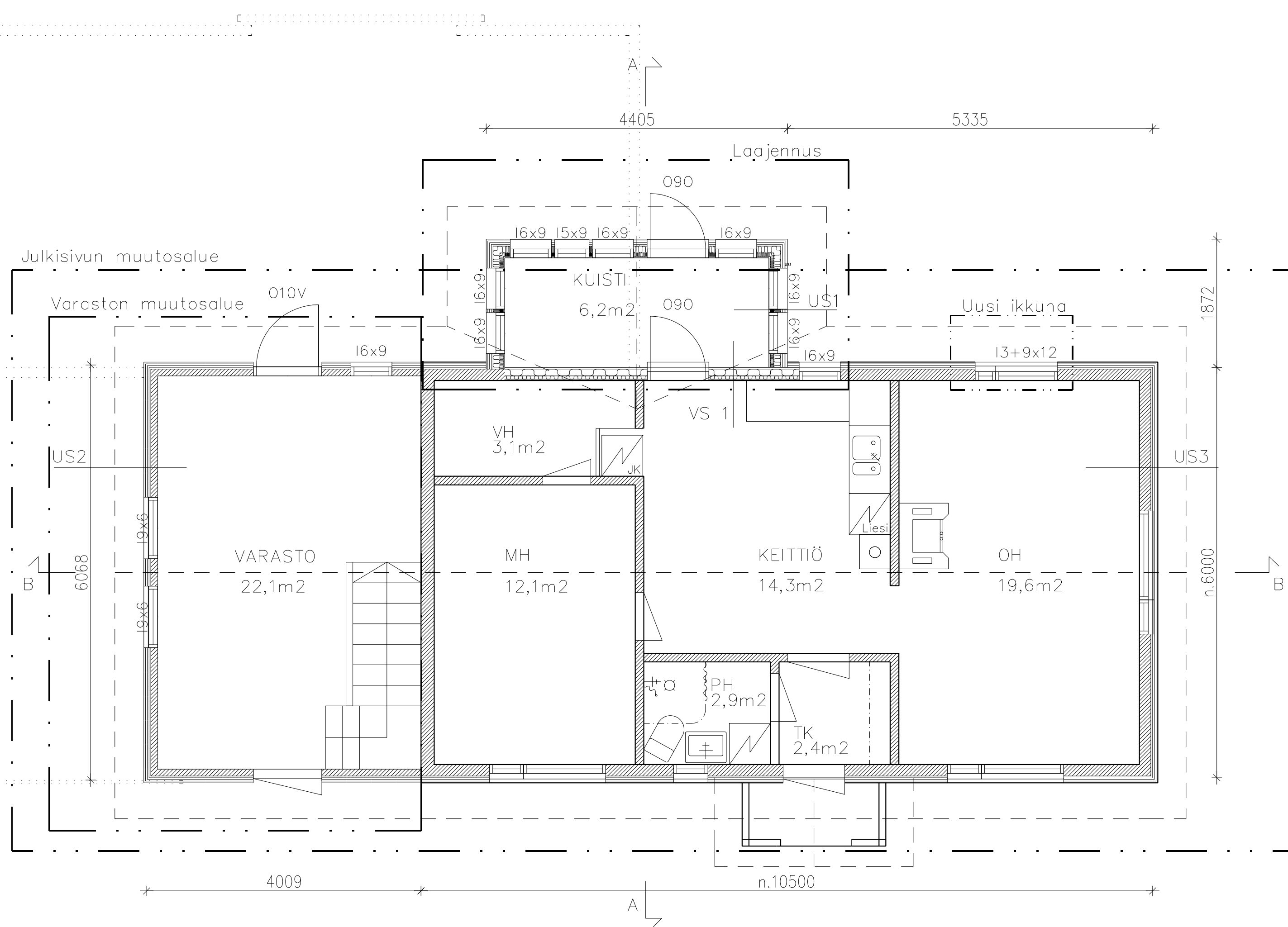
PIIRUSTUSLUETTELO

2.5.2016

nro	sisältö	mitta- kaava	paperi- koko	pvm
	PÄÄPIIRUSTUKSET			
101	Asemapiiros	1:500	3x1	17.1.2016
102	Pohjapiirros	1:50	4x1	9.3.2016
103	Julkisivut	1:100	3x1	9.3.2016
104	Leikkaus A-A, B-B	1:50	5x1	9.3.2016
	RAKENNEPIRUSTUKSET			
201	Runko mittapiirustus	1:50	3x1	9.3.2016
202	Vesikatto tasopiirustus	1:50	3x1	9.3.2016
	Kattovasat asennuskaavio	1:50		9.3.2016
203	Alapohja tasopiirustus	1:50	4x1	28.4.2016
	Perustus mittapiirustus	1:50		28.4.2016
	Salaojat ja routasuojaus	1:50		28.4.2016
204	Leikkaus A-A, B-B	1:50	4x1	9.3.2016
205	Rakennetyypit	1:10	1+7 A4	12.3.2016
206	Alapohja leikkaukset	1:10	1+3 2x1	12.3.2016
207	Yläpohja leikkaukset	1:10	1+7 A4/2x1	12.3.2016



TUNN. LUKUM. MUUTOS		NIMIM. PVM	
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä
Loukaa			Juoks.no
Rakennustoimenpide	Pääpiirustus		Mittakaavat
MUUTOSTYÖ	Pääpiirustus		1:500
Rakennuskohde	Asemapiirros		
Vapaa-ajan asunto			
17.1.2016	Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero		Muutos
Piirt. Antti Naukkarinen, Opiskelija	ARK		1/101
Päiväys, suunnittelija, nimen selvennys ja koulutus	Yhteyshenkilö		Tiedosto



	Kerrosala	Huon. ala	Tilavuus
Nykyinen rakennus			
Koko rakennus	160m ²		600m ³
Asuinitilat	63m ²	55m ²	262m ³
Muutostyön jälkeen			
Koko rakennus	99m ²		380m ³
Asuinitilat	74m ²	61,5m ²	288m ³

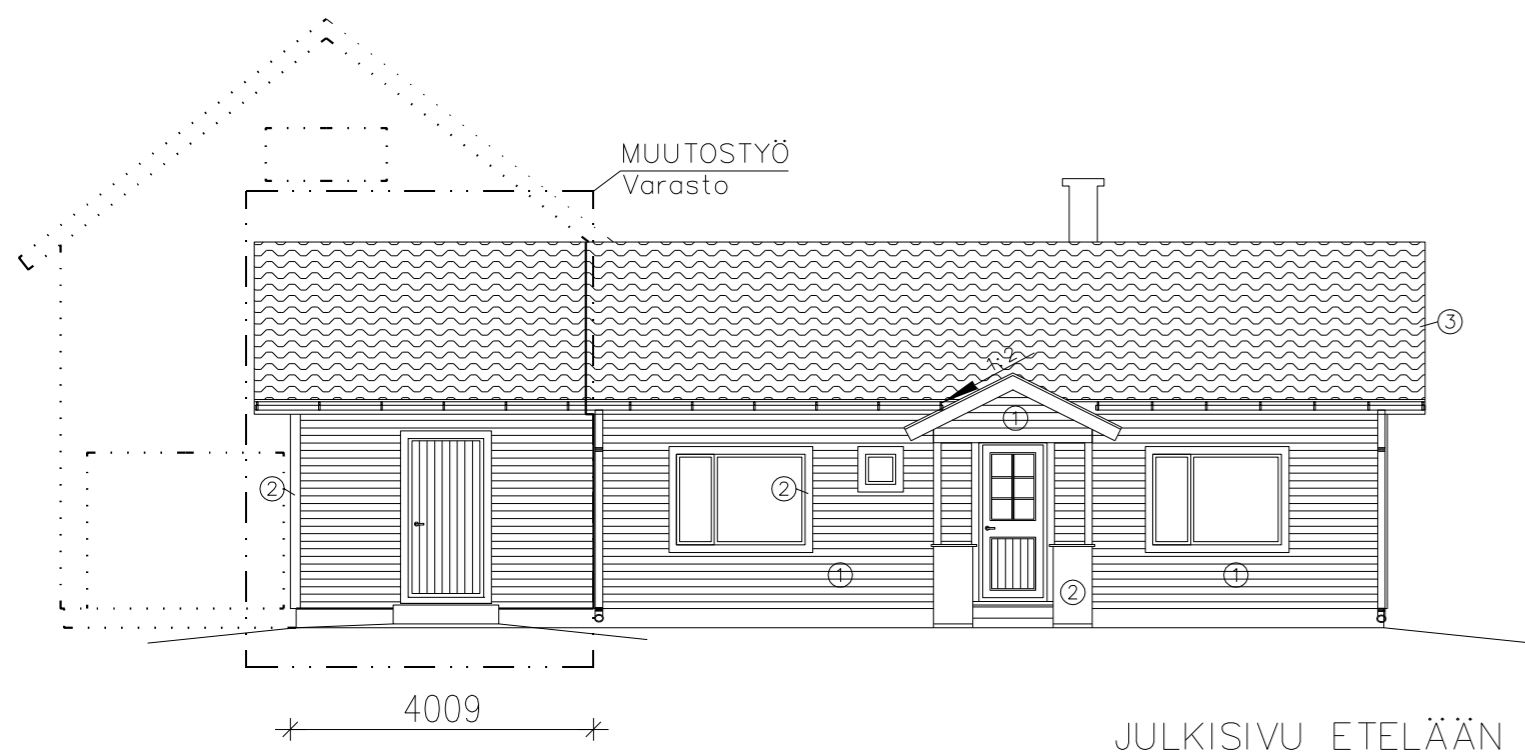


Keittiön vanha 3+9x12 ikkuna siirretään olohuoneeseen.
 Kuistin uudet ikkunat tyyppiä MSAL. $U=1,0W/m^2K$
 Keittiön uusi ikkuna tyyppiä MSEAL. $U=1,0W/m^2K$

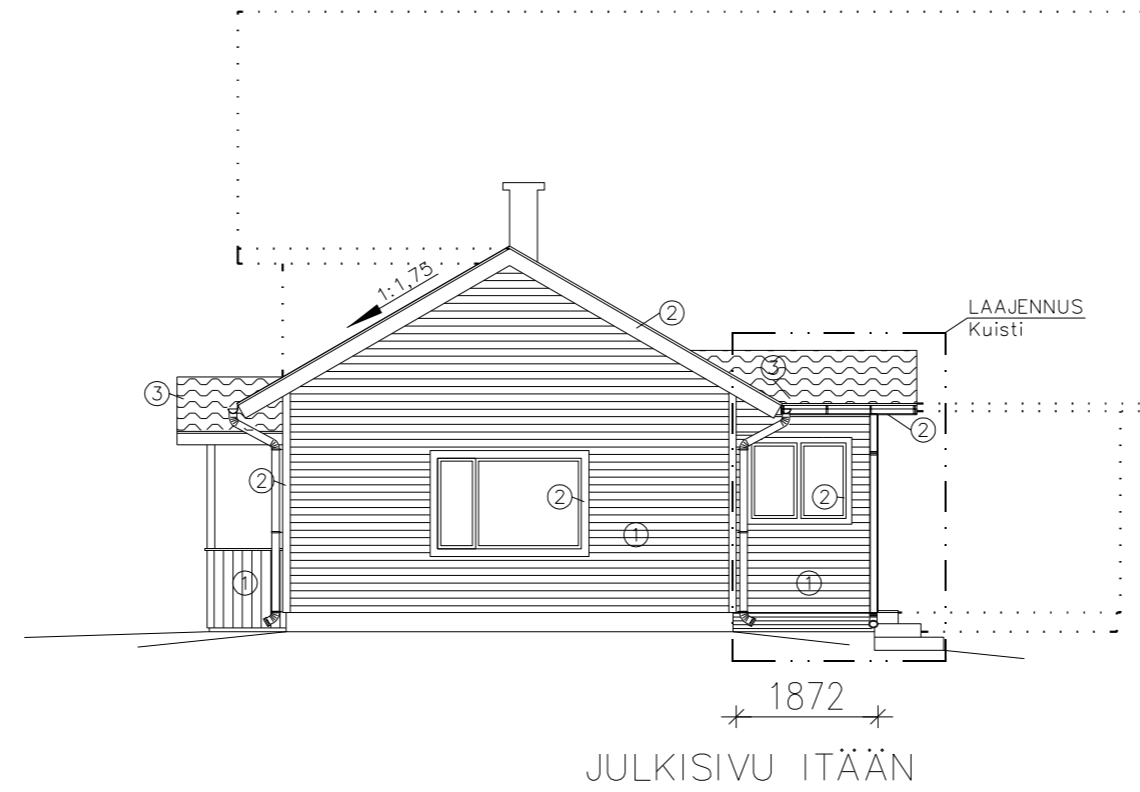
Rakennuksen ulkoseiniin tehdään julkisivuremontti, jossa lisätään tuulensuojalevytys ja ilmarako julkisivuverhouksen alle. Vanha $U=n.0,28W/m^2K$ → Uusi $U=n.0,25W/m^2K$
 Julkisivuremontin vaikutus on huomioitu rakennuksen kerrosalaan ja tilavuuteen.

Ulkoseinän julkisivuväritys ei muutu.
 Kts. julkisivupiirustus ja värityssuunnitelma.

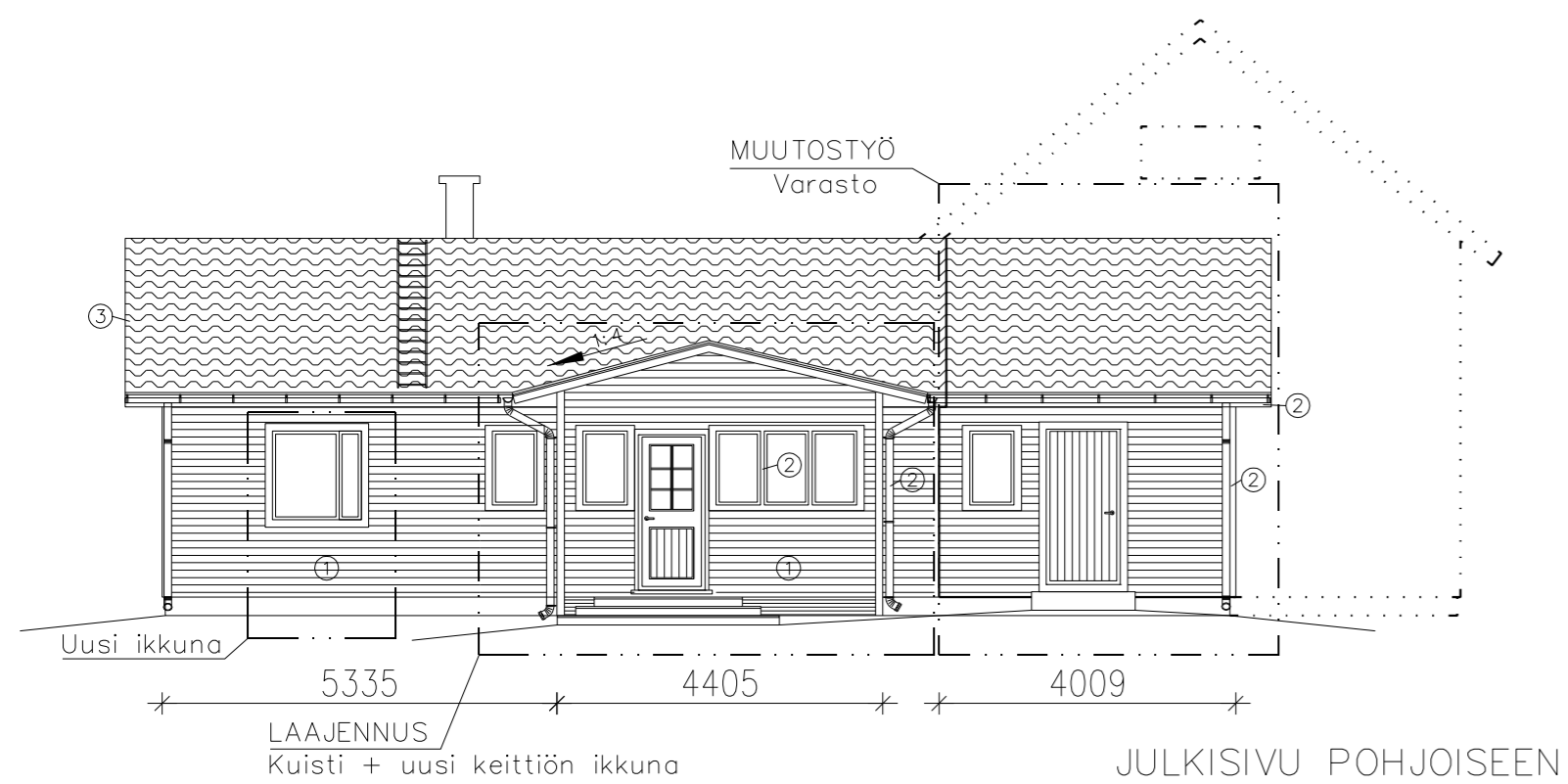
TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMIM. PVM	
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintä	
Laukaa			Piirustuslaji	Juoks.no
Rakennustoimenpide	MUUTOSTYÖ		PÄÄPIIRUSTUS	
Rakennuskohde	Vapaa-ajan asunto		Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
			Pohjapiirros	1:50
9.3.2016	Piirt. Antti Naukkarinen, Opiskelija		Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero	Muutos
Päiväys, suunnittelija, nimen selvitys ja koulutus			ARK	1/102
			Yhteyshenkilö	Tiedosto



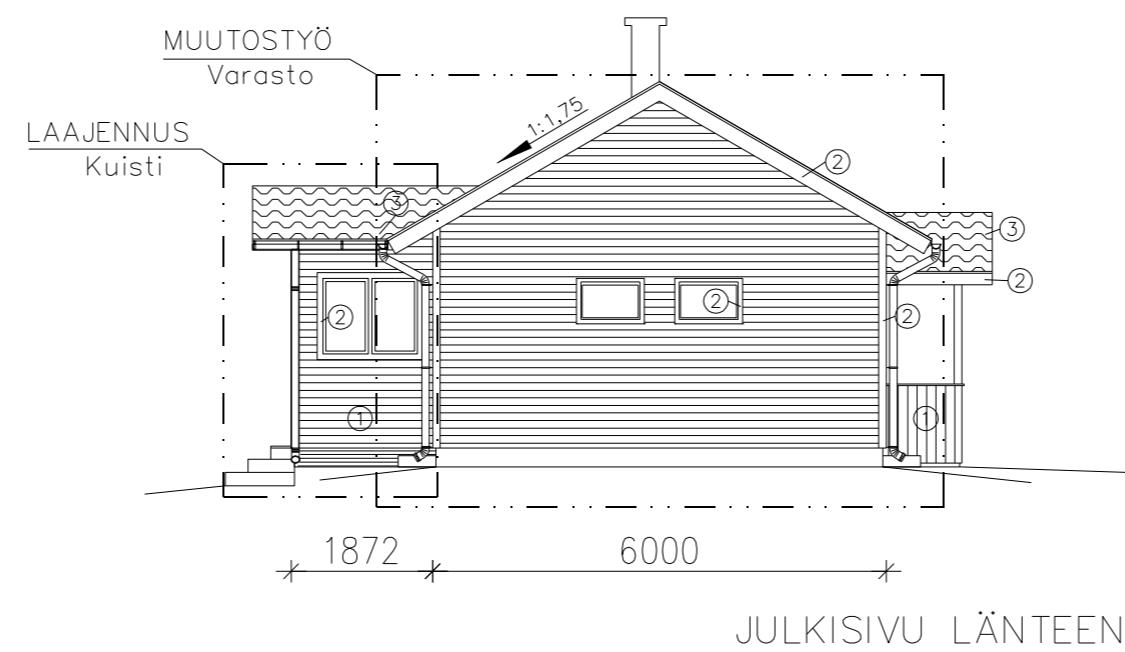
JULKISIVU ETELÄÄN



JULKISIVU ITÄÄN



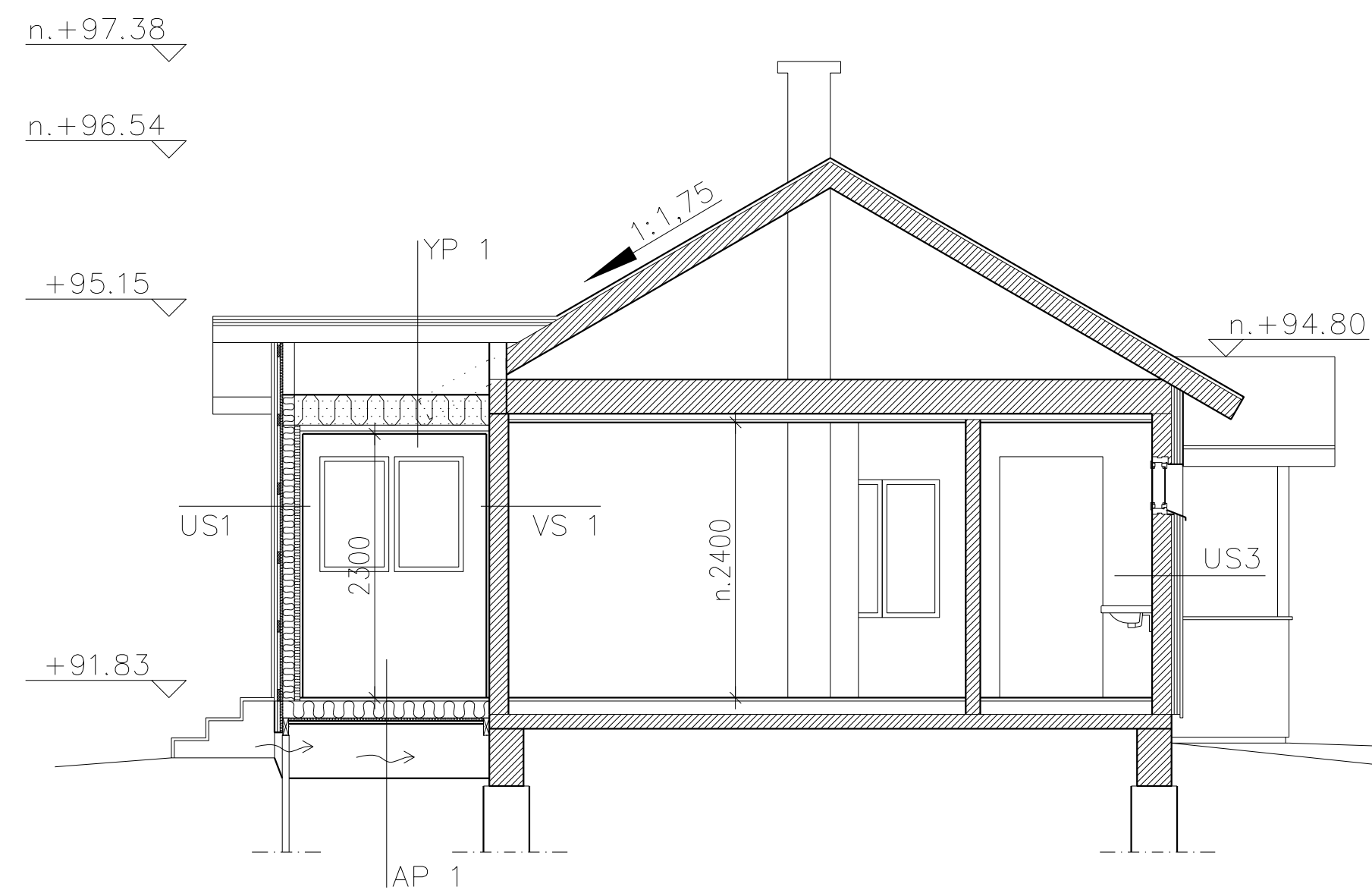
JULKISIVU POHJOISEEN



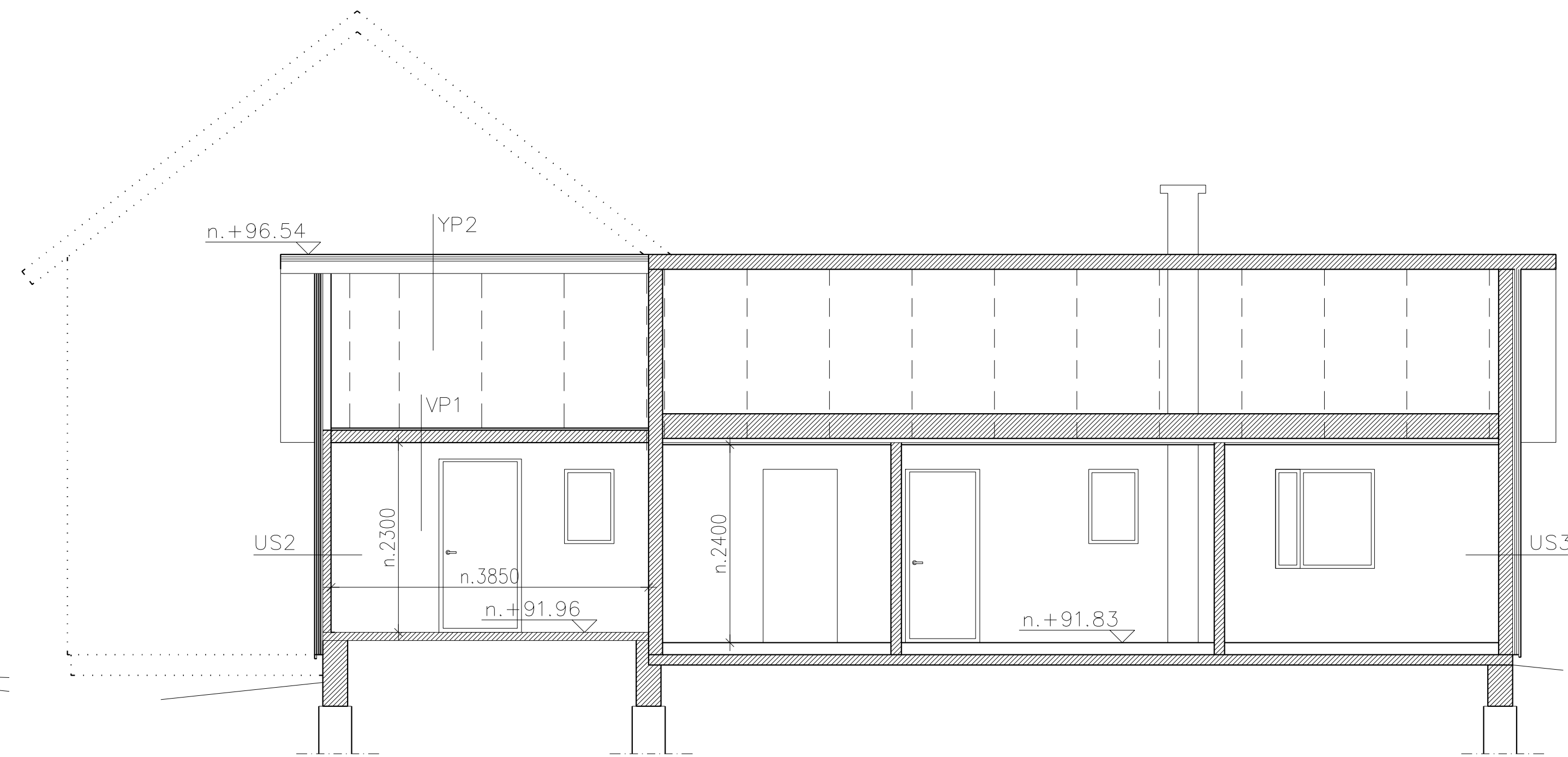
JULKISIVU LÄNTEEN

- 1 Punamulta (säilytetään)
 2 Valkoinen
 3 Tikkurila 0514 Grafiitinharmaa

TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMIM. PVM	
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
Laukaa			Piirustuslaji	Juoks.no
Rakennustoimenpide	MUUTOSTYÖ		PÄÄPIIRUSTUS	
Rakennuskohde	Vapaa-ajan asunto		Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
			Julkisivut	1:100
9.3.2016	Piirt. Antti Naukkarinen, Opiskelija		Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero	Muutos
			ARK	1/103
Päiväys, suunnittelija, nimen selvennys ja koulutus			Yhteyshenkilö	Tiedosto



LEIKKAUS A-A



LEIKKAUS B-B

 Vanha rakenne

US2

- Ulkoverhous 25x100mm
- Pystykoolaus 25x100mm k600
- Vaakakoolaus 25x100mm k600
- Tuulensuojalevy 25mm (puukuitulevy)
- Vanha kantava runko 100x100mm k1000 (säilytetään)

US3 (julkisivuremontti)

- Ulkoverhous 25x100mm
- Pystykoolaus 25x100mm k600
- Vaakakoolaus 25x100mm k600
- Tuulensuojalevy 25mm (puukuitulevy)
- Tervapaperi (säilytetään)
- Kantava runko 50x100mm (säilytetään) ja välissä selluvilla 100mm (säilytetään)
- Koolaus 50x50mm (säilytetään) ja välissä selluvilla 50mm (säilytetään)
- Sisäverhouspaneeli (säilytetään)
- U-arvo: n.0,25 W/m²K

AP1

- Perusmaa
- Kapillaarikatkerros >300mm tai muu soveltuva materiaali
- Tuuletettu tila >400mm sivuilta avoin
- Painekyllästetyt kannakelaudat 22x100mm
- Tuulensuoja Runkoleijona 25mm
- Lattiakannattajat C24 48x148mm k400 +Ekovilla 150mm
- Ekovilla X5 -ilmansulku
- Lattialauta 28mm
- U-arvo 0,26 W/m²K

US1

- Ulkoverhous 25x100mm
- Pystykoolaus 25x100mm k600
- Vaakakoolaus 25x100mm k600
- Tuulensuoja Runkoleijona 25mm
- Kantava runko 48x98mm k600 ja lämmöneriste Ekovilla 98mm
- Koolaus 48x49mm k600 ja lämmöneriste Ekovilla 49mm
- Ekovilla X5 -ilmansulku
- Sisäverhous (paneeli)
- U-arvo: 0,26 W/m²K

YP1

- Vesikate (pelti)
- Ruoteet 25x100mm k-jako katevalmistajan ohjeen mukaan
- Korokerimat 25x50mm k600
- Aluskate
- Kattovasat 48x98mm k600 + reuna-alueella tuulenohjain
- Lämmöneriste Ekovilla 265mm
- Palkit 48x98mm k 600
- Ekovilla X5 -ilmansulku
- Koolaus 48x49mm k300
- Sisäverhous (paneeli)
- U-arvo 0,14 W/m²K

VS1

- Vanha ulkoverhous poistetaan
- Vanha tervapaperi poistetaan
- Sisäverhous (paneeli)
- Rakennuspaperi
- Kantava runko 50x100mm (säilytetään) ja välissä selluvilla 100mm (säilytetään)
- Koolaus 50x50mm (säilytetään) ja välissä selluvilla 50mm (säilytetään)
- Sisäverhouspaneeli (säilytetään)

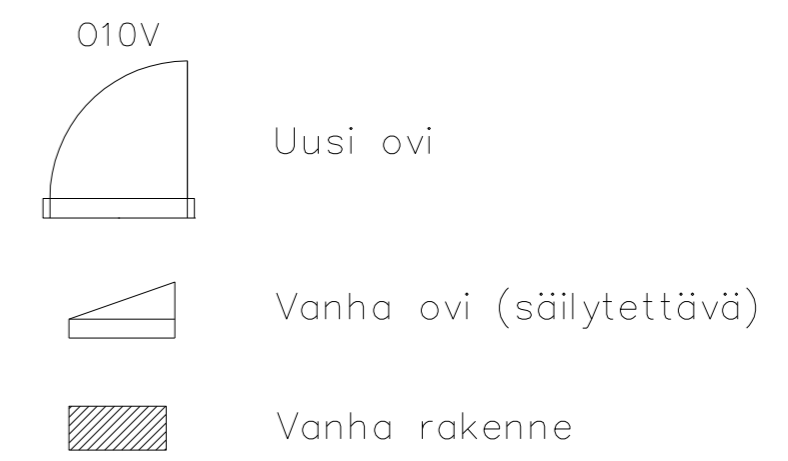
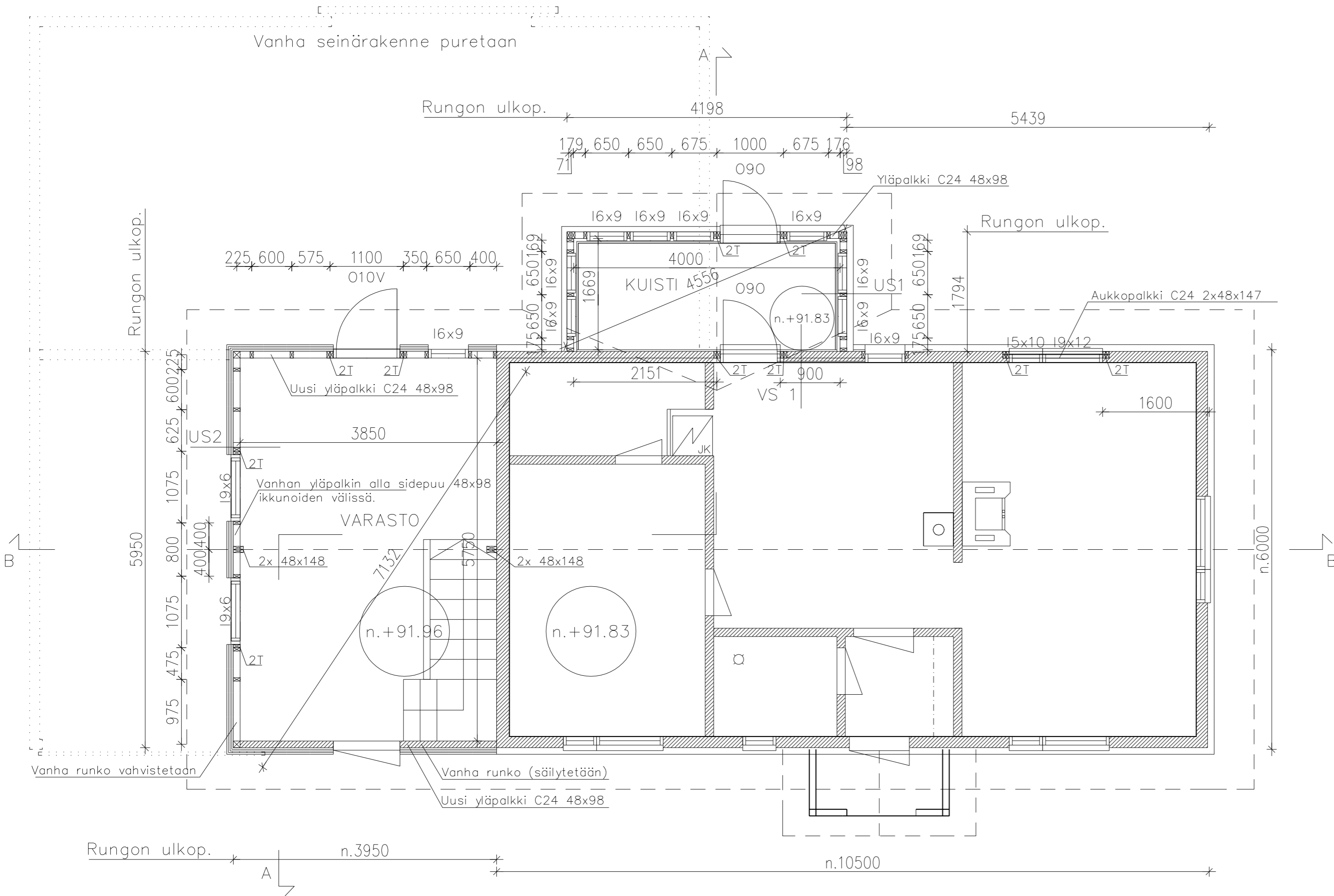
VP1

- Vanha lattialauditus (säilytetään)
- Vanha palkisto (säilytetään)

YP2

- Vesikate (pelti)
- Ruoteet 25x100mm
- Korokerimat 25x50mm
- Aluskate
- Kattovasat

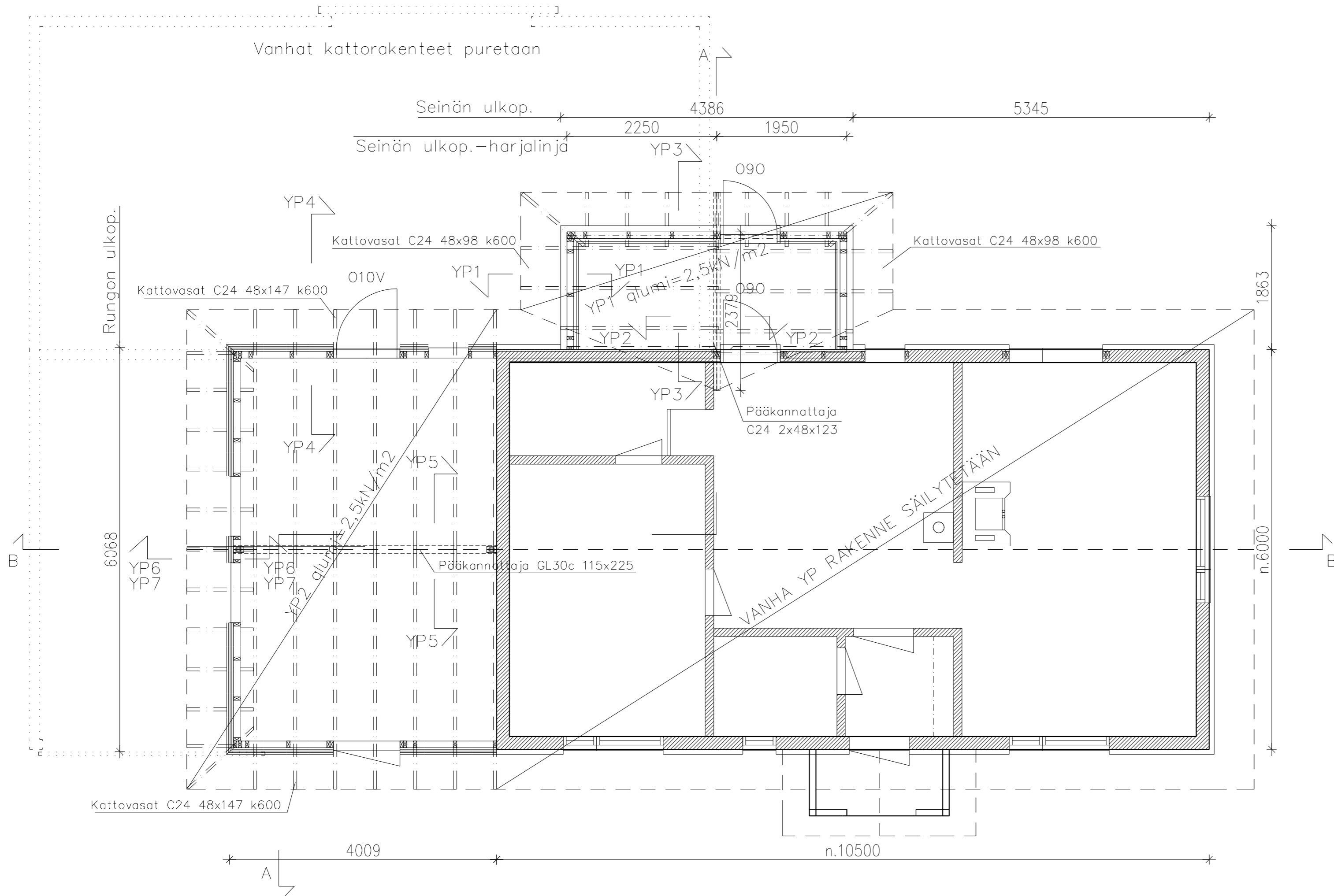
TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMIM.	PVM
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisen merkintä	
Laukaa				
Rakennusloimenpide			Piirustuslaji	Juoks.no
MUUTOSTYÖ			PÄÄPIIRUSTUS	
Rakennuskohde			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
Vapaa-ajan asunto			Leikkaus A-A	1:50
			Leikkaus B-B	1:50
9.3.2016			Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero	Muutos
Piirt. Antti Naukkarinen, Opiskelija			ARK	1/104
Päiväys, suunnittelija, nimen selvitys ja koulutus			Yhteyshenkilö	Tiedosto



MITAT TARKISTETTAVA TYÖMAALLA
 VARASTON ULKOSEINIEN PAIKAT
 TARKISTETTAVA TYÖMAALLA

TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMIM. PVM	
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
Laukaa			Piirustuslaji	Juaks.no
Rakennustoimenpide	MUUTOSTYÖ		RAKENNEPIIRUSTUS	
Rakennuskohde	Vapaa-ajan asunto		Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
			Runko mittapiirustus	1:50
9.3.2016	Piirt. Antti Naukkarinen, Opiskelija		Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero	Muutos
			RAK	1/201
Päiväys, suunnittelija, nimen selvennys ja koulutus			Yhteyshenkilö	Tiedosto

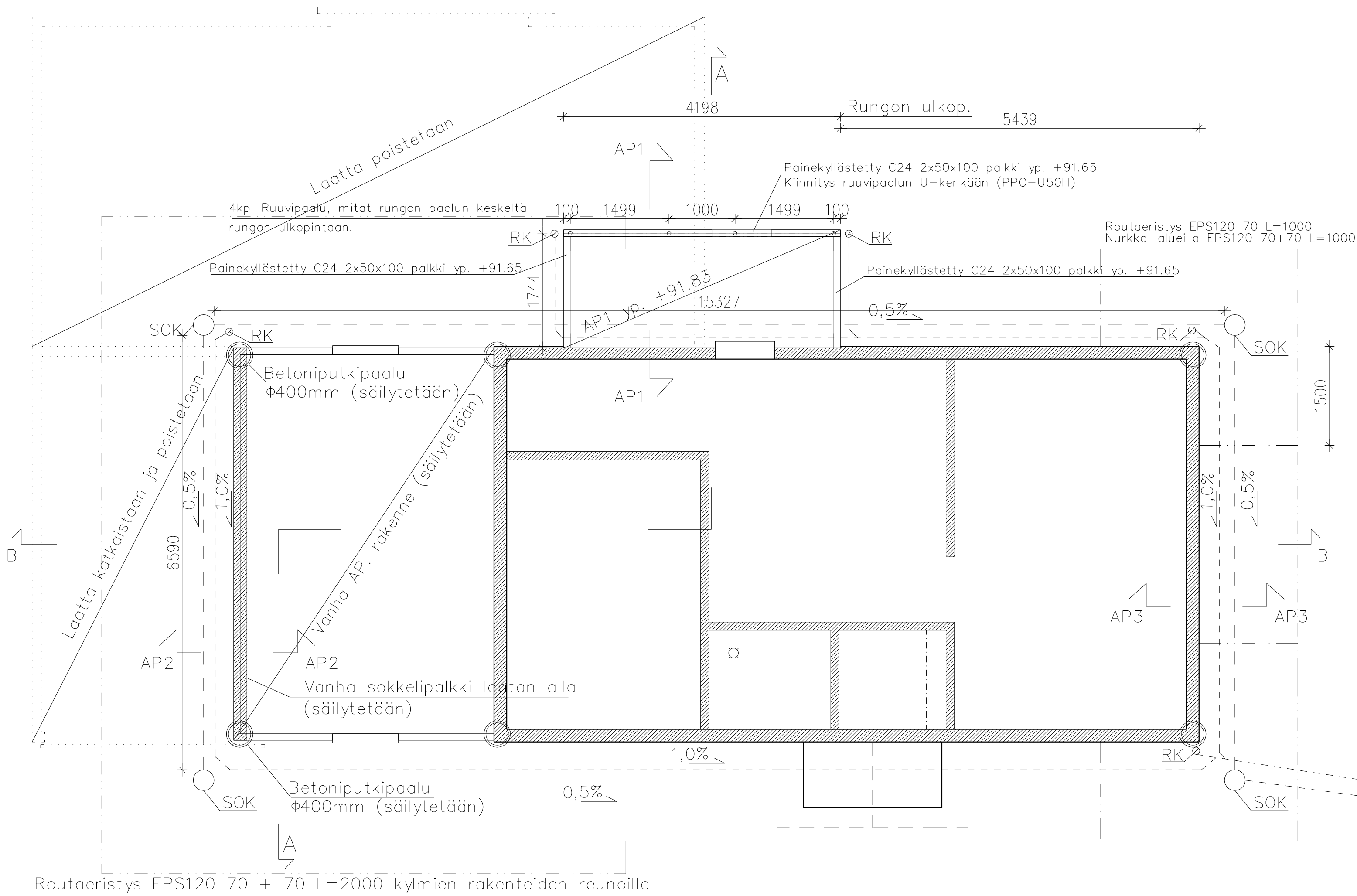
Vanhat kattorakenteet puretaan



YP1 $q_{lumi}=2,5 \text{ kN/m}^2$ ap.+94.13
 YP2 $q_{lumi}=2,5 \text{ kN/m}^2$

 Vanha rakenne

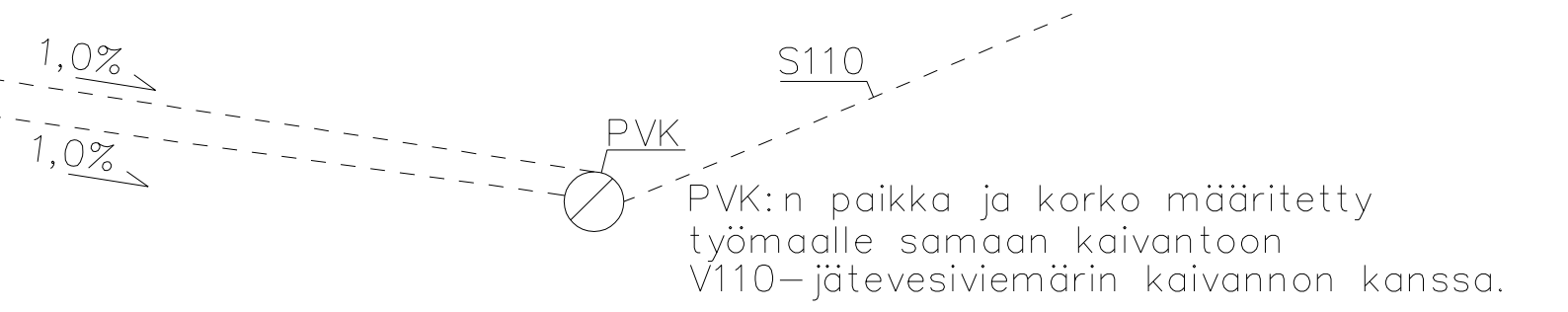
TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMIM. PVM	
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
Laukaa			Piirustuslaji	Juaks.no
Rakennustoimenpide			RAKENNEPIIRUSTUS	
MUUTOSTYÖ			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
Rakennuskohde			Vapaa-ajan asunto	Vesikatto tasopiirustus 1:50 Kattovasat asennuskaavio 1:50
9.3.2016			Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero	Muutos
Piirt. Antti Naukkarinen, Opiskelija			RAK	1/202
Päiväys, suunnittelija, nimen selvennys ja koulutus			Yhteyshenkilö	Tiedosto



Sadevesi- ja salaojakaivojen korot määritetään työmaalla maaston mukaan.

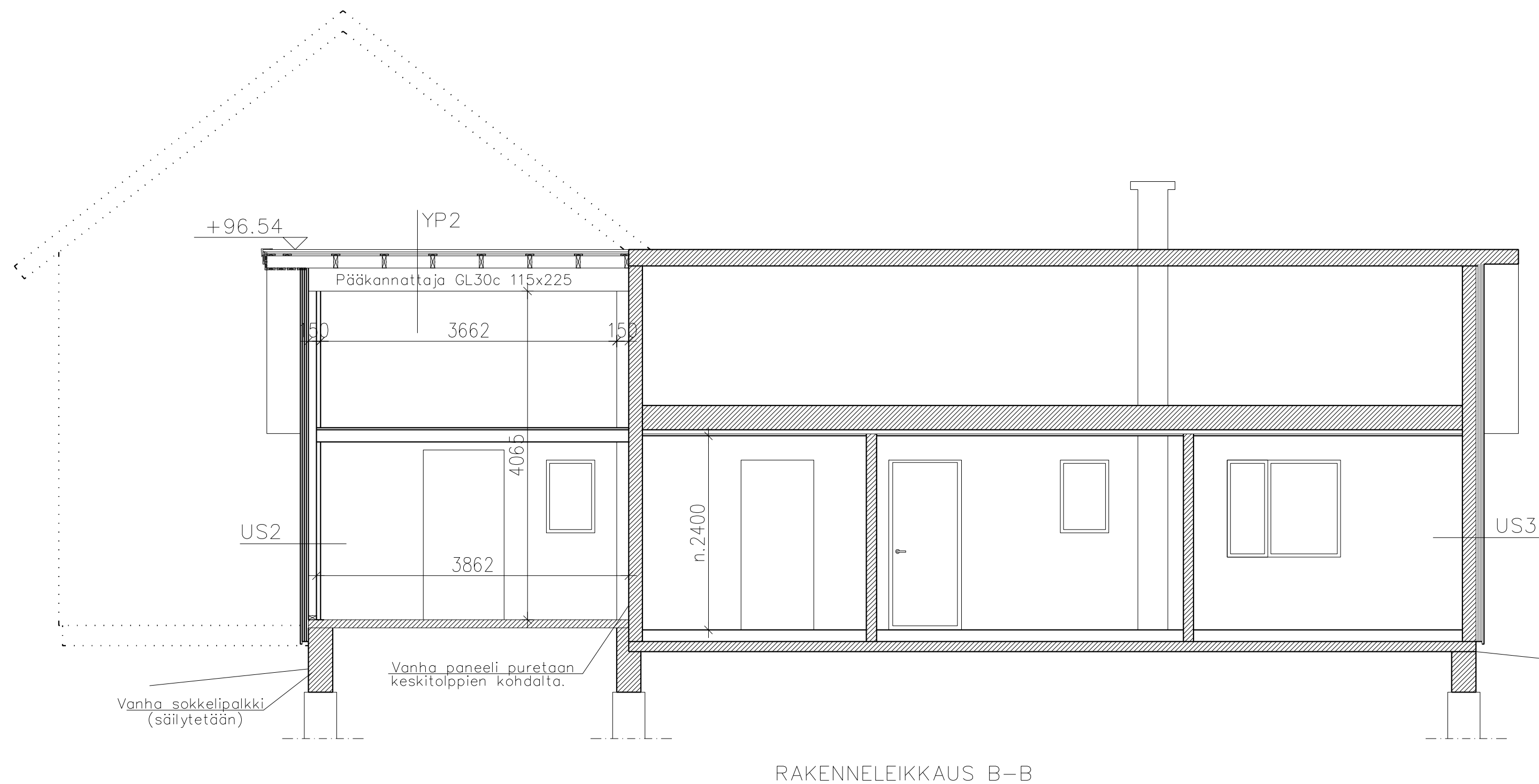
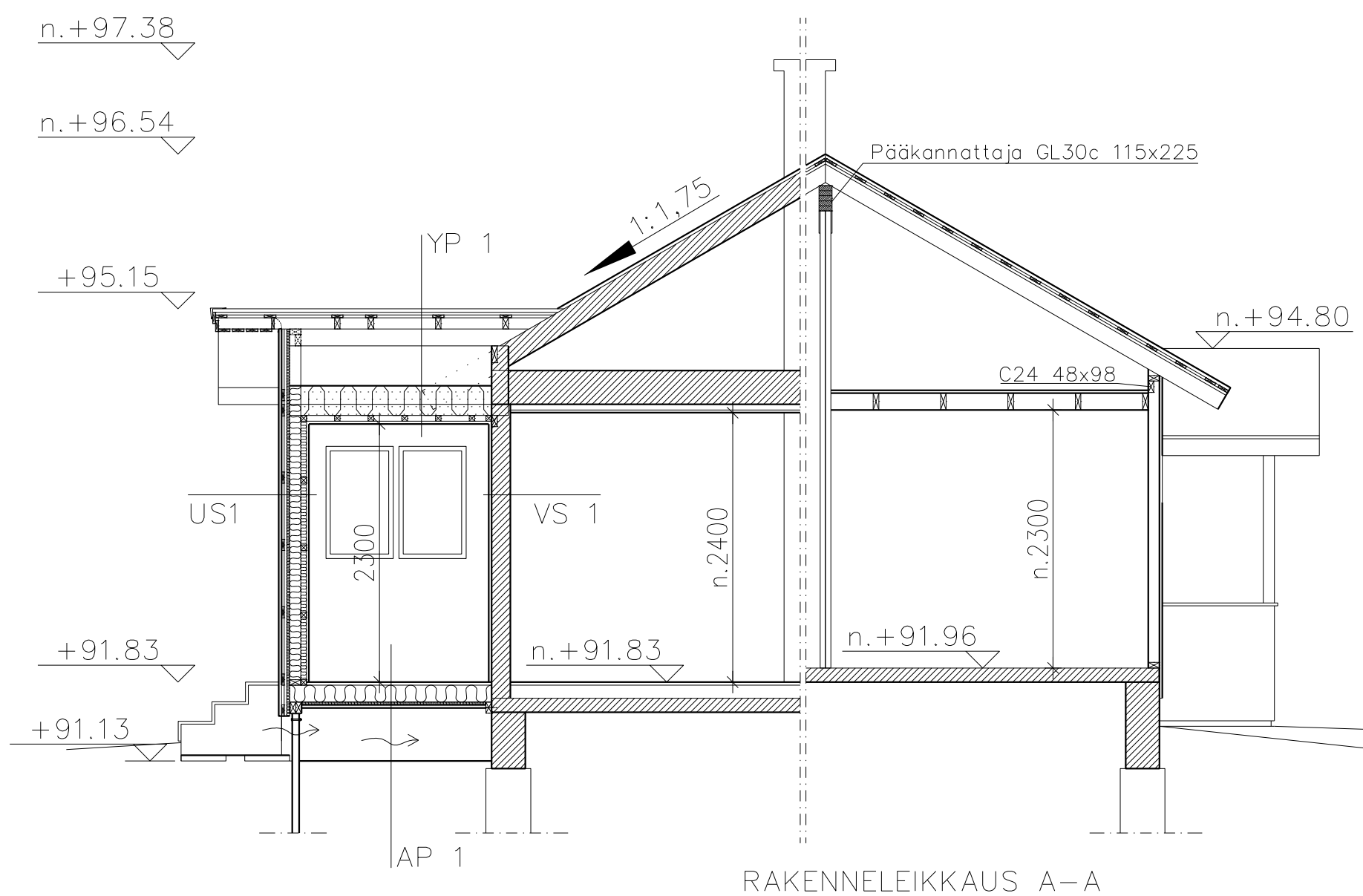
S110 purkuputki samaan kaivantoon V110-jätevesiviemärin kanssa. Purku rantapenkkaan kivipesään. Kivipesän paikka määritetään työmaalla.

Tarkastuskaivo/tarkastusputki purkuputkeen maks. 20m välein.



PVK:n paikka ja korko määritetty työmaalle samaan kaivantoon V110-jätevesiviemärin kaivannon kanssa.

TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMIM. PVM	
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintä	
Laukaa			Piirustuslaji	Juoks.no
Rakennustoimenpide	MUUTOSTYÖ		RAKENNEPIIRUSTUS	
Rakennuskohde	Vapaa-ajan asunto		Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
			Alapohja tasopiirustus	1:50
			Perustus mittapiirustus	1:50
			Salaojat ja routasuojaus	1:50
28.4.2016	Piirt. Antti Naukkarinen, Opiskelija		Suunnitteluala, työnnumero ja piirustuksen numero	Muutos
			RAK	1/203
Päiväys, suunnittelija, nimen selvitys ja koulutus			Yhteyshenkilö	Tiedosto



 Vanha rakenne

Vanhat ikkunat: yläreunan korko n. +93.73

Uudet ikkunat: yläreunan korko +93.93

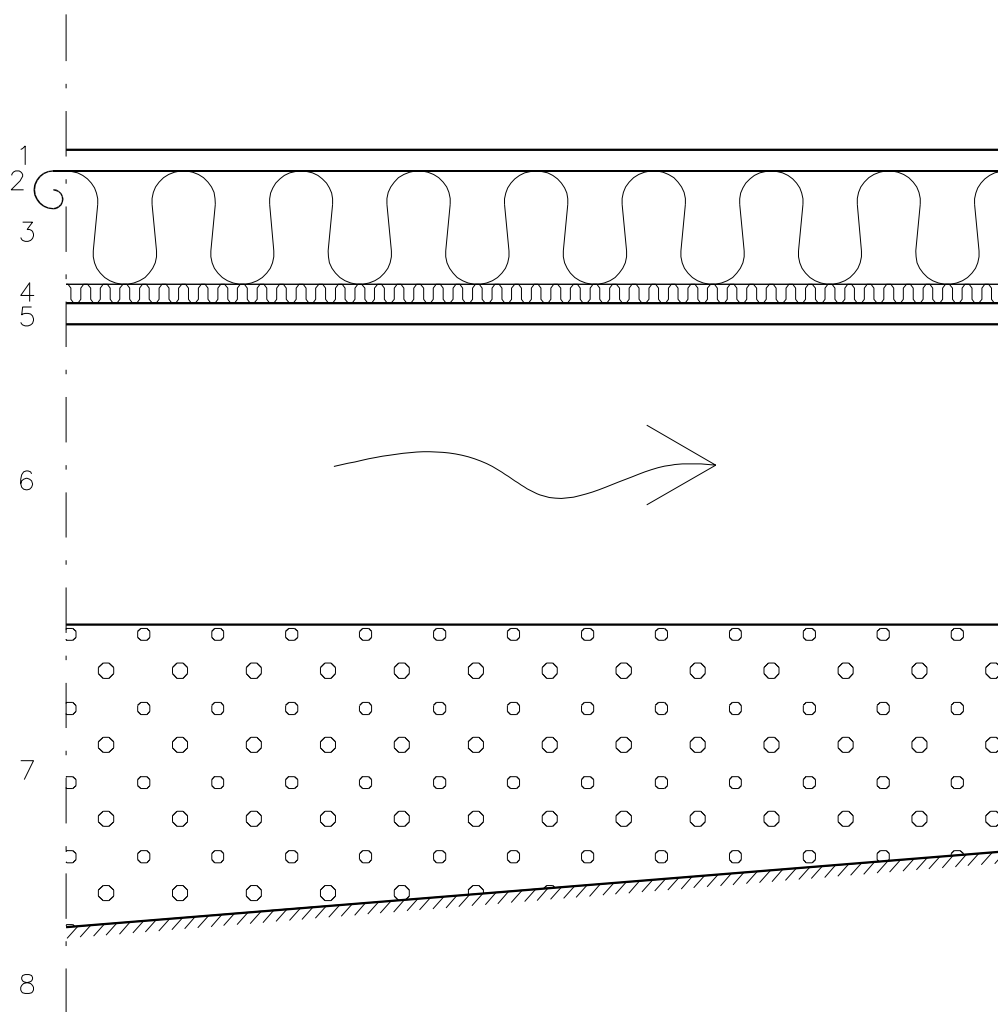
MITAT JA KOROT TARKISTETTAVA TYÖMAALLA.

YP JA US RAKENTEET TEHDÄN VANHOJEN RAKENTEIDEN
KANSSA SAMAN TASOON.

TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMIM.	PVM
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintä	
Laukaa			Piirustuslaji	Juoks.no
Rakennustoimenpide	MUUTOSTYÖ		RAKENNEPIIRUSTUS	
Rakennuskohde	Vapaa-ajan asunto		Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
			Leikkaus A-A	1: 50
			Leikkaus B-B	1: 50
9.3.2016	Piirt. Antti Naukkarinen, Opiskelija		Suunnitteluala, työnumero ja piirustuksen numero	Muutos
			RAK	1/204
Päiväys, suunnittelija, nimen selvennys ja koulutus			Yhteyshenkilö	Tiedosto

TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMIM.	PVM
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
Laukaa			Piirustuslaji	Juoks.no
Rakennustoimenpide			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
MUUTOSTYÖ			RAKENNETYYYPIT	1:50
Rakennuskohde			Suunnitteluala, työnumero ja piirustuksen numero	Muutos
Vapaa-ajan asunto			RAK	1/205
12.3.2016			Yhteyshenkilö	Tiedosto
Piirt. Antti Naukkarinen, Opiskelija				
Päiväys, suunnittelija, nimen selvennys ja koulutus				

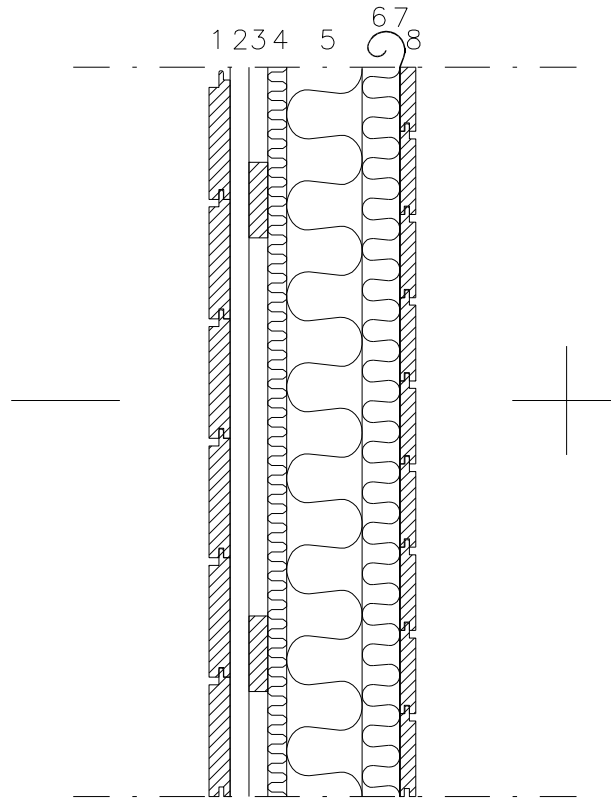
MITTAKAAVA 1:10



28mm	1	Lattialauta
	2	Ekovilla X5 -ilmansulku
148mm	3	Lattiakannattajat C24 48x148mm k400 +lämmöneriste Ekovilla 148mm
25mm	4	Tuulensuoja Runkoleijona
25mm	5	Painekyllästetyt kannakelaudat 22x100mm k400
>400mm	6	Tuulettuva tila
>300mm	7	Kapillaarikatkokerros salaojasepeli #6-16 tai muu soveltuva
	8	Perusmaa

U-arvo: 0,26 W/m²K
Puolilämmin tila

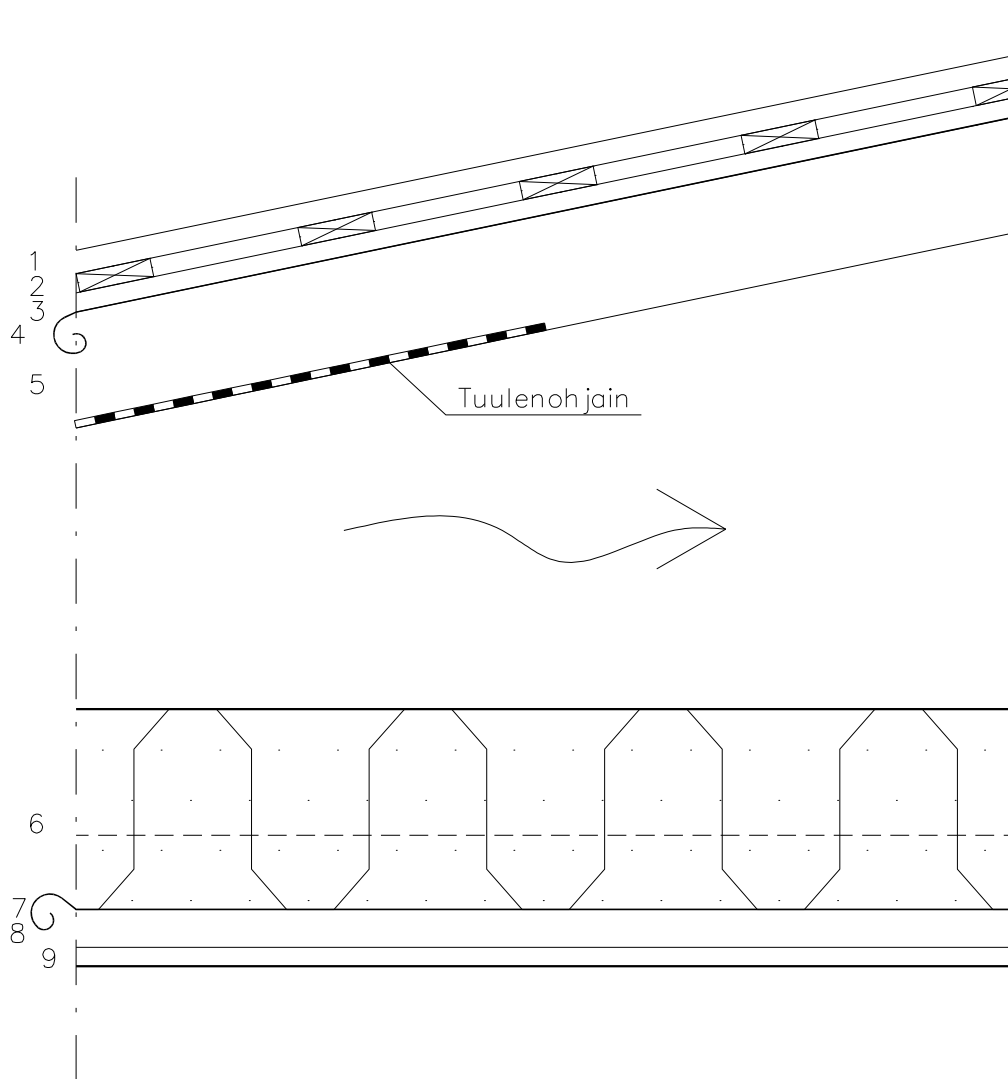
MITTAKAAVA 1:10



25mm	1	Ulkoverhouslauta 25x100mm (vaaka)
25mm	2	Pystykoolaus 25x100mm k600 + ilmarako
25mm	3	Vaakakoolaus 25x100mm k600 + ilmarako
25mm	4	Tuulensuoja Runkoleijona
98mm	5	Kantava runko 48x98mm k600 +lämmöneriste Ekovilla 98mm
49mm	6	Vaakakoolaus 48x49mm k600 +lämmöneriste Ekovilla 49mm
	7	Ekovilla X5 -ilmansulku
22mm	8	Sisäverhousepaneeli

U-arvo: 0,26 W/m²K
Puolilämmin tila

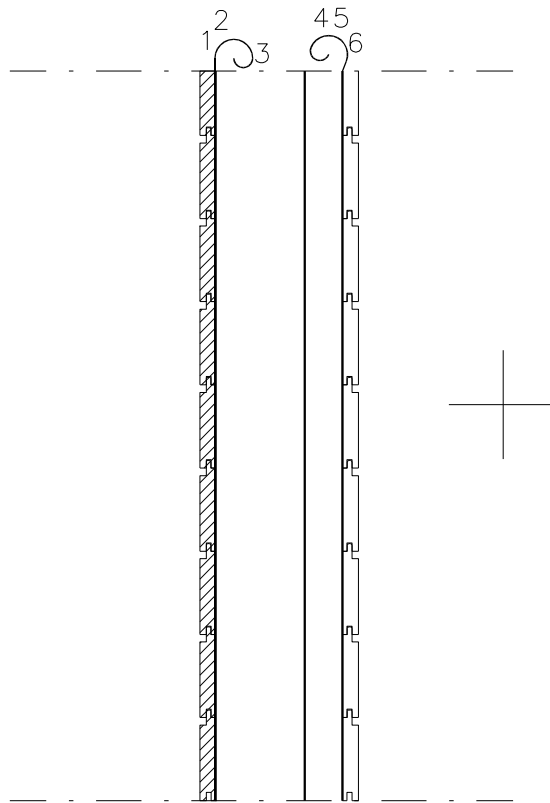
MITTAKAAVA 1:10



- | | | |
|-------|---|---|
| | 1 | Peltikate |
| 25mm | 2 | Ruoteet 25x100mm k-jako valmistajan ohjeen mukaan |
| 25mm | 3 | Korokerimat 25x100mm k600 |
| | 4 | Aluskate |
| 98mm | 5 | Kattovasat 48x98mm k600
+reuna-alueilla tuulenohjain |
| 265mm | 6 | Palkit 48x98mm k600
+lämmöneriste Ekovilla 265mm |
| | 7 | Ekovilla X5 -ilmansulku |
| 49mm | 8 | Koolaus 48x49mm k600 |
| | 9 | Sisäverhouspaneeli |

U-arvo: 0,14 W/m²K
Puolilämmin tila

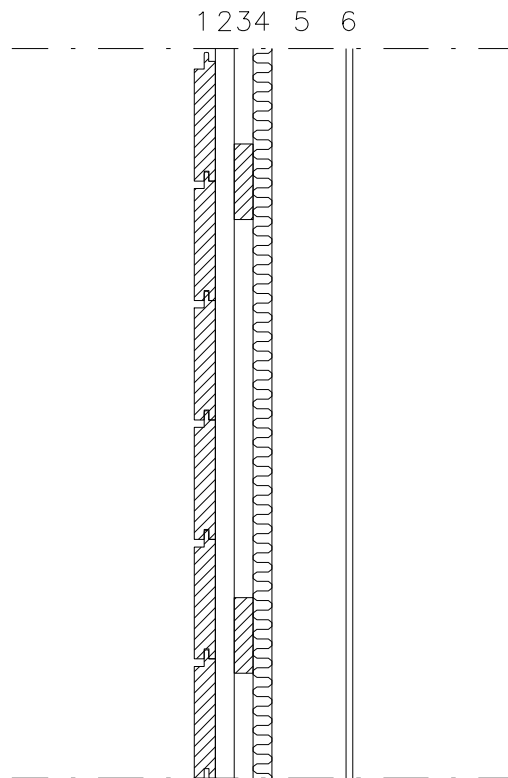
MITTAKAAVA 1:10



			Vanha ulkoverhous poistetaan
			Vanha tervapaperi poistetaan
uusi		1	Sisäverhouspaneeli
		2	Rakennuspaperi
vanha	100mm	3	Kantava runko 50x100mm k600 (säilytetään)
			+lämmöneriste selluvilla 100mm (säilytetään)
	50mm	4	Vaakakoolaus 50x50mm k600 (säilytetään)
			+lämmöneriste selluvilla 50mm (säilytetään)
		5	Rakennuspaperi (säilytetään)
		6	Sisäverhouspaneeli (säilytetään)

Suunnittelija	Piirtäjä Antti Naukkarinen, Opiskelija	US2	94
	Pvm 12.3.2016		
	Piirustuksen sisältö Kylmä varasto Ulkoseinä		

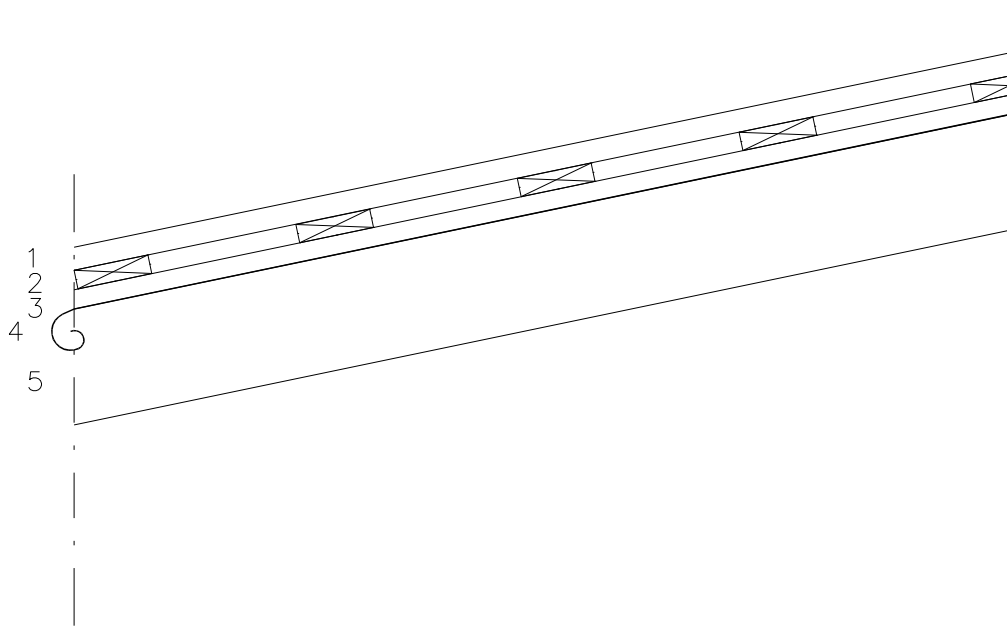
MITTAKAAVA 1:10



- | | | |
|------|---|-----------------------------------|
| | 1 | Ulkoverhouslauta 25x100mm (vaaka) |
| 25mm | 2 | Pystykoolaus 25x100mm k600 |
| 25mm | 3 | Vaakakoolaus 25x100mm k600 |
| 25mm | 4 | Tuulensuoja (puukuitulevy) |
| 98mm | 5 | Kantava runko 48x98mm k600 |
| 9mm | 6 | Filmivaneri (säilytetään) |

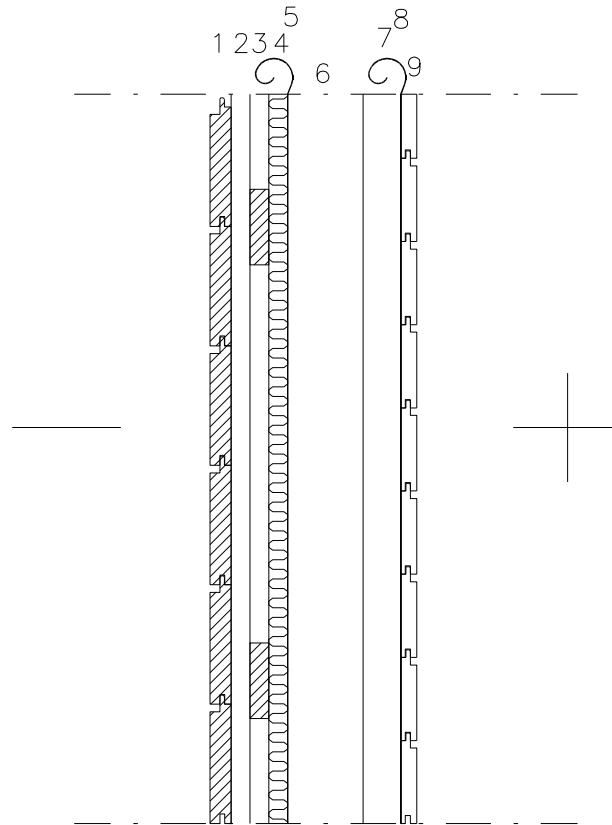
Suunnittelija	Piirtäjä Antti Naukkarinen, Opiskelija		YP2	95
	Pvm	12.3.2016		
	Piirustuksen sisältö Kylmä varasto Yläpohja			

MITTAKAAVA 1:10



- | | | |
|------|---|---|
| | 1 | Peltikate |
| 25mm | 2 | Ruoteet 25x100mm k-jako valmistajan ohjeen mukaan |
| 25mm | 3 | Korokerimat 25x100mm k600 |
| | 4 | Aluskate |
| | 5 | Kattovasat 48x147mm k600 |

MITTAKAAVA 1:10



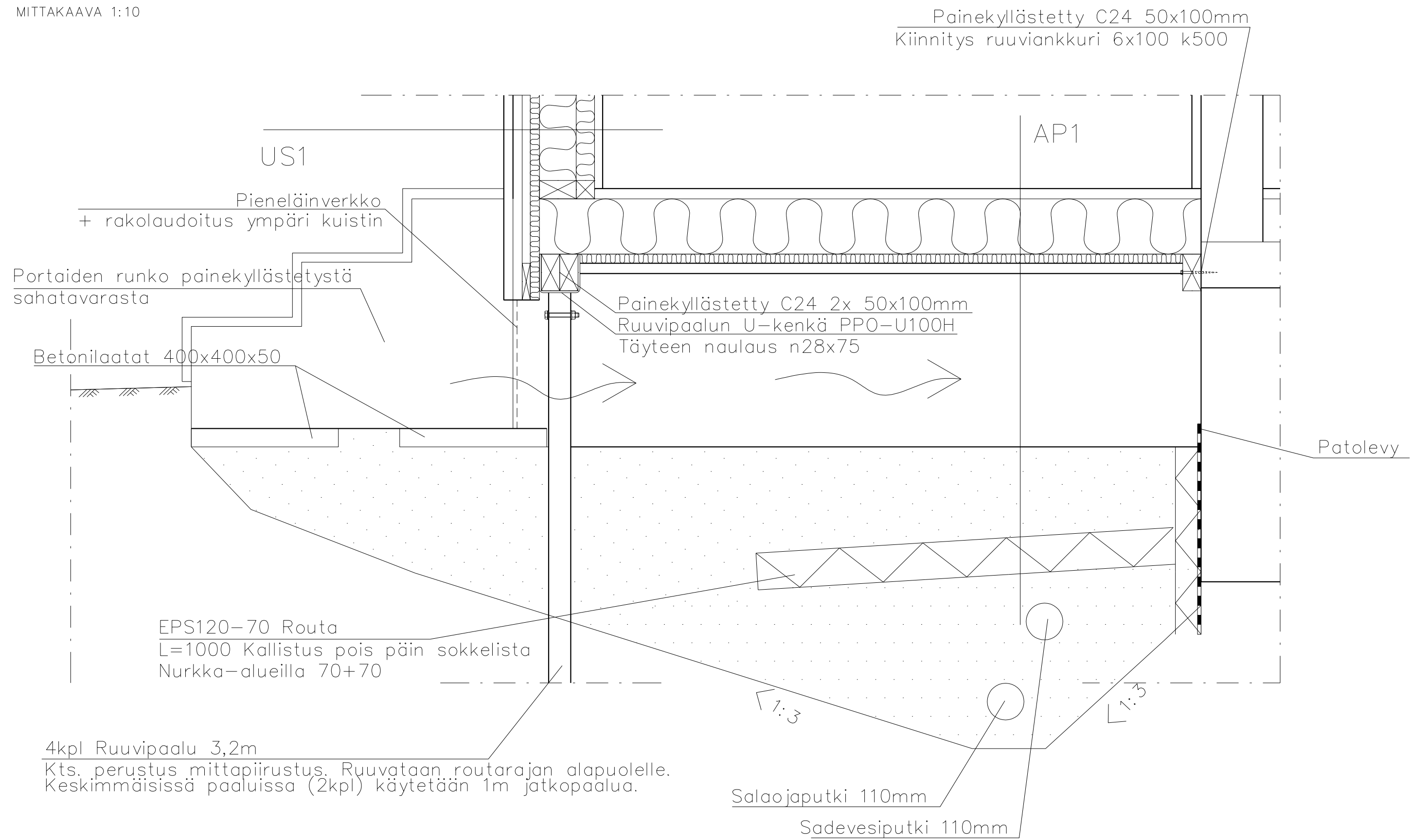
uusi	25mm	1	Ulkoverhouslauta 25x100mm (vaaka)
	25mm	2	Pystykoolaus 25x100mm k600 + ilmarako
	25mm	3	Vaakakoolaus 25x100mm k600 + ilmarako
	25mm	4	Tuulensuoja Runkoleijona
vanha		5	Tervapaperi (säilytetään)
	98mm	6	Kantava runko 48x98mm k600 (säilytetään) +lämmöneriste Ekovilla 98mm (säilytetään)
	49mm	7	Vaakakoolaus 48x49mm k600 (säilytetään) +lämmöneriste Ekovilla 49mm (säilytetään)
		8	Rakennuspaperi (säilytetään)
	22mm	9	Sisäverhousepaneeli (säilytetään)

U-arvo: 0,26 W/m²K
Puolilämmin tila

TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMIM.	PVM
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
Laukaa			Piirustuslaji	Juoks.no
Rakennustoimenpide			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
MUUTOSTYÖ			ALAPOHJA LEIKKAUKSET	1:50
Rakennuskohde			Suunnitteluala, työnumero ja piirustuksen numero	Muutos
Vapaa-ajan asunto			RAK	1/206
12.3.2016			Yhteyshenkilö	Tiedosto
Piirt. Antti Naukkarinen, Opiskelija				
Päiväys, suunnittelija, nimen selvennys ja koulutus				

Suunnittelija	Piirtäjä Antti Naukkarinen, Opiskelija		AP1 – AP1	
	Pvm	12.3.2016		Muutos
	Piirustuksen sisältö Puolilämmin tila Tuulettuva alapohja			

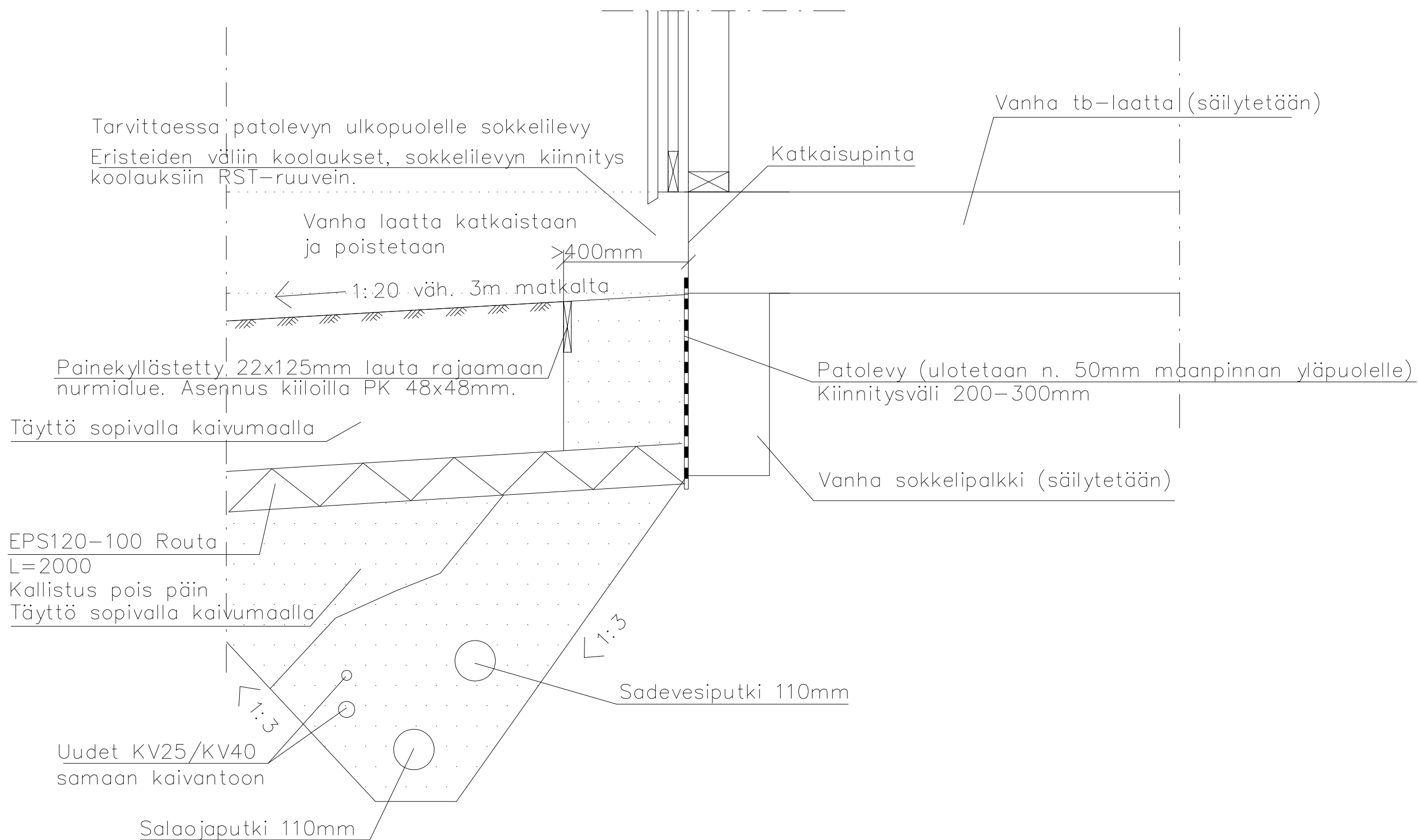
MITTAKAAVA 1:10



Suunnittelija	Piirtäjä Antti Naukkarinen, Opiskelija		AP2-AP2	
	Pvm	12.3.2016		Muutos
	Piirustuksen sisältö Kylmä varasto Alapohjan muutos			

MITTAKAAVA 1:10

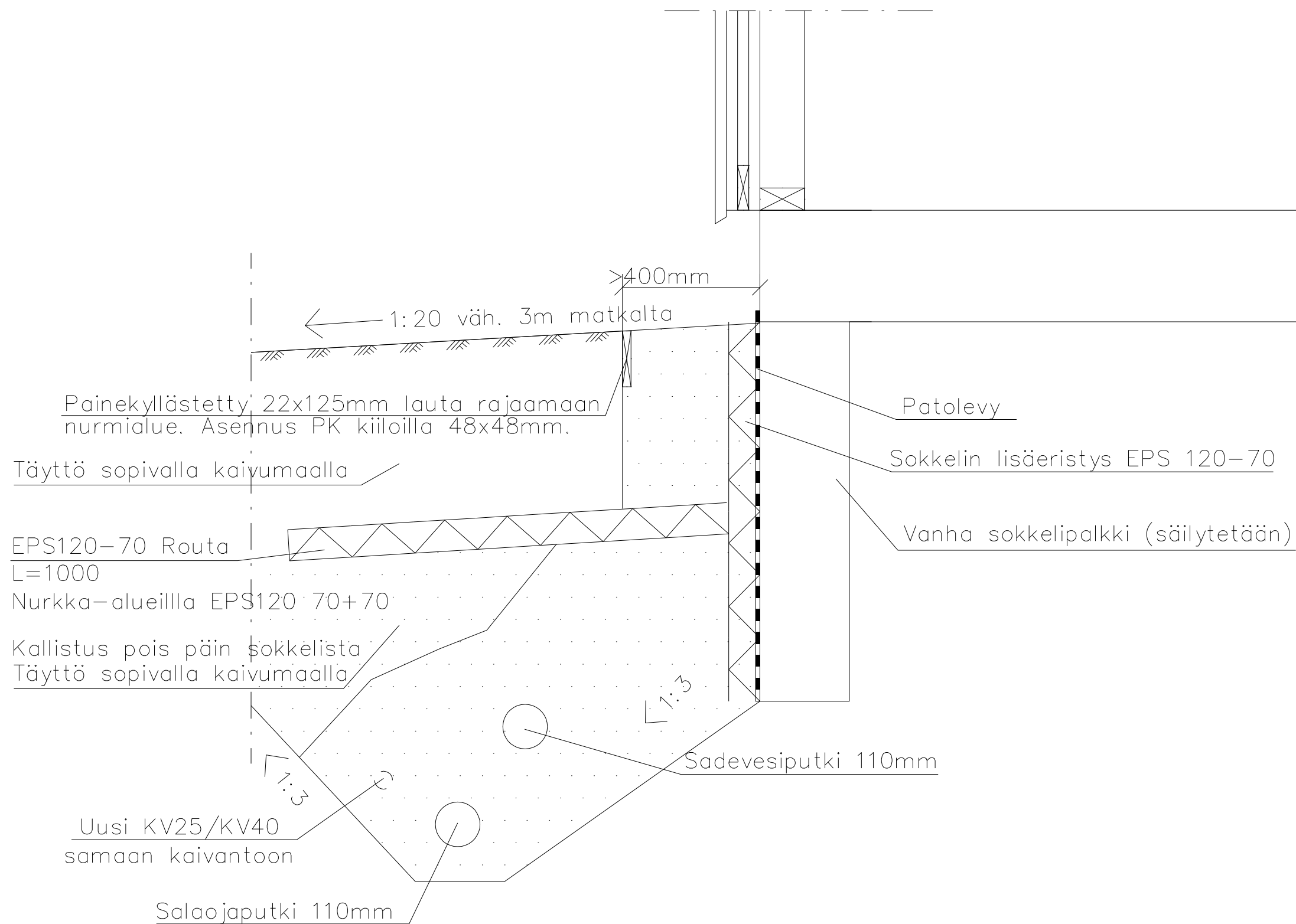
Ympärikaivuu ja salaojien uusiminen toteutetaan samalla periaatteella ympäri kylmien rakenteiden.



Suunnittelija	Piirtäjä Antti Naukkarinen, Opiskelija		AP3-AP3	
	Pvm	12.3.2016		Muutos
	Piirustuksen sisältö Lämmin tila Ympärikaivuu			

MITTAKAAVA 1:10

Ympärikaivuu ja salaojien uusiminen toteutetaan samalla periaatteella ympäri lämpimien rakenteiden. Samaan kaivantoon sijoitetaan rakennuksen länsi- ja eteläpuolella myös V110 jätevesiviemäri.



TUNN.	LUKUM.	MUUTOS	NIMIM.	PVM
Kaupunginosa	Kortteli/tila	Tontti/nro	Viranomaisten merkintöjä	
Laukaa			Piirustuslaji	Juoks.no
Rakennustoimenpide			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
MUUTOSTYÖ			YLÄPOHJA LEIKKAUKSET	1:50
Rakennuskohde			Suunnitteluala, työnumero ja piirustuksen numero	Muutos
Vapaa-ajan asunto			RAK	1/207
12.3.2016	Piirt. Antti Naukkarinen, Opiskelija		Yhteyshenkilö	Tiedosto
Päiväys, suunnittelija, nimen selvennys ja koulutus				

Suunnittelija

Piirtäjä
Antti Naukkarinen, Opiskelija

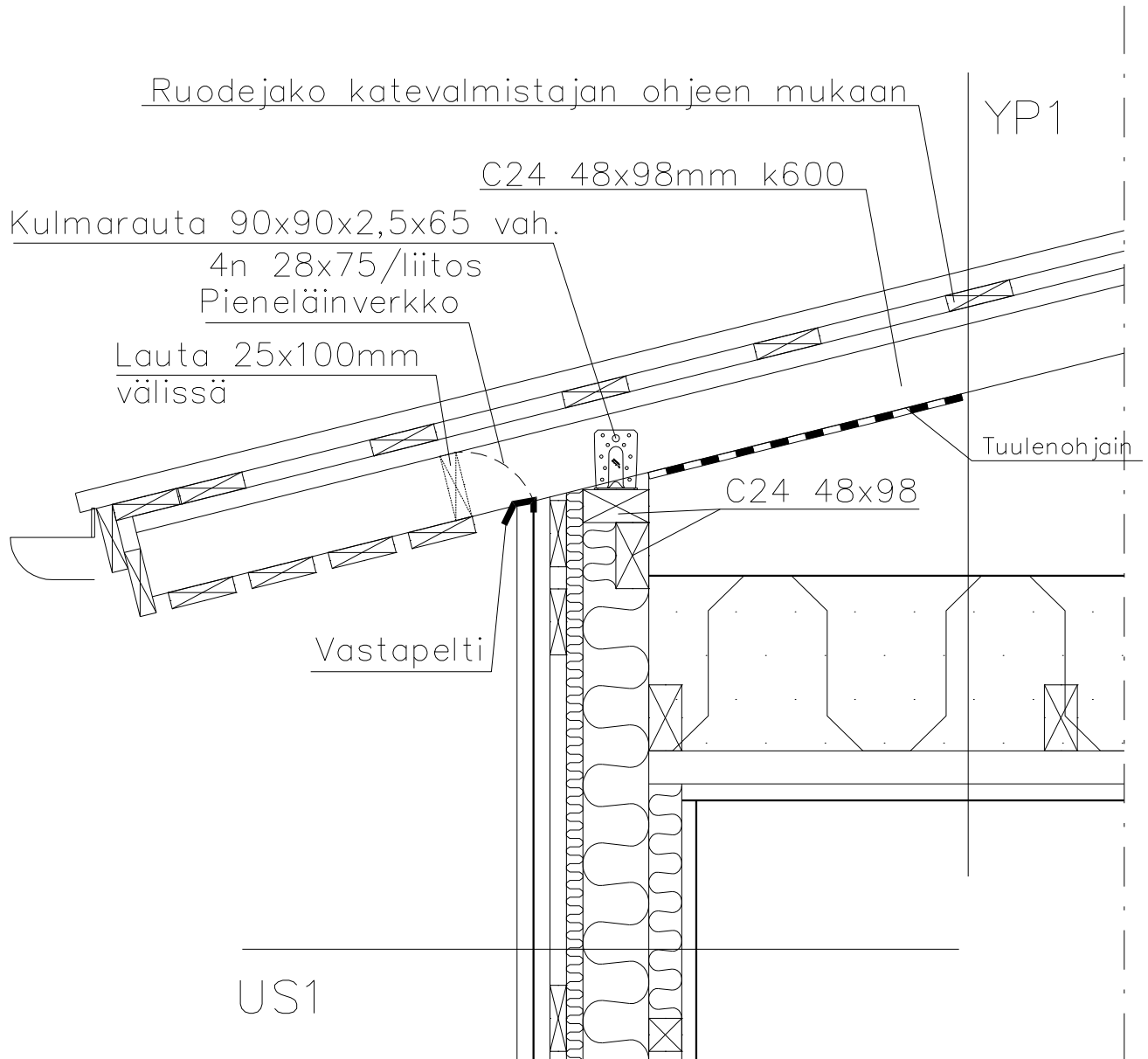
YP1 – YP1

102

Pvm 12.3.2016 Muutos

Piirustuksen sisältö
Puolilämmin tila
Sivuräystä

MITTAKAAVA 1:10

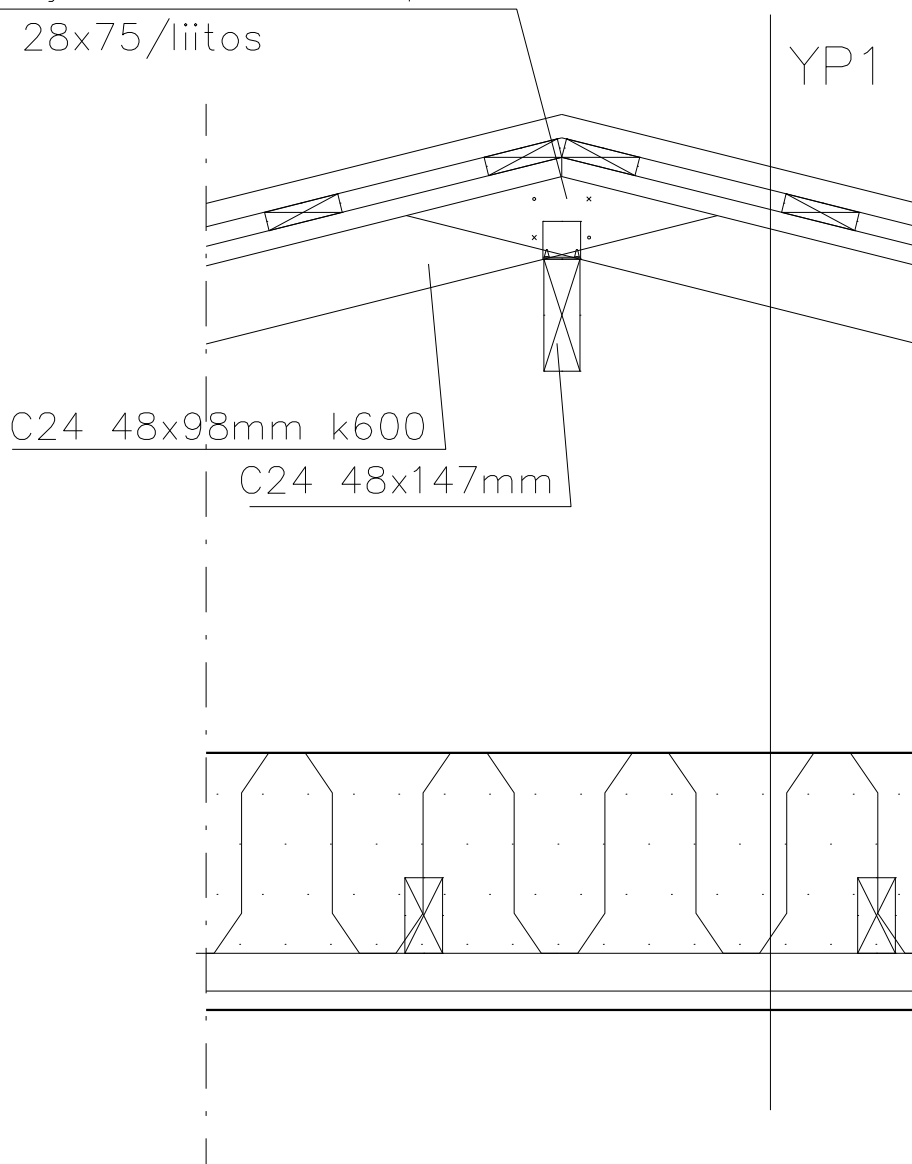


Suunnittelija	Piirtäjä Antti Naukkarinen, Opiskelija		YP2-YP2	103
	Pvm 12.3.2016	Muutos		
	Piirustuksen sisältö Puolilämmin tila Harja			

MITTAKAAVA 1:10

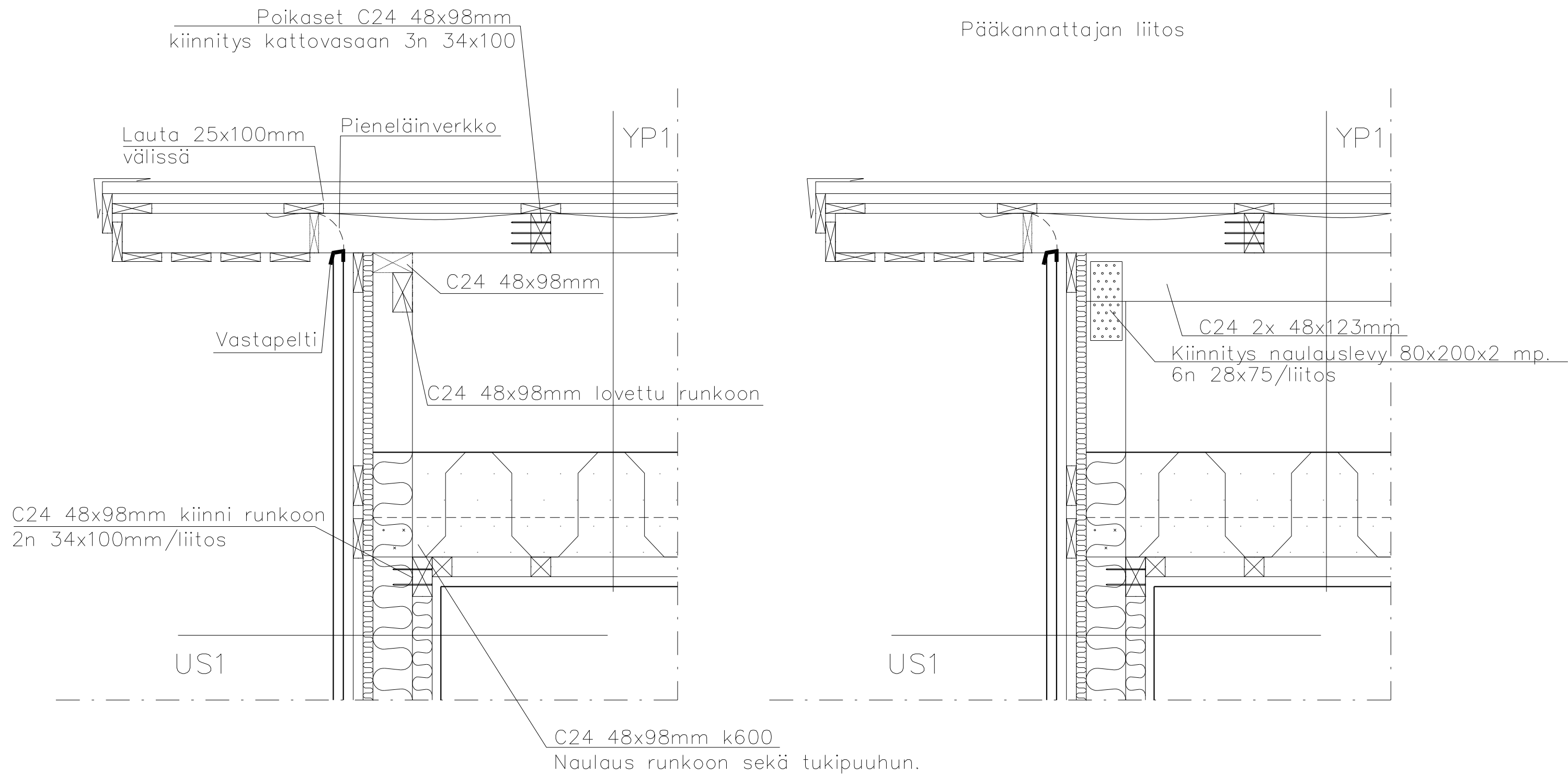
Kattovasat limitetään, 4n 34x100/liitos = 2n/puoli
 Limityksen molemmin puolin kulmarauta 50x50x2,5x35

4n 28x75/liitos



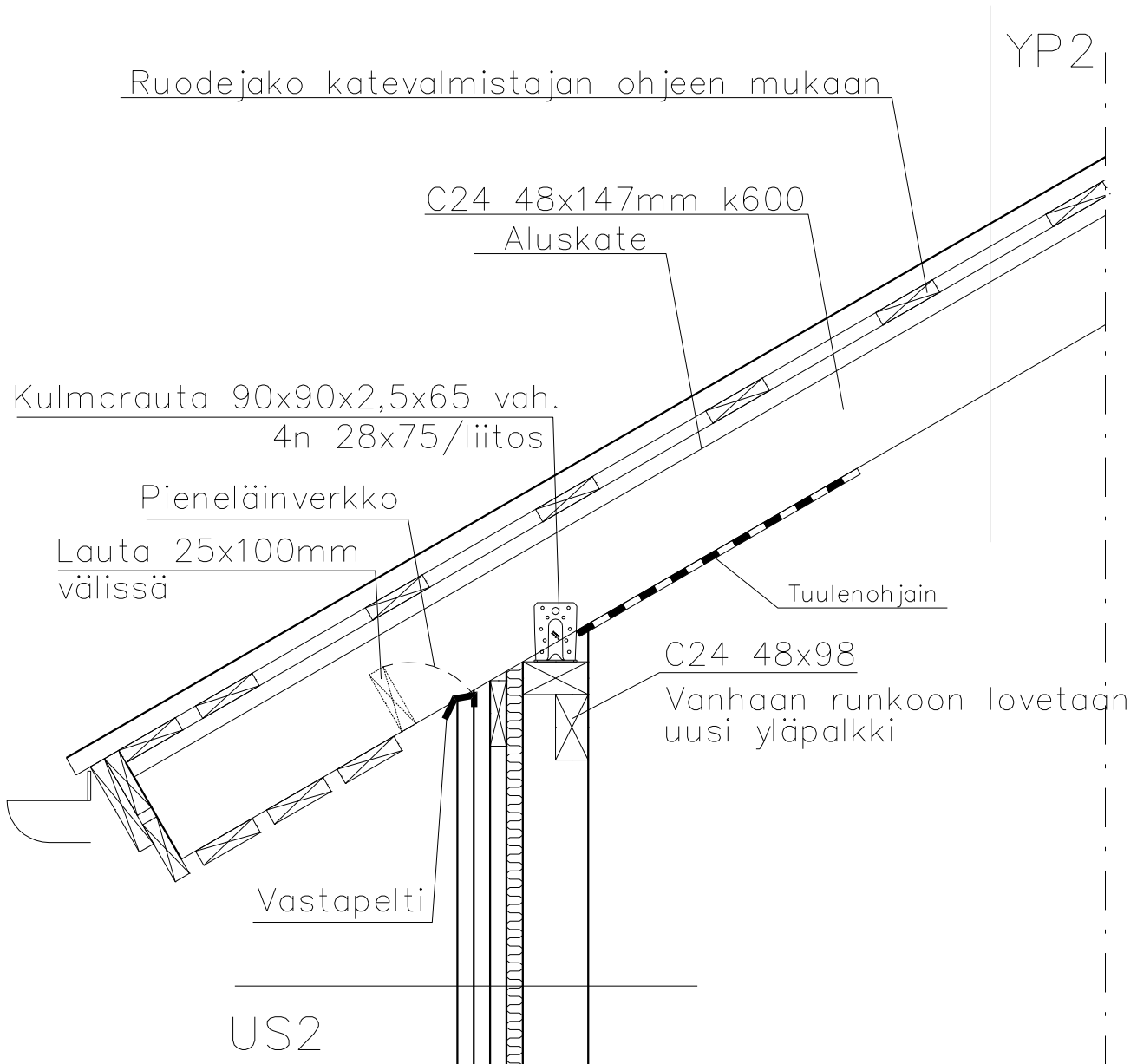
Suunnittelija	Piirtäjä Antti Naukkarinen, Opiskelija		YP3-YP3	
	Pvm	12.3.2016		Muutos
	Piirustuksen sisältö Puolilämmin tila Päätyräystäs			

MITTAKAAVA 1:10



Suunnittelija	Piirtäjä Antti Naukkarinen, Opiskelija		YP4 – YP4	105
	Pvm 12.3.2016	Muutos		
	Piirustuksen sisältö Kylmä varasto Sivuräystä			

MITTAKAAVA 1:10

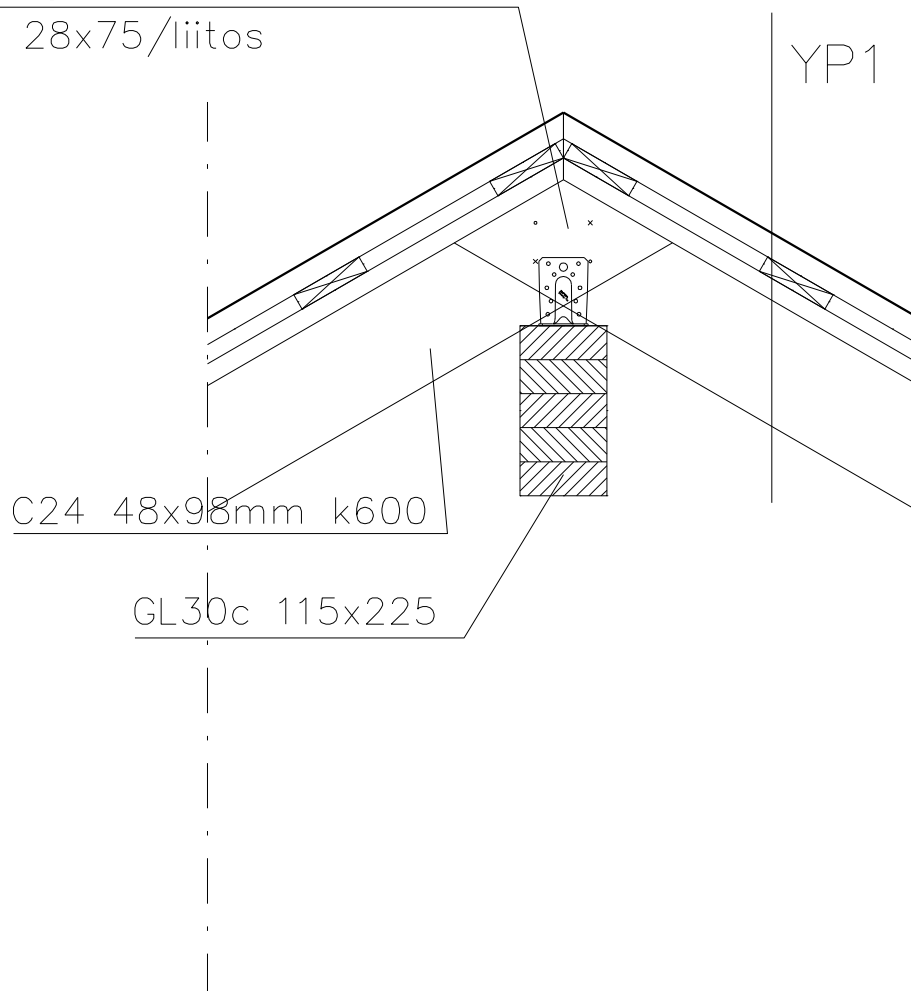


Suunnittelija	Piirtäjä Antti Naukkarinen, Opiskelija		YP5-YP5	106
	Pvm 12.3.2016	Muutos		
	Piirustuksen sisältö Kylmä varasto Harja			

MITTAKAAVA 1:10

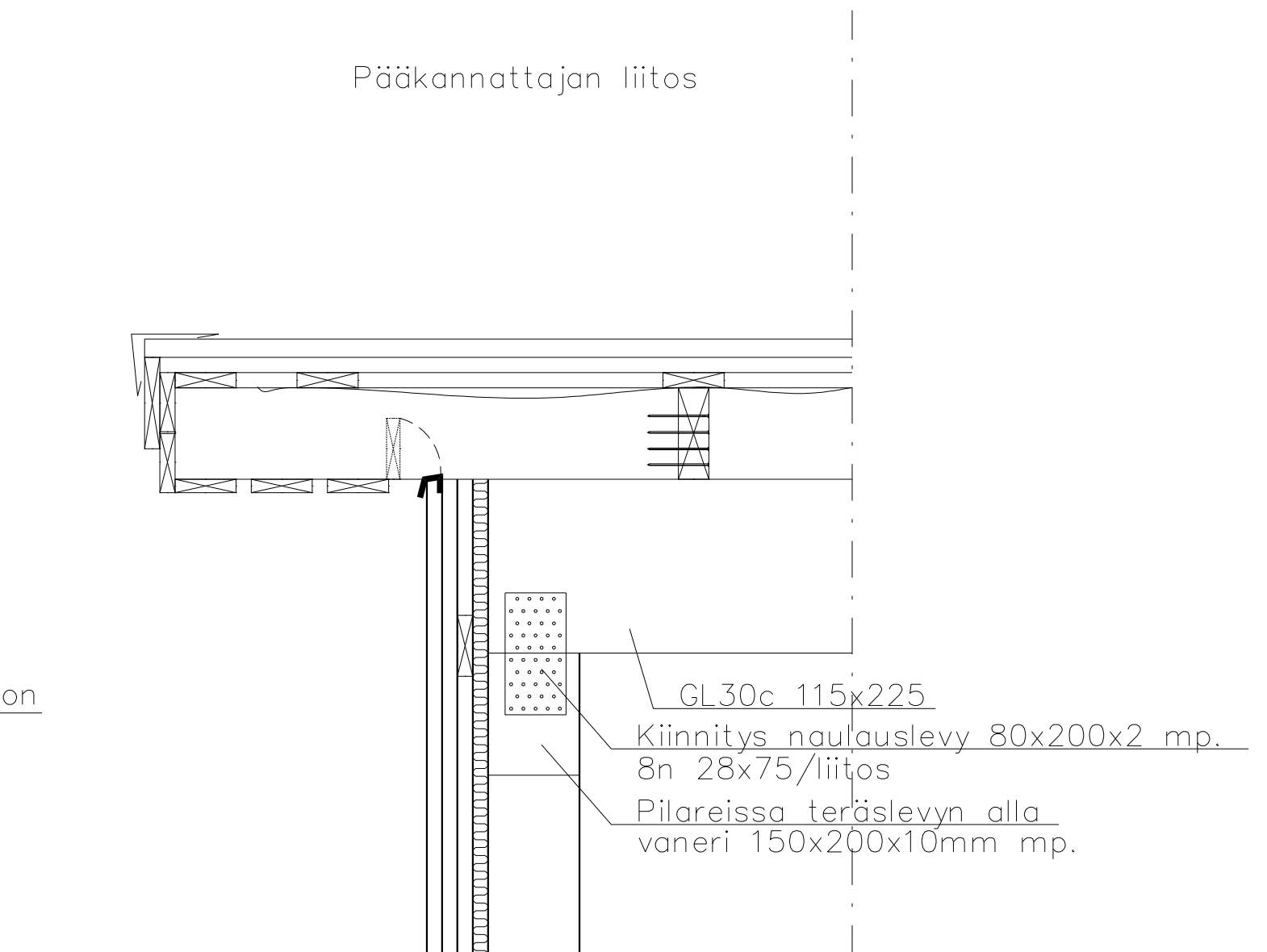
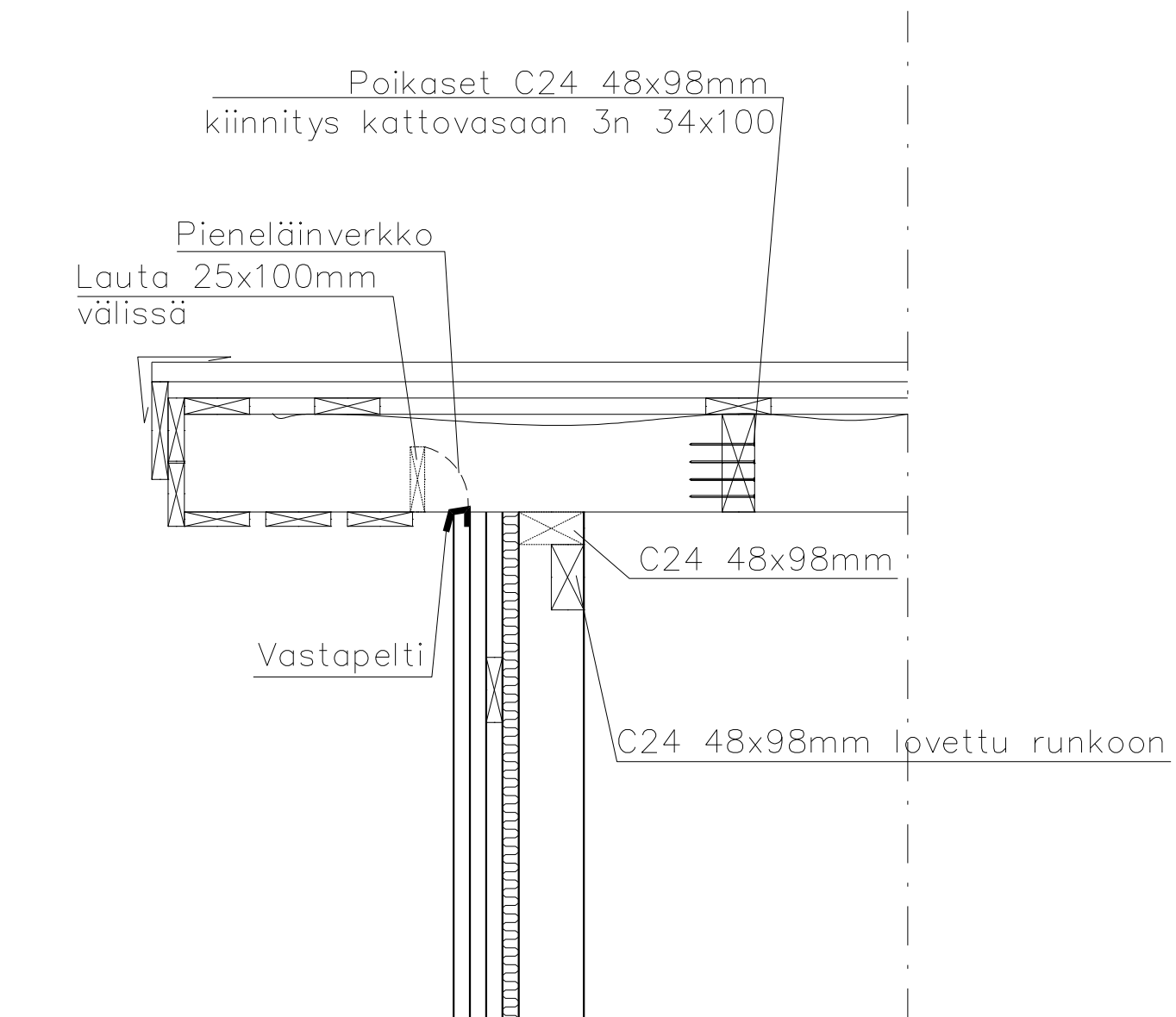
Kattovasat limitetään, 4n 34x100/liitos = 2n/puoli
 Limityksen molemmin puolin kulmarauta 90x90x2,5x65

4n 28x75/liitos



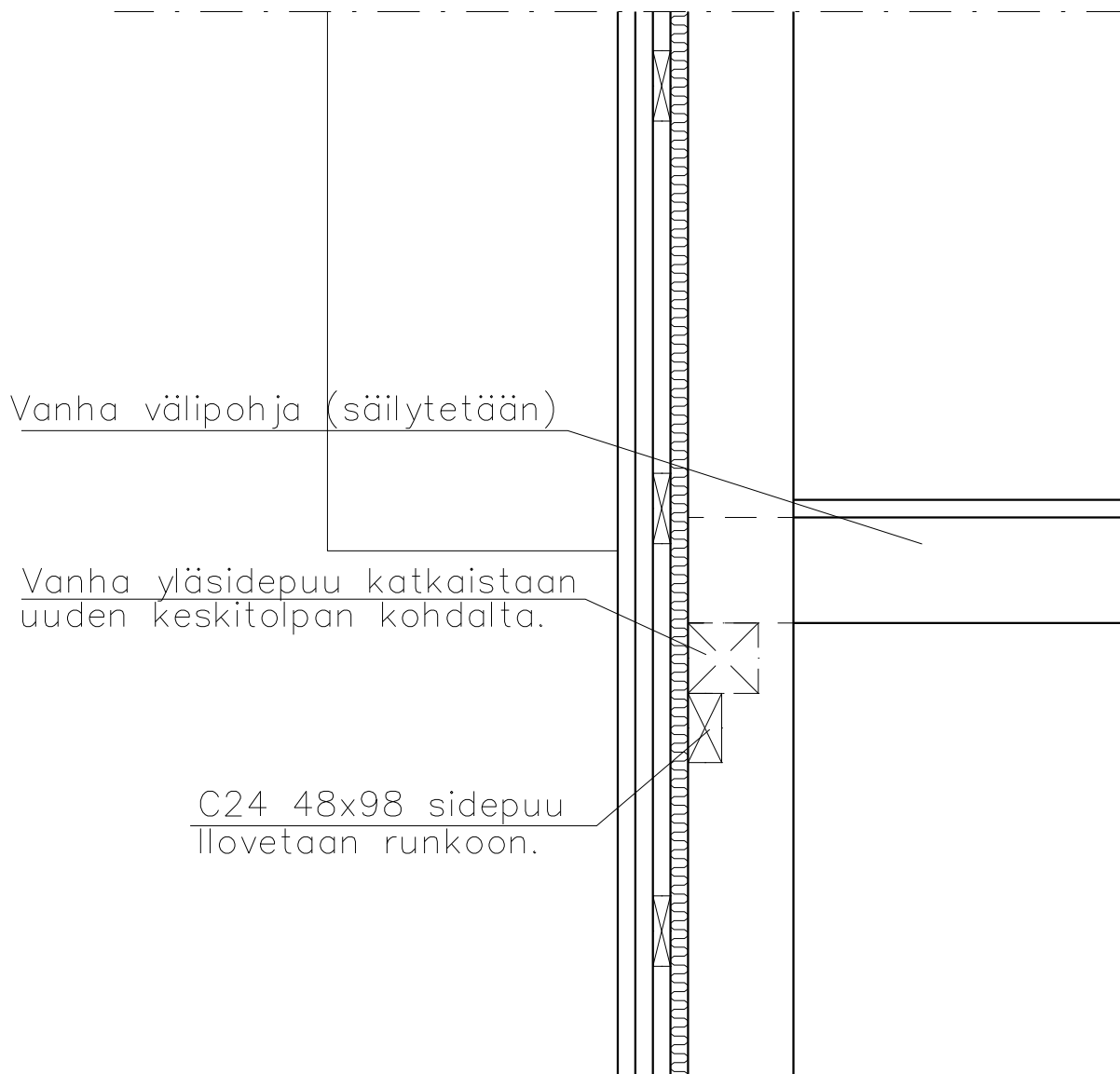
Suunnittelija	Piirtäjä Antti Naukkarinen, Opiskelija		YP6-YP6	
	Pvm	12.3.2016		Muutos
	Piirustuksen sisältö Kylmä varasto Päättyräystäs			

MITTAKAAVA 1:10



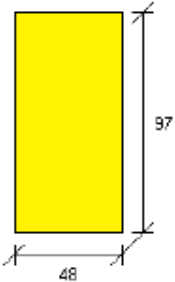
Suunnittelija	Piirtäjä Antti Naukkarinen, Opiskelija		YP7 – YP7	108
	Pvm 12.3.2016	Muutos		
	Piirustuksen sisältö Kylmä varasto Vanha välipohja			

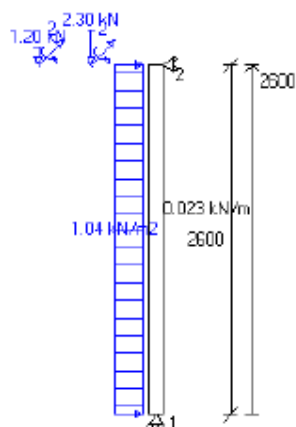
MITTAKAAVA 1:10



Liite 13. Kuistin runkotolppa

1 (3)

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)		© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood	
		?	
		25.4.2016	
Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.			
RAKENNETIEDOT:			
Rakennetyyppi:	Pilari		
Materiaali:	C24		
Poikkileikkaus:	48x97		
(B=48 mm, H=97 mm, A=4656 mm ² , I _y =3650692 mm ⁴ , W _y =75272 mm ³)			
Käyttöluokka:	2		
Seuraamusluokka:	CC2 (KF=1.0)		
Kulma:	90.0 astetta		
Jako/kuomituslev.:	650 mm (pintakuomille)		
Uloke-jänneväli			
Ulokejännväli:	Pystymitta [mm]:		
Jänneväli 1	2600.0		
Yhteensä:	2600.0		
Tuki:			
	Sijainti x [mm]:	Tyyppi:	
1:	0	Kiinteä niveltuki (X,Z)	
2:	2600	Liukutuki (X)	
Mechaaniset ominuudet			
f _{m,k} (M _y):	28.19 N/mm ²		
f _{m,k} (M _z):	30.14 N/mm ²		
f _{c,0,k} :	21.00 N/mm ²		
f _{c,90,k} :	2.50 N/mm ²		
f _{t,0,k} :	15.28 N/mm ²		
f _{v,k} (V _z):	4.00 N/mm ²		
f _{v,k} (V _y):	4.00 N/mm ²		
E _{mean} :	11000 N/mm ²		
G _{mean} :	690 N/mm ²		
E 0.05:	7400 N/mm ²		
G 0.05:	480 N/mm ²		
Tilavuuspaino:	5.00 kN/m ³ (omapainon laskentaa varten)		
Osavarmuusluvut			
Osavarmuusluku:	1.40		
Aikaluokka:	kmod:		
Pysyvä:	0.800		
Pitkäaikainen:	0.700		
Keskipitkä:	0.800		
Lyhytaikainen:	0.900		
Hetkellinen:	1.100		
korjaukset			
k _{def} :	0.800		

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 1.20 kN	x = 2600.0 mm
Pistekuorma: 2:	My = -0.060 kNm	x = 2600.0 mm
Rakennesosan paino:	QZ = 0.023 kN/m	x = 0 - 2600 mm

Lumikuorma (Lumikuorma Sk<2.75 kN/m², Keskipitkä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 2.30 kN	x = 2600.0 mm
Pistekuorma: 2:	My = -0.115 kNm	x = 2600.0 mm

Tuulikuorma (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pintakuorma: 1:	Qz = 1.040 kN/m ²	x = 0 - 2600 mm
-----------------	------------------------------	-----------------

MITOITUS:

Mititusstandardi:	EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009
Kokonaiskäyttöaste:	93.0 %

MITOITUSPARAMETRIIT:

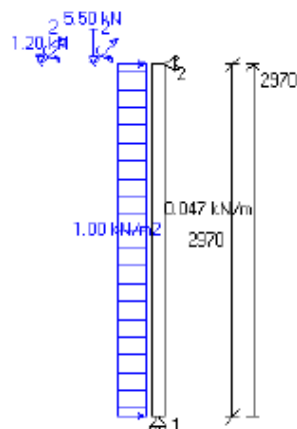
Taipumaraja W _{het,fin} :	L/300
Korotuskertoin, vasen uloke:	2.00
Korotuskertoin, oikea uloke:	2.00
Nurjahdus z-suuntaan:	L _c = 1.00*L

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)		© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood			
		?			
		25.4.2016			
Nurjahdus on estetty y suuntaan					
Kiepahdus on estetty					
<hr/>					
MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:					
Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	1.39 kN	9.78 kN	14.3 %	2600 mm	Yhdistelmä 8/1, Hetkellinen
Puristus:	4.90 kN	19.47 kN	25.2 %	0 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Taivutus (My):	0.78 kNm	1.55 kNm	49.4 %	1235 mm	Yhdistelmä 8/1, Hetkellinen
Taivutus+puristus:	0.64	1.00	63.7 %	1235 mm	Yhdistelmä 8/1, Hetkellinen
(My=0.78 kNm, Mz=0.00 kNm, Nx=3.83 kN)					
jänneväli 1, Winst:	8.8 mm	-mm	0.0 %	1300 mm	Yhdistelmä 12/1
jänneväli 1, Wnet,fin:	8.1 mm	8.7 mm	93.0 %	1235 mm	Yhdistelmä 12/1
<hr/>					
ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT					
Yhdistelmä 8/1 (Hetkellinen):					
1.15°Omapaino + 1.05°Lumikuorma + 1.50°Tuulikuorma					
Yhdistelmä 5/1 (Keskipitkä):					
1.15°Omapaino + 1.50°Lumikuorma					
Yhdistelmä 12/1 :					
1.00°Omapaino + 0.70°Lumikuorma + 1.00°Tuulikuorma					
<hr/>					
VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:					
Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:			
N _{c,max}	4.90 kN	0 mm			
V _{z,max}	1.39 kN	2600 mm			
M _{y,max}	0.78 kNm	1235 mm			
<hr/>					
Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisävuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykkyistä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakenneseosan (palkki, pila, laatta) soveltuvuus kokonaisuuteen on pääarakennesuunnittelijan 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.					
<hr/>					
Sivu 3					

Liite 14. Kuistin tuplatolppa

1 (3)

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)		© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood
		?
		25.4.2016
<p>Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilauksmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.</p>		
RAKENNETIEDOT:		
Rakennetyyppi:	Pilari	
Materiaali:	C24	
Poikkileikkaus:	2x48x97	
(B=96 mm, H=97 mm, A=6312 mm ² , I _y =7301384 mm ⁴ , W _y =150544 mm ³)		
Käyttöluokka:	2	
Seuraamusluokka:	CC2 (KFI=1.0)	
Kulma:	90.0 astetta	
Jako/kuormituslev.:	900 mm (pintakuomille)	
Uloke-/jännevälipituudet:		
Ulokejännväli:	Pystymitta [mm]:	
Jännväli 1	2970.0	
Yhteensä:	2970.0	
Tuki:	Sijainti x [mm]:	Tyyppi:
1:	0	Kiinteä niveltuki (X,Z)
2:	2970	Liukutuki (X)
f _{m,k} (M _y):	28.19 N/mm ²	
f _{m,k} (M _z):	28.24 N/mm ²	
f _{c,0,k} :	21.00 N/mm ²	
f _{c,90,k} :	2.50 N/mm ²	
f _{t,0,k} :	15.28 N/mm ²	
f _{v,k} (V _z):	4.00 N/mm ²	
f _{v,k} (V _y):	4.00 N/mm ²	
E _{mean} :	11000 N/mm ²	
G _{mean} :	890 N/mm ²	
E 0.05:	7400 N/mm ²	
G 0.05:	480 N/mm ²	
Tilavuuspaino:	5.00 kN/m ³ (omapainon laskentaa varten)	
Osavamuuskoker:	1.40	
Aikaluokka:	kmot:	
Pysyvä:	0.600	
Pitkäaikainen:	0.700	
Keskipitkä:	0.800	
Lyhytaikainen:	0.900	
Hetkellinen:	1.100	
k _{def} :	0.800	
Sivu 1		

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 1.20 kN	x = 2970.0 mm
Pistekuorma: 2:	My = -0.060 kNm	x = 2970.0 mm
Rakennesosan paino:	QZ = 0.047 kN/m	x = 0 - 2970 mm

Lumikuorma (Lumikuorma $S_k < 2.75$ kN/m², Keskipitkä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 5.50 kN	x = 2970.0 mm
Pistekuorma: 2:	My = -0.275 kNm	x = 2970.0 mm

Tuulikuorma (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pintakuorma: 1:	Qz = 1.000 kN/m ²	x = 0 - 2970 mm
-----------------	------------------------------	-----------------

MITOITUS:

Mitoitusstandardi:	EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009
Kokonaiskäyttöaste:	92.8 %

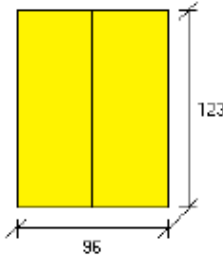
MITOITUSPARAMETRIT:

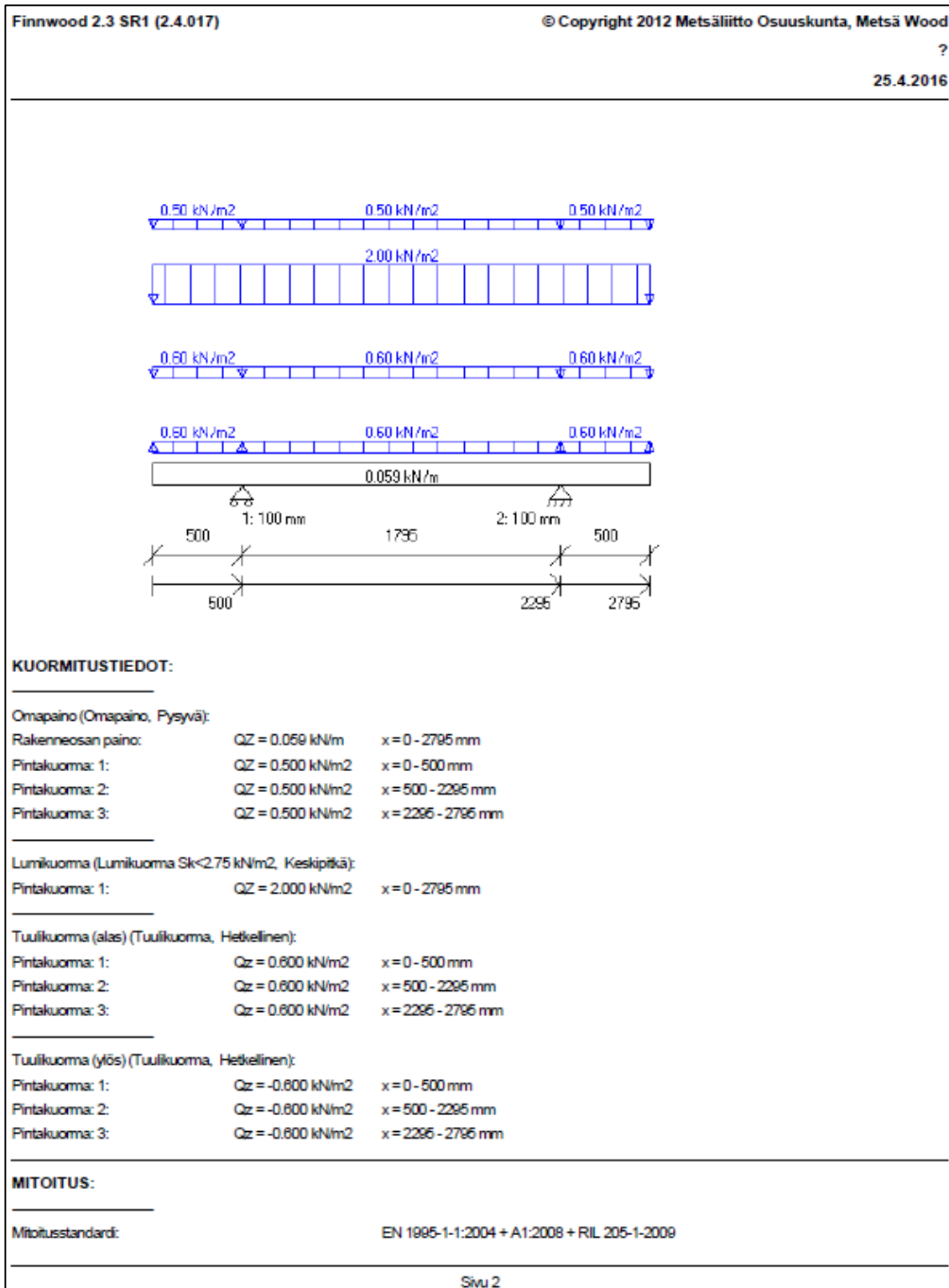
Taipumaraja $W_{het,fin}$:	L/300
Korotuskertoimen, vasen uloke:	2.00
Korotuskertoimen, oikea uloke:	2.00
Nurjahdus z-suuntaan:	$L_0 = 1.00 \cdot L$

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)		© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood			
					?
					25.4.2016
Nurjahdus on estetty y suuntaan					
Kiepahdus on estetty					
MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:					
Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste %:	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	2.13 kN	19.51 kN	10.9 %	2970 mm	Yhdistelmä 8/1, Hetkellinen
Puristus:	9.79 kN	30.63 kN	32.0 %	0 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Taivutus (My):	1.31 kNm	3.10 kNm	42.5 %	1411 mm	Yhdistelmä 8/1, Hetkellinen
Taivutus+puristus:	0.60	1.00	59.6 %	1411 mm	Yhdistelmä 8/1, Hetkellinen
(My=1.31 kNm, Mz=0.00 kNm, Nx=7.24 kN)					
jänneväli 1, Winst:	9.8 mm	-mm	0.0 %	1485 mm	Yhdistelmä 12/1
jänneväli 1, Wnet,fin:	9.2 mm	9.9 mm	92.8 %	1411 mm	Yhdistelmä 12/1
ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT					
Yhdistelmä 8/1 (Hetskellinen):					
1.15°Omapaino + 1.05°Lumikuorma + 1.50°Tuulikuorma					
Yhdistelmä 5/1 (Keskipitkä):					
1.15°Omapaino + 1.50°Lumikuorma					
Yhdistelmä 12/1 :					
1.00°Omapaino + 0.70°Lumikuorma + 1.00°Tuulikuorma					
VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:					
Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:			
N _{max}	9.79 kN	0 mm			
V _{zmax}	2.13 kN	2970 mm			
M _{ymax}	1.31 kNm	1411 mm			
Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisätuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykkyistä 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.					
Sivu 3					

Liite 15. Kuistin primäärikannattaja

1 (3)

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)		© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood	
		?	
		25.4.2016	
Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmita. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.			
RAKENNETIEDOT:			
Rakennetyyppi:	Kattopalkki/laatta		
Materiaali:	C24		
Poikkileikkaus:	2x48x123		
	(B=96 mm, H=123 mm, A=11808 mm ² , I _y =14888936 mm ⁴ , W _y =242064 mm ³)		
Käyttöluokka:	1		
Seuraamusluokka:	OC2 (KF=1.0)		
Jako/kuormituslev.:	2050 mm (pintakuomille)		
			
Uloke-/jännevälipituudet			
Uloke/jänneväli:	Vaakamitta [mm]:		
Vasen uloke	500.0		
Jänneväli 1	1795.0		
Oikea uloke	500.0		
Yhteensä:	2795.0		
Tuki:			
	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	500	100	Liukutuki (Z)
2:	2295	100	Kiinteä niveltuki (X,Z)
fm,k (M _y):	24.97 N/mm ²		
fm,k (M _z):	26.24 N/mm ²		
fc,0,k:	21.00 N/mm ²		
fc,90,k:	2.50 N/mm ²		
ft,0,k:	14.57 N/mm ²		
fv,k (V _z):	4.00 N/mm ²		
fv,k (V _y):	4.00 N/mm ²		
E _{mean} :	11000 N/mm ²		
G _{mean} :	690 N/mm ²		
E 0.05:	7400 N/mm ²		
G 0.05:	460 N/mm ²		
Tilavuuspaino:	5.00 kN/m ³ (omapainon laskentaa varten)		
Osavarmuusluku:	1.40		
Aikaluokka:	kmod:		
Pysyvä:	0.600		
Pitkäaikainen:	0.700		
Keskipitkä:	0.800		
Lyhytaikainen:	0.900		
Hetkellinen:	1.100		
kdef:	0.600		

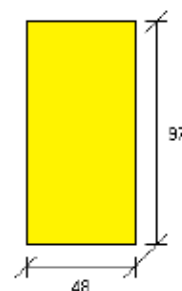


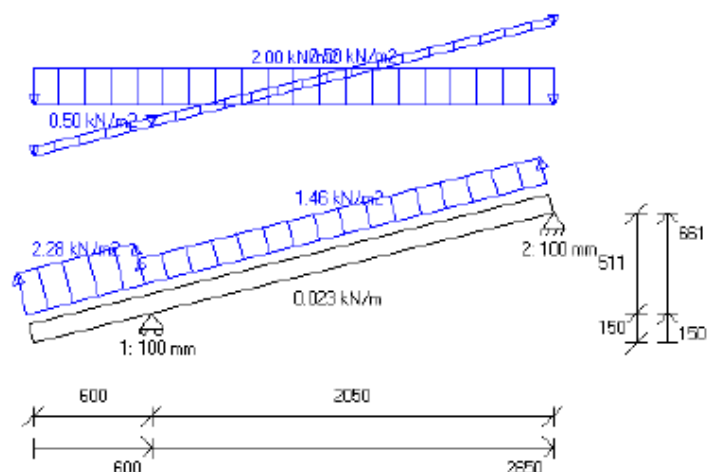
Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)		© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood			
		?			
		25.4.2016			
Kokonaiskäyttöaste:	61.0 %				
MITOITUSPARAMETRI:					
Taipumaraja Wnet,fin:	L/300				
Korotuskerrin, vasen uloke:	2.00				
Korotuskerrin, oikea uloke:	2.00				
Nurjahdus on estetty molempiin suuntiin (y ja z)					
Kiepahdus taivutuksesta My (y-askelin suhteen):					
Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella: Lk1 = Päätukien välimatka					
Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: Lk2 = Päätukien välimatka					
Lef1 = Lk1 ja Lef2 = Lk2 (Esim. kuormitus neutraaliakselilla kiepahdustukien kautta)					
HUOM! Lk1:ta käytetään, kun My>0 ja Lk2:ta, kun My<0					
MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:					
Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste %):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	6.64 kN	12.06 kN	55.1 %	2295 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus (My):	2.05 kNm	3.45 kNm	59.5 %	1398 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	2.05 kNm	3.45 kNm	59.5 %	1398 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	10.34 kN	27.43 kN	37.7 %	500 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerrin = 2.00					
Tukipaine, tuki 2:	10.34 kN	27.43 kN	37.7 %	2295 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerrin = 2.00					
Vasen uloke, Wfin:	-2.1 mm	-mm	0.0 %	0 mm	Yhdistelmä 13/1
Vasen uloke, Wnet,fin:	-2.1 mm	-mm	0.0 %	0 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 1, Wfin:	3.7 mm	-mm	0.0 %	1398 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 1, Wnet,fin:	3.7 mm	6.0 mm	61.0 %	1398 mm	Yhdistelmä 13/1
Oikea uloke, Wfin:	-2.1 mm	-mm	0.0 %	2795 mm	Yhdistelmä 15/1
Oikea uloke, Wnet,fin:	-2.1 mm	-mm	0.0 %	2795 mm	Yhdistelmä 15/1
ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT					
Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):					
1.15*Omapaino + 1.50*Lumikuorma					
Yhdistelmä 13/1 :					
1.00*Omapaino + 1.00*Lumikuorma					
Yhdistelmä 15/1 :					
1.00*Omapaino + 0.70*Lumikuorma + 1.00*Tuulikuorma (alas)					
VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:					
Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:			
Vz,max	7.63 kN	2295 mm			
My,max	2.36 kNm	1398 mm			
Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisäkuormat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykistystä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakenneseosan (palkki, piliä, laatta) soveltuvuus kokonaisuuteen on päärakennesuunnittelijan tarkistettava erikseen.					
Sivu 3					

Liite 16. Kuistin kattovasa

1 (3)

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)		© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood	
		?	
		25.4.2016	
Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.			
RAKENNETIEDOT:			
Rakennetyyppi:	Kattopalkkilaatta		
Materiaali:	C24		
Poikkileikkaus:	48x97		
(B=48 mm, H=97 mm, A=4668 mm ² , I _y =3650662 mm ⁴ , W _y =75272 mm ³)			
Käyttöluokka:	2		
Seuraamusluokka:	CC2 (KF=1.0)		
Kulma:	14.0 astetta		
Jako/kuormituslev.:	600 mm (pintakuornille)		
Uloke-/jännevälipituudet:			
Uloke/jänneväli:	Vaakamitta [mm]:	Pystymitta [mm]:	Aksiaalinen [mm]:
Vasen uloke	600.0	149.6	618.4
Jänneväli 1	2050.0	511.1	2112.8
Yhteensä:	2650.0	660.7	2731.1
Tuki:			
	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	618	100	Liukutuki (Z)
2:	2731	100	Kiinteä niveltuki (X,Z)
f _{m,k} (M _y):	26.19 N/mm ²		
f _{m,k} (M _z):	30.14 N/mm ²		
f _{c,0,k} :	21.00 N/mm ²		
f _{c,90,k} :	2.50 N/mm ²		
f _{t,0,k} :	15.28 N/mm ²		
f _{v,k} (V _z):	4.00 N/mm ²		
f _{v,k} (V _y):	4.00 N/mm ²		
E _{mean} :	11000 N/mm ²		
G _{mean} :	690 N/mm ²		
E 0.05:	7400 N/mm ²		
G 0.05:	460 N/mm ²		
Tilavuuspaino:	5.00 kN/m ³ (omapainon laskentaa varten)		
Osavarmuusluku:	1.40		
Aikaluokka:	kmod:		
Pysyvä:	0.800		
Pitkäaikainen:	0.700		
Keskipitkä:	0.800		
Lyhytaikainen:	0.900		
Hetkellinen:	1.100		
kdef:	0.800		



**KUORMITUSTIEDOT:****Omapaino (Omapaino, Pysyvä):**

Rakenneosan paino:	$Q_Z = 0.023 \text{ kN/m}$	$x = 0 - 2731 \text{ mm}$
Pintakuorma: 1:	$Q_Z = 0.500 \text{ kN/m}^2$	$x = 0 - 618 \text{ mm}$
Pintakuorma: 2:	$Q_Z = 0.500 \text{ kN/m}^2$	$x = 618 - 2731 \text{ mm}$

Lumikuorma (Lumikuorma $S_k < 2.75 \text{ kN/m}^2$, Keskipitkä):

Pintakuorma: 1:	$Q_Z = 2.000 \text{ kN/m}^2$	$x = 0 - 2731 \text{ mm}$
-----------------	------------------------------	---------------------------

Tuulikuorma (ylös) (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pintakuorma: 1:	$Q_z = -2.280 \text{ kN/m}^2$	$x = 0 - 618 \text{ mm}$
Pintakuorma: 2:	$Q_z = -1.460 \text{ kN/m}^2$	$x = 618 - 2731 \text{ mm}$

MITOITUS:

Mitoitusstandardi:	EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009
Kokonaiskäyttöaste:	94.9 %

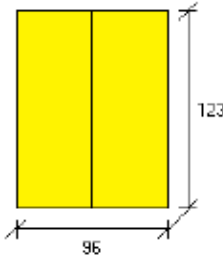
MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja $W_{het,fin}$:	$L/200$
Korotuskertoimen, vasen uloke:	2.00
Korotuskertoimen, oikea uloke:	2.00
Nurjahdus z-suuntaan:	$L_c = 1.00 \cdot L$

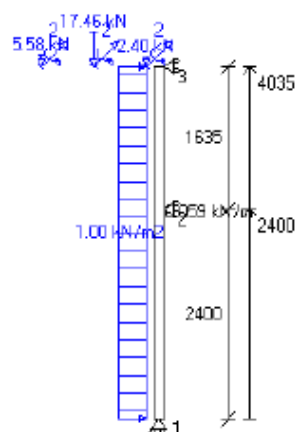
Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)		© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood			
					?
					25.4.2016
Nurjahdus y-suuntaan:		Lc = 400.00 mm			
Kiepahdus taivutuksesta My (y-askelin suhteen):					
Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella: Lk1 = 400.00 mm					
Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: Lk2 = 600.00 mm					
Lef1 = Lk1 ja Lef2 = Lk2 (Esim. kuormitus neutraaliakselilla/kiepahdustukien kautta)					
HUOM! Lk1:ta käytetään, kun My>0 ja Lk2:ta, kun My<0					
MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:					
Tarkastelu:	Mitotusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste %:	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	2.36 kN	7.09 kN	33.2 %	618 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Veto:	1.08 kN	55.88 kN	1.9 %	2731 mm	Yhdistelmä 6/1, Hetkellinen
Puristus:	0.59 kN	27.60 kN	2.1 %	618 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus (My):	0.96 kNm	1.13 kNm	85.1 %	1775 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	0.96 kNm	1.13 kNm	85.1 %	1775 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus+veto:	0.85	1.00	85.1 %	1775 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(My=0.96 kNm, Mz=0.00 kNm, Nx=0.01 kN)					
Taivutus+puristus:	0.85	1.00	84.9 %	1707 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(My=0.96 kNm, Mz=0.00 kNm, Nx=0.03 kN)					
Tukipaine, tuki 1:	3.63 kN	13.71 kN	26.5 %	618 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 2.00					
Tukipaine, tuki 2:	1.99 kN	11.14 kN	17.8 %	2731 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.62					
Vasen uloke, Winst:	-5.0 mm	-mm	0.0 %	0 mm	Yhdistelmä 13/1
Vasen uloke, Wnet,fin:	-6.4 mm	-mm	0.0 %	0 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 1, Winst:	7.7 mm	-mm	0.0 %	1707 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 1, Wnet,fin:	10.0 mm	10.6 mm	94.9 %	1707 mm	Yhdistelmä 13/1
ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT					
Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):					
1.15*Omapaino + 1.50*Lumikuorma					
Yhdistelmä 6/1 (Hetkellinen):					
1.15*Omapaino + 1.05*Lumikuorma + 1.50*Tuulikuorma (ylös)					
Yhdistelmä 13/1 :					
1.00*Omapaino + 1.00*Lumikuorma					
VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:					
Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:			
N _{c,max}	1.08 kN	2731 mm			
V _{z,max}	2.36 kN	618 mm			
M _{y,max}	0.96 kNm	1775 mm			
Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisäkuormat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykistystä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakennuksen (palkki, pili, laatta) soveltuvuus kokonaisuuteen on päärakennesuunnittelijan tarkistettava erikseen.					
Finnwood-ohjelmistolla tehdyt laskelmat ja tulosteet ovat voimassa vain ohjelmistoon tallennettujen Metsäliitto					
Sivu 3					

Liite 17. Varaston keskitolppa

1 (3)

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)		© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood
		?
		25.4.2016
Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.		
RAKENNETIEDOT:		
Rakennetyyppi:	Pilari	
Materiaali:	C24	
Poikkileikkaus:	2x48x123	
	(B=96 mm, H=123 mm, A=11808 mm ² , I _y =14886936 mm ⁴ , W _y =242064 mm ³)	
Käyttöluokka:	2	
Seuraamusluokka:	CC2 (KFI=1.0)	
Kulma:	90.0 astetta	
Jako/kuomituslev.:	1000 mm (pintakuomille)	
		
Uloke-/jännevälipituudet		
Uloke/jänneväli:	Pystymitta [mm]:	
Jänneväli 1	2400.0	
Jänneväli 2	1635.0	
Yhteensä:	4035.0	
Tuki:		
	Sijainti x [mm]:	Tyyppi:
1:	0	Kiinteä niveltuki (X,Z)
2:	2400	Liukutuki (X)
3:	4035	Liukutuki (X)
fm,k (M _y):	24.97 N/mm ²	
fm,k (M _z):	26.24 N/mm ²	
fc,0,k:	21.00 N/mm ²	
fc,90,k:	2.50 N/mm ²	
ft,0,k:	14.57 N/mm ²	
fv,k (V _z):	4.00 N/mm ²	
fv,k (V _y):	4.00 N/mm ²	
E,mean:	11000 N/mm ²	
G,mean:	690 N/mm ²	
E 0.05:	7400 N/mm ²	
G 0.05:	460 N/mm ²	
Tilavuuspaino:	5.00 kNm ³ (omapainon laskentaa varten)	
Osavarmuusluku:	1.40	
Aikaluokka:	kmod:	
Pysyvä:	0.600	
Pitkäaikainen:	0.700	
Keskipitkä:	0.800	
Lyhytaikainen:	0.900	
Hetkellinen:	1.100	
Sivu 1		

kdef. 0.800

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 5.58 kN	x = 4035.0 mm
Pistekuorma: 2:	My = -0.279 kNm	x = 4035.0 mm
Rakenneosan paino:	QZ = 0.059 kN/m	x = 0 - 4035 mm

Lumikuorma (Lumikuorma Sk<2.75 kN/m2, Keskipitkä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 17.48 kN	x = 4035.0 mm
Pistekuorma: 2:	My = -0.873 kNm	x = 4035.0 mm

Tuulikuorma (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pistekuorma: 1:	FZ = 2.40 kN	x = 4035.0 mm
Pistekuorma: 2:	My = -0.120 kNm	x = 4035.0 mm
Pintakuorma: 1:	Qz = 1.000 kN/m2	x = 0 - 4035 mm

MITOITUS:

Mitotusstandardi:	EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009
Kokonaiskäyttöaste:	74.7 %

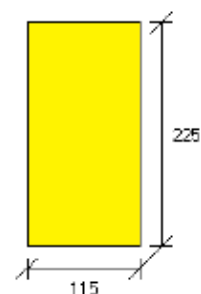
MITOITUSPARAMETRI:

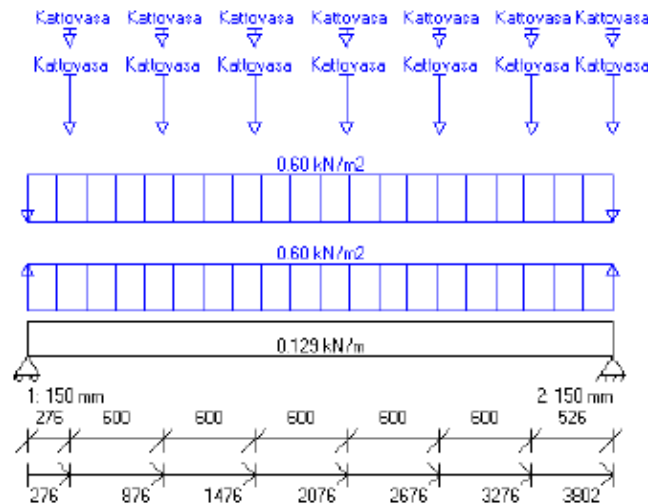
Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)		© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood			
					?
					25.4.2016
Taipumaraja Wnet,fin:	L/300				
Korotuskertoin, vasen uloke:	2.00				
Korotuskertoin, oikea uloke:	2.00				
Nurjahdus z-suuntaan:	L _c = 1.00*L				
Nurjahdus on estetty y suuntaan					
Kiepahdus on estetty					
MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:					
Tarkastelu:	Mitotusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste %:	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	2.03 kN	24.74 kN	8.2 %	2400 mm	Yhdistelmä 8/1, Hetkellinen
Puristus:	32.88 kN	82.48 kN	39.9 %	0 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Taivutus (My):	1.63 kNm	3.45 kNm	47.2 %	4035 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
Taivutus+puristus:	0.75	1.00	74.7 %	4035 mm	Yhdistelmä 5/1, Keskipitkä
(My=1.63 kNm, Mz=0.00 kNm, Nx=32.81 kN)					
jänneväli 1, Winst:	2.0 mm	- mm	0.0 %	1110 mm	Yhdistelmä 12/1
jänneväli 1, Wnet,fin:	2.1 mm	8.0 mm	26.2 %	1110 mm	Yhdistelmä 12/1
jänneväli 2, Winst:	-1.0 mm	- mm	0.0 %	3430 mm	Yhdistelmä 11/1
jänneväli 2, Wnet,fin:	-1.3 mm	5.5 mm	24.2 %	3430 mm	Yhdistelmä 11/1
ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT					
Yhdistelmä 8/1 (Hetkellinen):					
1.15*Omapaino + 1.05*Lumikuorma + 1.50*Tuulikuorma					
Yhdistelmä 5/1 (Keskipitkä):					
1.15*Omapaino + 1.50*Lumikuorma					
Yhdistelmä 12/1 :					
1.00*Omapaino + 0.70*Lumikuorma + 1.00*Tuulikuorma					
Yhdistelmä 11/1 :					
1.00*Omapaino + 1.00*Lumikuorma					
VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:					
Tulos:	Maksimi-arvo:	Sijainti x:			
N _{x,max}	35.04 kN	0 mm			
V _{z,max}	2.03 kN	2400 mm			
M _{y,max}	1.74 kNm	4035 mm			
Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisätuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykistystä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakennososan (palkki, pila, laatta) soveltuvuus kokonaisuuteen on pääarakennesuunnittelijan 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.					
Sivu 3					

Liite 18. Varaston primääräkannattaja

1 (3)

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)		© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood	
		?	
		25.4.2016	
Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.			
RAKENNETIEDOT:			
Rakennetyyppi:	Kattopalkki/laatta		
Materiaali:	GL30c		
Poikkileikkaus:	115x225 (varastokoko, Kuningaspalkki)		
	(B=115 mm, H=225 mm, A=25875 mm ² , I _y =109180156 mm ⁴ , W _y =970312 mm ³)		
Käyttöluokka:	1		
Seuraamusluokka:	CC2 (KF=1.0)		
Jako/kuormituslev.:	2925 mm (pintakuomille)		
Uloke-/jännevälipituudet			
Ulokejännväli:	Vaakamitta [mm]:		
Jännväli 1	3802.0		
Yhteensä:	3802.0		
Tuki:			
	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	150	Liukutuki (Z)
2:	3802	150	Kiinteä niveltuki (X,Z)
f _{m,k} (M _y):	33.00 N/mm ²		
f _{m,k} (M _z):	30.00 N/mm ²		
f _{c,0,k} :	25.00 N/mm ²		
f _{c,90,k} :	3.00 N/mm ²		
f _{t,0,k} :	22.00 N/mm ²		
f _{v,k} (V _z):	3.50 N/mm ²		
f _{v,k} (V _y):	3.50 N/mm ²		
E _{mean} :	13000 N/mm ²		
G _{mean} :	650 N/mm ²		
E 0.05:	10800 N/mm ²		
G 0.05:	540 N/mm ²		
Tilavuuspaino:	5.00 kN/m ³ (omapainon laskentaa varten)		
Osavamuuskur:	1.20		
Aikaluokka:	kmod:		
Pysyvä:	0.800		
Pitkäaikainen:	0.700		
Keskipitkä:	0.800		
Lyhytaikainen:	0.900		
Hetkellinen:	1.100		
k _{def} :	0.600		
Sivu 1			



**KUORMITUSTIEDOT:****Omapaino (Omapaino, Pysyvä):**

Pistekuorma: 1:	FZ = 0.54 kN	x = 276.0 mm	(Kattovasa)
Pistekuorma: 2:	FZ = 0.54 kN	x = 876.0 mm	(Kattovasa)
Pistekuorma: 3:	FZ = 0.54 kN	x = 1476.0 mm	(Kattovasa)
Pistekuorma: 4:	FZ = 0.54 kN	x = 2076.0 mm	(Kattovasa)
Pistekuorma: 5:	FZ = 0.54 kN	x = 2676.0 mm	(Kattovasa)
Pistekuorma: 6:	FZ = 0.54 kN	x = 3276.0 mm	(Kattovasa)
Pistekuorma: 7:	FZ = 0.54 kN	x = 3802.0 mm	(Kattovasa)
Rakennesosan paino:	QZ = 0.129 kN/m	x = 0 - 3802 mm	

Lumikuorma (Lumikuorma Sk<2.75 kN/m², Keskipitkä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 1.67 kN	x = 276.0 mm	(Kattovasa)
Pistekuorma: 2:	FZ = 1.67 kN	x = 876.0 mm	(Kattovasa)
Pistekuorma: 3:	FZ = 1.67 kN	x = 1476.0 mm	(Kattovasa)
Pistekuorma: 4:	FZ = 1.67 kN	x = 2076.0 mm	(Kattovasa)
Pistekuorma: 5:	FZ = 1.67 kN	x = 2676.0 mm	(Kattovasa)
Pistekuorma: 6:	FZ = 1.67 kN	x = 3276.0 mm	(Kattovasa)
Pistekuorma: 7:	FZ = 1.67 kN	x = 3802.0 mm	(Kattovasa)

Tuulikuorma (alas) (Tuulikuorma, Hetkellinen):

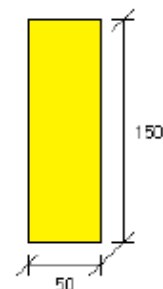
Pintakuorma: 1:	Qz = 0.600 kN/m²	x = 0 - 3802 mm
-----------------	------------------	-----------------

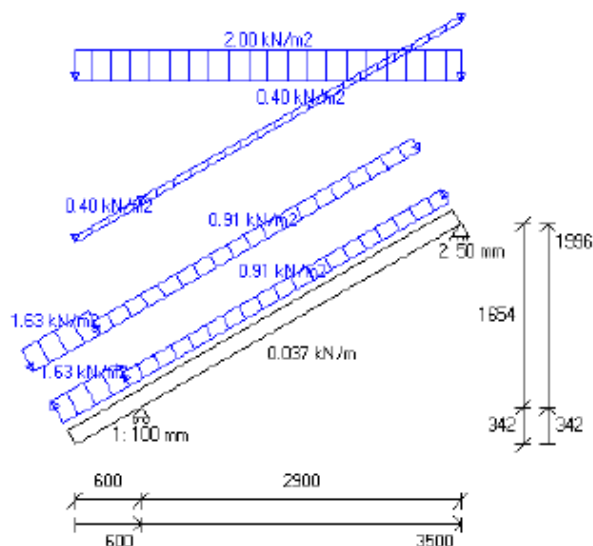
Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)		© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood			
		?			
		25.4.2016			
Tuulikuorma (ylös) (Tuulikuorma, Hetkellinen):					
Pintakuorma: 1:	Qz = -0.800 kN/m ²	x = 0 - 3802 mm			
MITOITUS:					
Mitoitusstandardi:	EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009				
Kokonaiskäyttöaste:	91.8 %				
MITOITUSPARAMETRIIT:					
Taipumaraja W _{net,fin} :	L/300				
Korotuskertoimen, vasen uloke:	2.00				
Korotuskertoimen, oikea uloke:	2.00				
Nurjahdus on estetty molempiin suuntiin (y ja z)					
Kiepahdus taivutuksesta My (y-askelin suhteen):					
Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella: Lk1 = Päätukien välimatka					
Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: Lk2 = Päätukien välimatka					
Lef1 = Lk1 ja Lef2 = Lk2 (Esim. kuormitus neutraaliksi kiepahdustukien kautta)					
HUOMI! Lk1:ta käytetään, kun My>0 ja Lk2:ta, kun My<0					
MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:					
Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	10.28 kN	26.97 kN	38.1 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus (My):	9.76 kNm	21.35 kNm	45.7 %	2076 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	9.76 kNm	21.35 kNm	45.7 %	2076 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	10.28 kN	62.10 kN	16.5 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekertoimen = 1.80					
Tukipaine, tuki 2:	12.17 kN	62.10 kN	19.6 %	3802 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekertoimen = 1.80					
jänneväli 1, W _{fin} :	11.6 mm	-mm	0.0 %	1901 mm	Yhdistelmä 15/1
jänneväli 1, W _{net,fin} :	11.6 mm	12.7 mm	91.8 %	1901 mm	Yhdistelmä 15/1
ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT					
Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):					
1.15*Omapaino + 1.50*Lumikuorma					
Yhdistelmä 15/1 :					
1.00*Omapaino + 0.70*Lumikuorma + 1.00*Tuulikuorma (alas)					
VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:					
Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:			
V _{z,max}	13.28 kN	0 mm			
M _{y,max}	12.59 kNm	2076 mm			
Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisävuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykistystä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakenneseosan (palkki, pilari, laatta) soveltuvuus kokonaisuuteen on päärakennesuunnittelijan tarkistettava erikseen.					
Sivu 3					

Liite 19. Varaston kattovasa

1 (3)

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)		© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood	
		?	
		25.4.2016	
Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpitäisy.			
RAKENNETIEDOT:			
Rakennetyyppi:	Kattopalkki/laatta		
Materiaali:	C24		
Poikkileikkaus:	50x150		
(B=50 mm, H=150 mm, A=7500 mm ² , I _y =14062500 mm ⁴ , W _y =187500 mm ³)			
Käyttöluokka:	2		
Seuraamusluokka:	OC2 (KF=1.0)		
Kulma:	29.7 astetta		
Jako/kuormituslev.:	600 mm (pintakuomille)		
Uloke-/jännevälipituudet:			
Uloke/jänneväli:	Vaakamitta [mm]:	Pystymitta [mm]:	Aksiaalinen [mm]:
Vasen uloke	600.0	342.2	690.7
Jänneväli 1	2900.0	1654.1	3338.6
Yhteensä:	3500.0	1996.4	4029.3
Tuki:			
	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	691	100	Liukutuki (Z)
2:	4029	50	Kiinteä niveltuki (X,Z)
f _{m,k} (M _y):	24.00 N/mm ²		
f _{m,k} (M _z):	29.90 N/mm ²		
f _{c,0,k} :	21.00 N/mm ²		
f _{c,90,k} :	2.50 N/mm ²		
f _{t,0,k} :	14.00 N/mm ²		
f _{v,k} (V _z):	4.00 N/mm ²		
f _{v,k} (V _y):	4.00 N/mm ²		
E _{mean} :	11000 N/mm ²		
G _{mean} :	690 N/mm ²		
E 0.05:	7400 N/mm ²		
G 0.05:	460 N/mm ²		
Tilavuuspaino:	5.00 kN/m ³ (omapainon laskentaa varten)		
Osavarmuusluk.	1.40		
Aikaluokka:	kmod:		
Pysyvä:	0.600		
Pitkäaikainen:	0.700		
Keskipitkä:	0.800		
Lyhytaikainen:	0.900		
Hetkellinen:	1.100		
k _{def} :	0.800		



**KUORMITUSTIEDOT:****Omapaino (Omapaino, Pysyvä):**

Rakennesosan paino:	$Q_Z = 0.037 \text{ kN/m}$	$x = 0 - 4029 \text{ mm}$
Pintakuorma: 1:	$Q_Z = 0.400 \text{ kN/m}^2$	$x = 0 - 691 \text{ mm}$
Pintakuorma: 2:	$Q_Z = 0.400 \text{ kN/m}^2$	$x = 691 - 4029 \text{ mm}$

Lumikuorma (Lumikuorma $S_k < 2.75 \text{ kN/m}^2$, Keskipitkä):

Pintakuorma: 1:	$Q_Z = 2.000 \text{ kN/m}^2$	$x = 0 - 4029 \text{ mm}$
-----------------	------------------------------	---------------------------

Tuulikuorma (alas) (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pintakuorma: 1:	$Q_z = 1.630 \text{ kN/m}^2$	$x = 0 - 691 \text{ mm}$
Pintakuorma: 2:	$Q_z = 0.910 \text{ kN/m}^2$	$x = 691 - 4029 \text{ mm}$

Tuulikuorma (ylös) (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pintakuorma: 1:	$Q_z = -1.630 \text{ kN/m}^2$	$x = 0 - 691 \text{ mm}$
Pintakuorma: 2:	$Q_z = -0.910 \text{ kN/m}^2$	$x = 691 - 4029 \text{ mm}$

MITOITUS:

Mitoitusstandardi:	EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1:2009
Kokonaiskäyttöaste:	99.6 %

MITOITUSPARAMETRI:

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)		© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood			
					?
					25.4.2016
Taipumaraja $W_{het,fin}$:	L/200				
Korotuskerrin, vasen uloke:		2.00			
Korotuskerrin, oikea uloke:		2.00			
Nujahdus z-suuntaan:		$L_0 = 1.00 \cdot L$			
Nujahdus y-suuntaan:		$L_0 = 400.00 \text{ mm}$			
Kiepahdus taivutuksesta M_y (y-akselin suhteen):					
Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella: $L_{k1} = 400.00 \text{ mm}$					
Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: $L_{k2} = 600.00 \text{ mm}$					
$L_{ef1} = L_{k1}$ ja $L_{ef2} = L_{k2}$ (Esim. kuormitus neutraaliakselilla/kiepahdustukien kautta)					
HUOM! L_{k1} :ta käytetään, kun $M_y > 0$ ja L_{k2} :ta, kun $M_y < 0$					
MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:					
Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste %):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	2.85 kN	11.43 kN	24.9 %	691 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Veto:	2.54 kN	82.50 kN	3.1 %	4029 mm	Yhdistelmä 6/1, Hetkellinen
Puristus:	2.64 kN	59.08 kN	4.5 %	691 mm	Yhdistelmä 4/1, Hetkellinen
Taivutus (M_y):	2.09 kNm	2.57 kNm	81.2 %	2418 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	2.09 kNm	2.57 kNm	81.2 %	2418 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus+veto:	0.81	1.00	81.1 %	2518 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
($M_y=2.08 \text{ kNm}$, $M_z=0.00 \text{ kNm}$, $N_x=0.08 \text{ kN}$)					
Taivutus+puristus:	0.81	1.00	81.2 %	2418 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
($M_y=2.09 \text{ kNm}$, $M_z=0.00 \text{ kNm}$, $N_x=0.01 \text{ kN}$)					
Tukipaine, tuki 1:	5.47 kN	19.64 kN	27.9 %	691 mm	Yhdistelmä 4/1, Hetkellinen
Tukipainekerrin = 2.00					
Tukipaine, tuki 2:	2.61 kN	7.14 kN	36.6 %	4029 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerrin = 2.00					
Vasen uloke, W_{inst} :	-7.1 mm	-mm	0.0 %	0 mm	Yhdistelmä 15/1
Vasen uloke, $W_{het,fin}$:	-9.0 mm	-mm	0.0 %	0 mm	Yhdistelmä 15/1
jänneväli 1, W_{inst} :	13.3 mm	-mm	0.0 %	2418 mm	Yhdistelmä 15/1
jänneväli 1, $W_{het,fin}$:	16.6 mm	16.7 mm	99.6 %	2418 mm	Yhdistelmä 15/1
ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT					
Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):					
1.15°Omapaino + 1.50°Lumikuorma					
Yhdistelmä 6/1 (Hetskellinen):					
1.15°Omapaino + 1.05°Lumikuorma + 1.50°Tuulikuorma (ylös)					
Yhdistelmä 4/1 (Hetskellinen):					
1.15°Omapaino + 1.05°Lumikuorma + 1.50°Tuulikuorma (alas)					
Yhdistelmä 15/1 :					
1.00°Omapaino + 0.70°Lumikuorma + 1.00°Tuulikuorma (alas)					
VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:					
Tulos:	Maksimi-arvo:	Sijainti x:			
$N_{x,max}$	2.64 kN	691 mm			
$V_{z,max}$	3.73 kN	691 mm			
$M_{y,max}$	2.67 kNm	2418 mm			