

Krista Luukkainen

KATTOELEMENTTI SUUNNITELMAT JA
SISÄINEN VEDENPOISTO

SATAKUNNAN AMMATTIKORKEAKOULU

Tekniikka Pori

Rakennustekniikka

2009



Satakunnan ammattikorkeakoulu

KATTOELEMENTTI SUUNNITELMAT JA SISÄINEN VEDENPOISTO

Luukkainen, Krista Heidi Maria
Satakunnan Ammattikorkeakoulu
Tekniikka Pori
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Rakentaminen
Huhtikuu 2008
Kallio, Jukka
UDK: 624.01, 69.057
Sivumäärä: 32

Avainsanat: elementtirakentaminen, mitoitus, vesikatot

Opinnäytetyössä toteutettiin suurhallin kattoelementti suunnitelmat, sekä käsiteltiin rakennukseen tullutta elementtien sisäistä vedenpoistoa. Lisäksi työssä tutkittiin sisäisen vedenpoiston erilaisia toteuttamistapoja sekä rakennustekniikan että kustannusten kannalta. Tutkimuksen perusteella vertailtiin erilaisia rakenneratkaisuja, joita voidaan käyttää kattoelementtisuunnittelussa. Tutkimuksessa vierailtiin muutamilla rakennuksilla länsi-suomessa, joissa on sisäinen vedenpoisto kattoelementti rakenteessa.

Suunnitellut kattoelementti suunnitelmat sisälsi kaavio - ja leikkauspiirustukset, sekä valmistus – ja asennusdetaljit. Kattoelementti rakenteena käytettiin pääasiassa kovavilla elementtiä. Katon mitoitus toteutettiin siirtymävaiheessa, joten se mitoitettiin jo eurokoodien mukaisesti. Sisäiselle vedenpoistolle päädyttiin rakentamaan koururakenne, jolloin muu katto pystyttiin toteuttamaan vakioelementeillä. Kouru rakennettiin paikalla rakennettuna.

Sisäisen vedenpoiston rakenneratkaisuja tutkittaessa havaittiin, että elementit on aina järkevintä rakentaa linjastolla mahdollisimman valmiiksi. Tällöin säästetään kustannuksissa ja vältetään välillisiltä vahingoilta rakennustyömaalla. Kuitenkin tärkeintä on varmistaa rakenteen toimivuus, jolloin säästytään korjauskustannuksilla jälkeenkä. Pääsääntönä voidaan kuitenkin pitää, että jokainen sisäinen vedenpoisto suunnitelma on aina tapauskohtainen.

ROOF ELEMENT CONSTRUCTION PLANS AND INTERNAL DRAINAGE OF WATER

Luukkainen, Krista Heidi Maria

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunnan University of Applied Sciences

Degree Programme in Construction Engineering

April 2009

Kallio, Jukka

UDC: 624.01, 69.057

Number of pages: 32

Keyword: prefabricated construction, design, roof

The objective of this final year project was to carry out the roof element construction plans of an industrial hall and to deal with the method of internal drainage of water. In addition, different ways to implement internal drainage of water were researched from the point of view of construction engineering and costs. On the basis of the research, different structural possibilities were compared, which can be used in roof element planning. The research was conducted by visits to construction sites in the area of western Finland where internal drainage of water is included in roof element structure.

The designed roof element plans included a roof scheme and cutaway picture, and fabrication and installation details. Hard wool element was used as the main roof structure element. The roof design was done in the transitional stage, therefore it was designed according to Eurocodes. A gutter was built for the internal drainage of water, thus the rest of roof could be built with standard elements. The gutter was built on site.

When researching the structural possibilities of the internal drainage of water it was noticed that it is always logical to build the elements as ready as possible on the assembly line in the factory. Thus, cost saving are achieved and indirect damages are avoided on the construction site. The main priority is, however, to check the functionality of the structure, avoiding repair costs afterwards. Nevertheless, the main rule is that every plan for internal drainage of water must always be case-specific.

SISÄLLYS.....	
1 JOHDANTO	6
2 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT	7
2.1 Olemassa olevat suunnitelmat	7
2.2 SPU Elementit.....	7
3 KOHTEEN RAKENTEET	9
3.1 Elementtisuunnittelu	9
3.1.2. Kouru	10
3.2 Elementtien kiinnitys	11
3.3 Vedeneristys.....	12
4 MITOITUS JA KUORMITUKSET	14
4.1 Puurakenteiden luokitus ja materiaalit.....	14
4.2 Kuormituksen aika- ja käyttöluokka.....	16
4.3 Kuormitukset	16
4.4 Katon kertopuupalkit	17
4.5 Palomitoitus	18
4.6 Lämmönläpäisykerroin	18
5 KATTOKAIVOT.....	20
5.1 Määräykset/ohjeet.....	20
5.2 Toteutus hankkeessa	21
6 KAATOJEN TOTEUTTAMINEN KATTOELEMENTTIIN	22
6.1 Vaihtoehtoja kattokaadoille	22
6.1.1 Tuplapalkitus kattoelementtiin	22
6.1.2 Luontaiset kaadot.....	23
6.1.3 Kaadot palkkien avulla	24
6.1.4 Kaadot elementin päälle asennusvaiheessa.....	25
6.1.5 Koururakenne työmaalla.....	26
6.2 Kaivon rakenne	28
6.3 Vertailu	29
6.3.1 Kaivot ja rakenteet linjastolla	29
6.3.2 Kaivot ja rakenteet rakennustyömaalla.....	30
7 YHTEENVETO.....	31
LÄHTEET	32
LIITTEET	

TERMI-JA SYMBOLILUETTELO

PU=Polyuretaani

K_{FI} = Kuormakerroin

s_k = Lumikuorman ominaisarvo maassa

g = Rakenteeseen kohdistuva omasta painosta tuleva kuormitus

q = Rakenteeseen kohdistuva muuttuvista kuormista tuleva kuormitus

w_{inst} = Hetkellinen taipuma

w_{fin} = Kokonais taipuma

γ_m = Jäykkyys- ja kestävyysominaisuuksin osavarmuusluku

1 JOHDANTO

Tämän työn tarkoituksena on toteuttaa Vaasaan teollisuushallin kattoelementtisuunnitelmat. Rakennus toteutetaan kahdessa vaiheessa, ensin liikerakennuksen osuus ja jälkeempään toimisto-osa. Rakennuksen suunnitteluvaiheessa Suomessa oli siirtymävaihe kansallisista normeista Eurocodeihin. Kattoelementtien rakennesuunnitelmat toteutetaan Eurocodien mukaan. Rakennukseen tulee sisäinen vedenpoisto kattoelementteihin. Lisäksi työssä vertaillaan erilaisia kattokaivojen toteuttamistapoja suurelementtirakentamisessa muun muassa kustannuksia, paikalla - vai tehdasrakenteena ja materiaalivalintoja.

Aikaisempiin töihini verrattuna työ oli kokonaisuutena laajin ja haastavin, lisäksi tämä oli ensimmäinen työni mitoituksen perustuen eurocodeihin. Tämän seurauksena valitsin työn opinnäytetyökseni. Työ sisältää kokonaisuudessaan suurhallin kattoelementtisuunnitelmat. Suunnitelmat sisältävät kaavio- ja leikkauspiirustukset sekä valmistus- ja asennusdetaljit. Kyseisen rakennuksen kattoelementtisuunnitelmat on tehty SPU SYSTEMS OY:n Kankaanpään toimipaikassa kesän 2008 aikana. Kohteen rakentaminen alkoi syksyllä 2008 ja käyttöönotto on tapahtunut keväällä 2009. Kohteen rakennuttajana on toiminut Rakennus Vestra Oy.

Työn tavoitteena on selvittää erilaisten sisäisen vedenpoiston toteuttaminen erilaisiin kattoelementteihin, sekä pohtia niiden käyttöä. Lisäksi tavoitteena on selvittää huomioon otettavia seikkoja kattokaivorakenteissa. Työn lopputuloksena on suurhallin kattavat kattoelementtisuunnitelmat.

2 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

Suunniteltava rakennus toteutetaan kahdessa osassa, ensin rakennetaan hallipuoli (myymälä) ja sitten toimisto-osa. Rakennuksen kokonaispituus on 78,2m ja leveys 43,1m. Alueen kaavamääräykset vaativat loivat katot, jolloin vedenpoisto tapahtuu sisäisellä vedenpoistolla. Lisäksi arkkitehtisuunnitelmien mukaisesti ja kaavamääräykset huomioon ottaen hallin (liiketila)seinät nousevat sekä pitkällä että lyhyillä sivuilla kattopintaa korkeammalle. Myös rakennuksen toimisto-osassa seinä nousee kattopinnan yläpuolelle. Rakennukseen rakennetaan SPU elementtikatto ja kattokaltevuus on hallipuolella 1:25 ja toimisto osassa katto on kahdesta suunnasta kalteva eli 1:32 ja 1:60 tai 1:74. Rakennukseen tulee 175 mm:n Paroc-seinät. Seinärakenteet ja niiden liittymät kattorakenteeseen eivät kuulu kattoelementti – ja runkotoimitukseen. (LIITE 1 ja 3)

SPU kattoelementit suunnitellaan aina tapauskohtaisesti vaatimuksia vastaaviksi. Toimitukseen sisältyy kattoelementtisuunnitelmat, elementtienpaikalleen asennuksen, runkotoimituksen ja vedeneristyksen.

2.1 Olemassa olevat suunnitelmat

Ennen katon elementtisuunnittelun aloittamista, oli olemassa vain arkkitehtikuvat. Näiden suunnitelmien perusteella aloitettiin elementtisuunnittelun. Rakennesuunnittelijalle annettiin elementtikaavio ennen rakennesuunnittelua, joten hän osasi ottaa huomioon jo elementtisuunnittelun omissa suunnitelmissaan. Elementtisuunnitelmia täydennettiin/tarkastettiin, kun lopulliset kuvat saatiin rakennesuunnittelijalta.

2.2 SPU Elementit

SPU Kattoelementtien runko tehdään liima- tai kertopuusta. Elementtityyppejä on kolme: PU- kattoelementti, kovavillakattoelementti ja tuulettuva kattoelementti.

Elementtien sisäverhous voidaan tehdä kipsilevystä, rakennuslevyistä tai esimerkiksi akustiikkalevystä.

Pu-kattoelementti on polyuretaaninen (tuulettumaton) elementti, joka on yleensä edullisin valinta sekä rakenteen että energiankulutuksen kannalta. Lisäksi PU-elementissä ei tarvita erillistä höyrynsulkua tai tuulensuojaa. Polyuretaani on myös paloturvallinen ratkaisu, se on itsestään sammuva ja palaessaan se hiiltyy kuten puu.

Kovavillakattoelementti on kovavillaeristeinen elementti, jonka toimivuus varmistetaan pintalevykerroksen tuuletusurien ja alipainetuulettimien avulla. Kovavillaelementillä päästään paloluokaltaan vähintään R30 ja tarvittaessa jopa REI60.

Tuulettuva kattoelementti soveltuu kohteisiin, joissa höyrynsulullisen rakenteen tuulettuminen on tärkeää. Tuulettustilan muodostavat yläpalkit. Tulipalon sattuessa tuulettustilan muodostava ontelo on hankala sammuttaa. Joten ontelot ovat rajattava vähintään 200 m²:n palo-osastoihin.

SPU elementit ovat yleensä moniaukkoisia, mutta enintään 26 000mm pituisia. Yksiaukkoisten elementtien suurin pituus on 12 000mm. Tyypillisesti elementtien paino on 0,2-0,6kN/m². Elementeistä tarkistetaan aina mitat ja lopuksi elementtien ristimitta. Materiaalit tilataan määrämittaisena kohteisiin.

3 KOHTEEN RAKENTEET

Pääasialliseksi elementtityypiksi Vaasan kohteeseen valitaan kovavilla elementti. Lisäksi hyödynnetään myös tuulettuvaa elementtiä ja osaksi rakennetaan paikanpäällä. Tuulettuva elementti tulee liikerakennuksen puolelle pituussuuntaisesti seinälinjoille. Paikalla rakennettava osa on kouru, johon kattokaivot tulevat. Elementtien sisäverhouslevynä on kipsi. Vedeneristyksenä on Protan. (LIITE 2 ja 4)

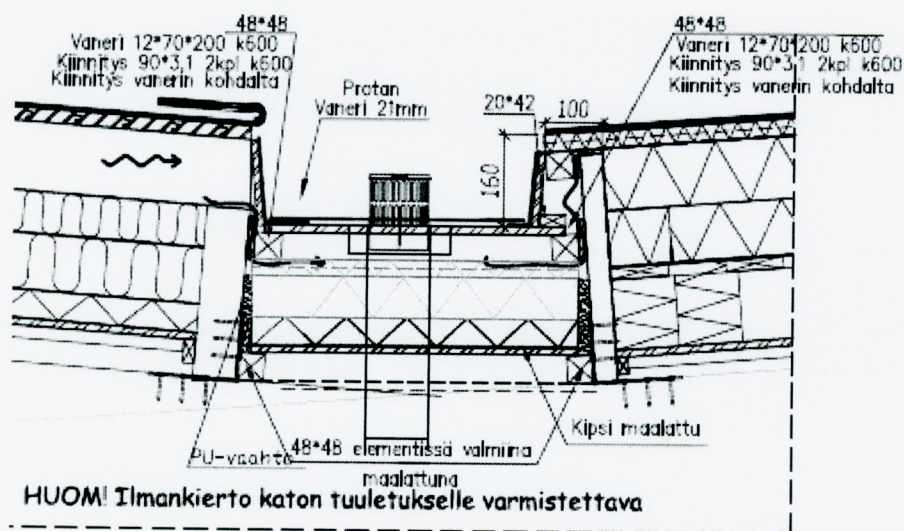
3.1 Elementtisuunnittelu

Kattoelementtisuunnittelun lähtökohtana on elementtipituuksien ja elementtijaonmäärittäminen heti rakenteellisen mitoituksen jälkeen. Elementin sisuksien leveys on 2400mm ja ulkomitta määräytyy kertosuiden leveydestä. Liiketilän katon leikkausta suunniteltaessa huomataan, että jako ei mene järkevästi tasan huomioon ottaen suunniteltu vedenpoiston. Liiketilän elementit sijoitetaan rakennuksen pituussuuntaisesti ja toimisto-osan rakennuksen leveysuuntaisesti. Jotta liiketilän elementtijako saadaan järkeväksi, sijoitetaan kattokaivot paikalla rakennettavaan ”kouruun” rakennuksen pituussuuntaisesti molemmille puolille. Tällöin kaadot kaivoihin tulevat harjalta ja reunimmaisista seinästä kallistuvista elementeistä. Seinästä kallistuvat elementit ovat tuulettuvia kattoelementtejä, jotta saadaan ilmankierto varmistettua myös paikalle rakennettavan rakenteen läpi kovavillaelementtiin. Toimisto-osan elementteihin sijoitetaan kaivot jo tehtaalla ja elementit kallistetaan kaivoihin pilarien pituuden muutoksilla, jolloin joka toinen pilari on matalampi. Toimisto-osan elementit kallistetaan liiketilän suunnasta ja kallistukset seinästä kaivolle toteutetaan vanerin avulla. (LIITE 1 ja 2)

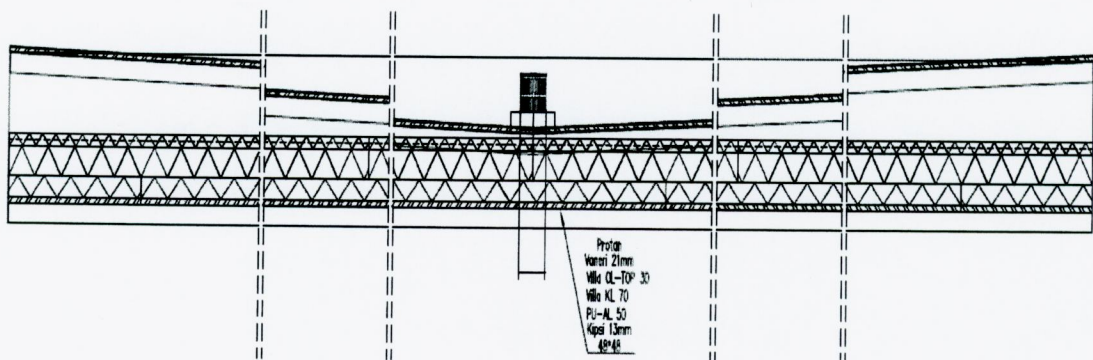
Elementtien pituussuuntainen jako määräytyy liimapuupalkkijaon k6000 mukaan. Myös elementtien kuljettaminen huomioon ottaen, yritetään elementeistä saada mahdollisimman yhdenmukaisia. Liikerakennusosassa elementit jakautuvat kolmeen kolmiaukkoiseen - ja yhteen neliaukkoiseen elementtijakoon. Toimisto-osassa kaikki elementit ovat yksiaukkoisia. (LIITE 1,2 ja 3)

3.1.2. Kouru

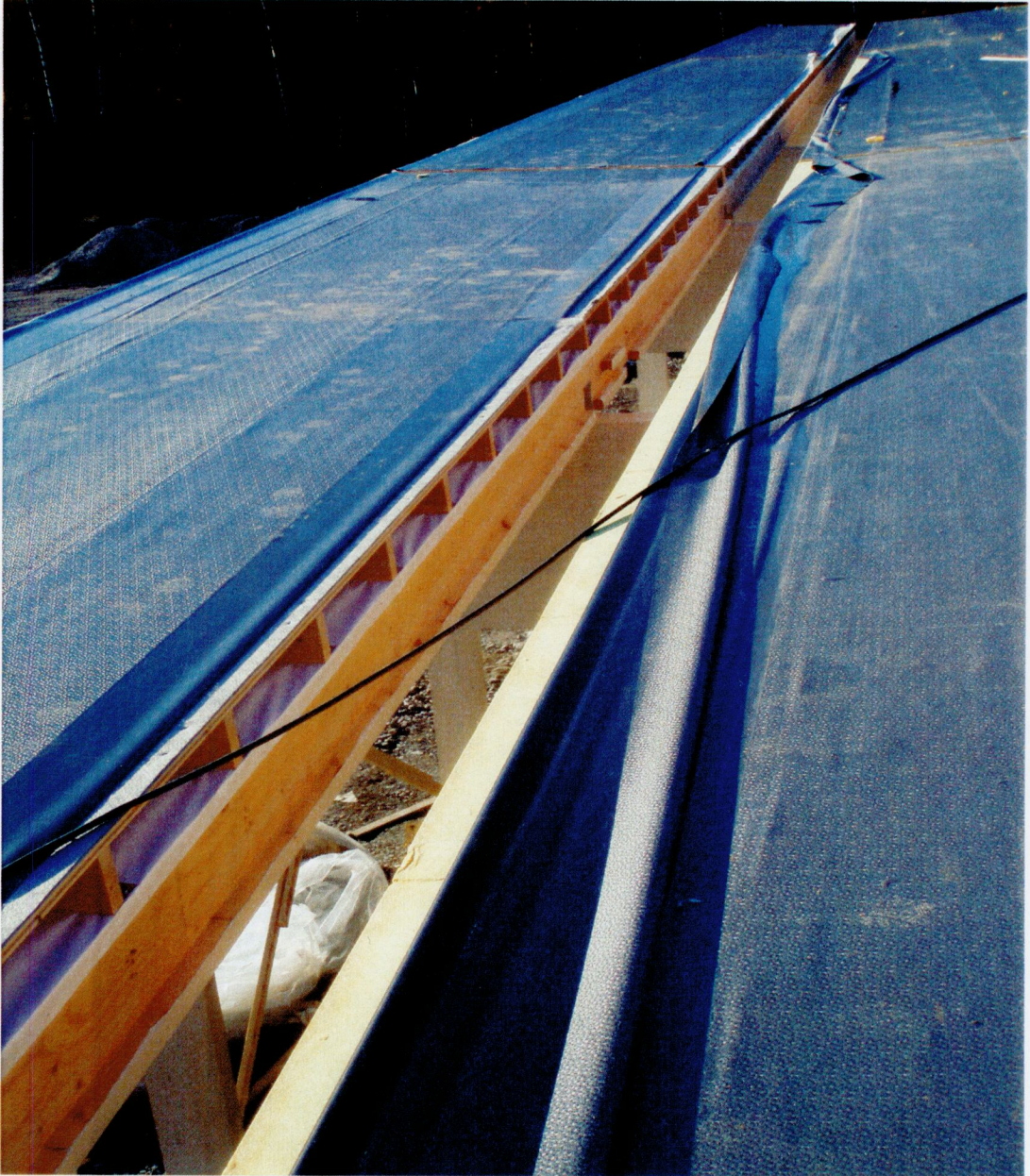
Paikalla rakennettava osuus on tarkoitettu kouruksi, johon kattokaivot sijoitetaan. Myös kallistukset tehdään paikalla rakennettavana. Viereisiin elementteihin on jo tehtaalla kiinnitettyä elementin kertopuun alareunaan puu 48*48, joihin sisäverhouslevy ja eristeet kiinnitetään. Kallistukset toteutetaan viereisten elementtien kertopuun yläreunasta alkaen puun 48*48 kiinnittäminen kallistaen kaivon päin. Kertopuun ja puun 48*48 välissä on vaneripala 12*70*200 k300, jotta varmistetaan ilmankierto. Rakenteen pintaan tulee kipsi ja vedeneristykseksi edelleen Protan. (Kuva1 ja 2)



Kuva 1. Kouru kaivon kohdalta.



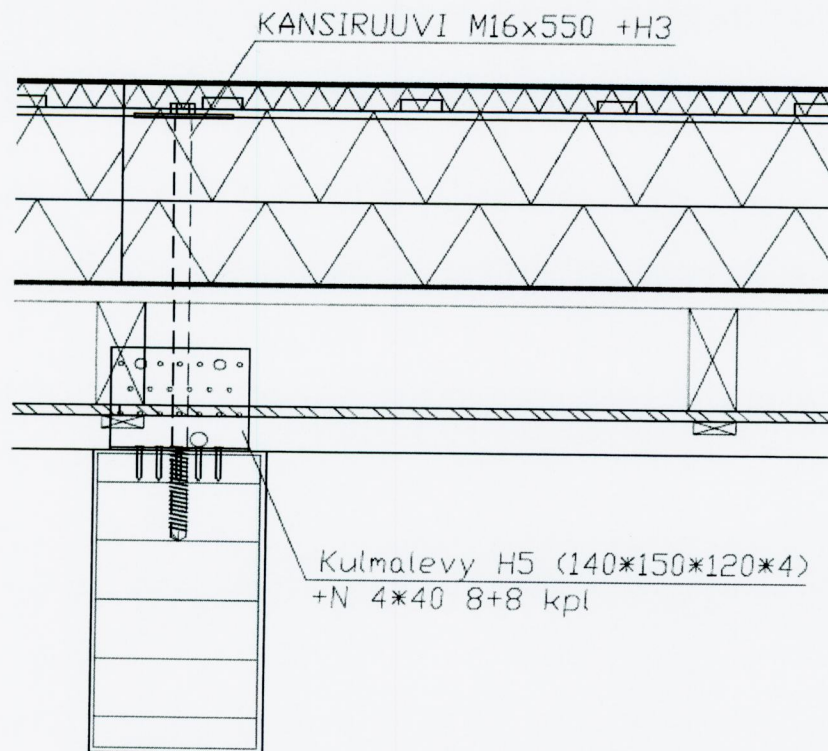
Kuva 2. Pituussuuntainen leikkaus kaivo kourusta.



Kuva 2. Rakennustyömaalta kourun kohdalta ennen rakentamista, puut 48*48 ovat jo elementtien alareunassa valmiina.

3.2 Elementtien kiinnitys

Kattoelementit kiinnitetään jokaisesta liimapuupalkin ja kertopuiden risteyskohdasta kulmalevyllä H5 (140*150*120*4) + naulat 4*40 8+8 kappaletta kansiruuville M 16*550 +H3 levy. Ainoastaan harjan kiinnityksessä käytetään ruuveja 6*150 2 kappaletta per liimapuupalkki. (LIITE 4)



Kuva 3. Elementin kiinnitys runkoon.

3.3 Vedeneristys

Vesikaton ja muiden rakenteiden vedeneristystöitä varten laaditaan rakennuskohtaiset vedeneristyssuunnitelmat, joista ilmenee työohjeiden lisäksi rakenteen kosteusteknisen toiminnan periaatteet. Lisäksi suunnitelmissa esitetään käytettävät työmenetelmät ja muut tarpeelliset tekijät, jotka vaikuttavat vesikaton vedeneristävyteen tai yläpohjarakenteen toimintaan. Vesikaton valmistuttua erityisurakoitsija tai kattourakoitsija luovuttaa rakennuksen omistajalle/käyttäjälle vesikaton tarkastus- ja huolto-ohjeet (rakennuksen huoltokirjan osa). Vesien juoksutus vesikatoilla suunnitellaan siten, että vesiä ei juoksuteta liikuntasaumojen yli, etteivät sulamisvedet jäädy katon kylmillä osilla. /1, s66/.

Vesikatteena rakennuskohteessa käytetään Protania, joka kiinnitetään mekaanisesti alusrakenteeseen reunoistaan ja limitetään aina seuraavan kanssa sekä hitsataan yhteen. Lisäksi vedeneristys nostetaan seinille minimi 400mm. Protan on paloturvallinen vesikate ja sillä on 15 vuoden materiaalitakuu./2,s1/.

Katon käyttötarkoitus sekä käytettävä rakenne ja sen kaltevuus määrittävät katon käyttöluokan RIL 107-2000 taulukon 2.9 mukaisesti. Kattorakenteet jaotellaan loiville katoille käyttötarkoituksen ja katon kaltevuuden mukaan neljään eri kaltevuuteen: VE 10, VE 20, VE 40, ja VE80. Nämä kuvaavat vesikaton minimikaltevuutta, esimerkiksi VE 10 minimikaltevuus on 1:10./1, s67/. Vaasan rakennuskohteessa käytettävä luokka on VE40. /1 s?/.

4 MITOITUS JA KUORMITUKSET

Kattoelementtien mitoituksessa on käytetty suunnitteluhetkellä jo voimassa olevia Eurokoodeja ja sen mukaisia kuormitusohjeita. Eurokoodi tulee korvaamaan nykyiset määräykset ja ohjeet v. 2010. Lisäksi mitoituksessa on käytetty materiaalityömittajien antamia mitoitusmenetelmiä ja lähtötietoja.

Kuormituksia määriteltäessä on lukuarvot pyritty pyöristämään poikkeuksetta ylöspäin. Tällä menettelyllä pyritään välttämään alimitoitus ja ottamaan huomioon mahdolliset kuormitusten muutokset, esimerkiksi jos katolle myöhemmin kiinnitetään mainospylväitä.

4.1 Puurakenteiden luokitus ja materiaalit

Luotettavuuden tasoluokitus ja siihen liittyvät seuraamusluokat otetaan huomioon mitoituksen kuormayhdistelmissä kuormakertoimella K_{FI} . Seuraamusluokissa on kuvaus ihmishenkien menetyksen, taloudellisten, sosiaalisten ja ympäristövahinkojen mukaan. Seuraamus- ja luotettavuusluokka valitaan RIL 201-1-2008 taulukon 2 mukaan. Tämän mukaan toteutettava rakennushanke saa K_{FI} arvoksi 1,0./3, s24/.

Taulukko 1. Seuraamusluokan, luotettavuusluokan ja kuormakertoimen määrittäminen.

Taulukko 2.0S. Seuraamusluokkien CC määrittely ja luotettavuusluokat RC/kuormakerroin.

Seuraamusluokan (CC) kuvaus	Rakennuksia sekä rakenteita koskevia esimerkkejä	Luotettavuusluokka/kuormakerroin K_{F1}
CC3 Suuret seuraamukset ihmishenkien menetysten tai hyvin suurten taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Rakennuksen kantava runko ¹⁾ jäykistävine rakennusosineen sellaisissa rakennuksissa, joissa usein on suuri joukko ihmisiä, kuten - yli 8-kerrokaiset ²⁾ asuin-, konitori- ja liikerakennukset - konserttisalit, teatterit, urheilu- ja näytelyhallit, katsomot - raskaasti kuormitettut tai suuria jännevelejä sisältävät rakennukset. Erikoisrakenteet, kuten esim. suuret mastot ja tornit. Luiskat sekä penkereet ja muut rakenteet hienorakelsten maalajien alueilla siirtymien haittavaikutuksille herkässä ympäristössä.	RC3 $K_{F1} = 1,1$
CC2 Keskisuuret seuraamukset ihmishenkien menetysten tai merkittävien taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Rakennukset ja rakenteet, jotka eivät kuulu luokkiin CC3 tai CC1.	RC2 $K_{F1} = 1,0$
CC1 Vähäiset seuraamukset ihmishenkien menetysten tai pienien tai merkityksettömien taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	1- ja 2-kerroksiset rakennukset, joissa vain tilapäisesti oleskelee ihmisiä, kuten esim. varastot. Rakenteet, joiden vaurioitumisesta ei aiheudu merkittävää vaaraa, kuten - matalalla olevat alapohjat, ilman kellaniloja - ryömintätalaiset vesikatot, kun yläpohja on varsinaisen kantava rakenne - sellaiset ulko- ja väliseinät, ikkunat, ovet ja vastaavat, joihin pääasiassa kohdistuu ilman paine-eroista aiheutuva sivuttaiskuormitus ja jotka eivät toimi kantavan tai jäykistävän rungon osana - standardin EN 1993-1-3:n rakenneluokkien (structural class) II ja III muotolevyrakenteet - standardin EN 1993-1-3:n rakenneluokan (structural class) I muotolevyrakenteet levyyn taivutusta aiheuttaville pinta vasten kohtisuorille kuormille ³⁾	RC1 $K_{F1} = 0,9$

Taulukkoon 2.0S liittyviä huomautuksia:

¹⁾ ylä- ja välipohjat kuuluvat kuitenkin luokkaan CC2, elleivät ne toimi koko rakennusta jäykistävänä rakenteena. Rakennuksen koostuessa erilaisista toisistaan riippumattomista rakennusosista määritetään kunkin osan seuraamusluokka erikseen.

²⁾ kellarikerrokset mukaan luettuina.

³⁾ ei koske kuormituksia, jotka syntyvät, kun muotolevyrakenteita käytetään siirtämään levytason suuntaisia leikkausvoimia (levyvaikutuksen hyväksikäyttö) tai normaallivoimia.

Kattoelementtien orsina käytetään kertopuuta Kerto-S. Ominais- ja jäykkyyslujuudet määritellään RIL201-1-2008 taulukon 3.5 mukaan./ 3, s 50/.

Taulukko 2. Kertopuun ominaisuudet.

Taulukko 3.5. Kerto-LVL:n ominaislujuudet, kokovaikutuseksponentit, jäykkyysominaisuudet ja tiheydet. Kerto-S ja -Q VTT:n sertifiikaatin nro 184/03 mukaan. Kerto-T:n arvot ovat VTT:n sertifiikaatin nro VTT-C-1781-21-07 mukaisia.

Tyyppi		Kerto-S	Kerto-T	Kerto-Q Paksuus 21–24 mm	Kerto-Q Paksuus 27–68 mm
Ominaislujuudet (N/mm²)					
Taivutus - syrjällään - kokovaikutuseksponentti - lappeellaan	$f_{m,k}$	44	27	28	32
	s	0,12	0,15	0,12	0,12
	$f_{t,0,95,k}$	50	32	32	36
Veto - syysuuntaan - poikittain syrjällään	$f_{t,0,k}$	35	24	19	26
	$f_{t,90,0,95,k}$	0,8	0,5	6,0	6,0
Puristus - syysuuntaan - poikittain syrjällään - poikittain lappeellaan	$f_{c,0,k}$	35	26	19	26
	$f_{c,90,0,95,k}$	6	4	9	9
	$f_{c,30,0,95,k}$	1,8	1,0	1,8	1,8
Leikkaus - syrjällään - lappeellaan pintaviiliin suuntaan	$f_{v,k}$	4,1	2,4	4,5	4,5
	$f_{v,0,k}$	2,3	1,3	1,3	1,3
Jäykkyysominaisuudet (N/mm²)					
Kimmomoduuli	E_{mean}	13 800	10 000	10 000	10 500
	$E_{0,05}$	11 600	8 800	8 300	8 800
Liukumoduuli	G_{mean}	600	400	600	600
	$G_{0,05}$	400	300	400	400
Ominäisihyys (kg/m ³)	ρ_k	480	410	480	480
Tiheyden keskiarvo (kg/m ³)	ρ_{mean}	510	440	510	510

4.2 Kuormituksen aika- ja käyttöluokka

Kuormien aikaluokkien määrittämiseen käytetään rakenteen käyttöiän aikana tietyn ajan vaikuttavan vakiokuorman kesto. Kuorman aikaluokka määritellään RIL 205-1-2002 taulukon 2.3 ja 2.4 mukaisesti. Rakenteet jaotellaan käyttöluokkiin 1,2 tai 3. Käyttöluokkaan 1 kuuluu puurakenteet, joka on lämmitetyissä sisätiloissa tai vastaavissa olosuhteissa, tähän lasketaan myös palkit, joiden vetopuoli on lämmöneristeen sisällä. Joten kattoelementtirakenne kuuluu kokonaisuudessa luokkaan 1./ 4, s 30/.

4.3 Kuormitukset

Kattorakenteisiin kohdistuu kuormitusta rakenteiden omasta painosta, ripustuskuormasta ja lumikuormasta. Lumikuorman ominaisarvo maassa, s_k , on Vaasassa

2,0kN/m²./4,s245/. Kattorakenteiden oma paino ja ripustuskuorma ovat yhteensä 0,7kN/m².

4.4 Katon kertopuupalkit

Katto elementtien kertopuupalkit mitoitetaan liiketilan puolella kolmiaukkoisena ja neliaukkoisena sekä toimisto-osassa yksiaukkoisena. Laskenta suoritetaan Finnwood-mitoitusohjelmalla, joka on Metsäliiton puuteollisuuden ohjelma lattia- ja kattopalkeille, pilareille sekä kerto-ripa-laatoille. Ohjelma on VTT:n tarkastama (VTT-S-01815-08). Mitoittava tekijä on yleensä taipuma kattoelementtien mitoituksessa. Puurakenteissa sallittu taipuma w on $L/400$, $L/300$, $L/200$ tai $L/150$. (Taulukko 3) (LIITE 6) /4,s.90/.

Taulukko 3. Taipuman enimmäisarvot.

Taulukko 7.2. Taipumien ja rakennuksen vaakasiirtymien enimmäisarvot. Ulkkeiden taipuma jännevälin suhteen saa olla kaksinkertainen.

Rakenne	$w_{inst}^{1)}$	$w_{net,fin}^{2)}$	$w_{fin}^{3)}$
Pääkannattimet	$l/400$	$l/300$	$l/200$
Orret ja muut toisiokannattimet	-	$l/200$	$l/150$
Rakennuksen vaakasiirtymä	-	$H/300$	-

l on jänneväli

H on rakennuksen tarkastettavan kohdan korkeus

¹⁾ Koskee pelkästään lattiaita

²⁾ Ei koske tukipisteiden välillä kaarevia tai taitteellisia rakenteita/rakenneosia

³⁾ Koskee esikorotettuja sekä tukipisteiden välillä kaarevia tai taitteellisia rakenteita

Tämän mukaan sallittu taipuma on w on $L/200$. Taipuma lasketaan käyttäen kuormituksena käyttörajatilan kuormia, jolloin kuormien osavarmuuskertoimena on 1,0. Taipumasta lasketaan sekä hetkellinen taipuma w_{inst} ja kokonaistaipuma w_{fin} . /4,s.90/.
Lisäksi kertopuupalkkia mitoitettaessa pitää laskea taivutus, puristusjäännitys ja leikkaus. Taivutus- ja leikkausmitoituksessa käytetään murtorajatilakuormia. Murtorajatilakuormat saadaan kuormat kerrottuna murtorajatilan osavarmuuskertoimilla. Pysyville kuormille osavarmuuskerroin on 1,15 ja hyötykuormille 1,5. /4,s24 ja 27/.
Kerto-S:n laskenta arvot saadaan ominaislujuudet jaettuna materiaalin jäykkyys- ja kestävyysominaisuuksin osavarmuusluvulla γ_m , joka kertopuulla on 1,2, lisäksi arvo

kerrotaan k_{mod} -kertoimella. Muunnoskerroin k_{mod} saadaan käyttöluokan ja kuorman aikaluokan mukaan standardista SFS-EN 1995-1-1+AC taulukosta 3.1./5, s56/.

Taulukko 4. Muunnoskerroimen k_{mod} määrittäminen.

Taulukko 3.1 Muunnoskerroimen k_{mod} arvot

Materiaali	Standardi	Käyttöluokka	Kuorman aikaluokka				
			Pysyvä kuorma	Pitkä-aikainen kuorma	Keskipitkä kuorma	Lyhyt-aikainen kuorma	Hetkellinen kuorma
Sahatavara	EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Liimapuu	EN 14080	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
LVL	EN 14374, EN 14279	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90

4.5 Palomitoitus

Suunnittelustandardi EN 1995-1-2 käsittelee puurakenteiden palomitoitusta. Palorasituksen ollessa standardoidun lämpötila-aikakäyrän mukainen rakennusosien tulee täyttää seuraavat palonkestävyysvaatimukset R, E, ja I seuraavasti:

- ainoastaan kantavat rakenteet: kantavuus (R)
- ainoastaan osastoivat rakenteet: tiiviys (E) ja vaadittaessa eristävyys (I)
- osastoivat ja kantavat rakenteet: vaatimukset R, E ja vaadittaessa I.

/6, s15/.

Kohteen kattoelementtirakenteet täyttävät palo- ja viranomaisvaatimukset, kun katon kertopuut ovat R 30 ja muu rakenne EI 15.

4.6 Lämmönläpäisykerroin

Lämmönläpäisykerroin on Suomen Rakennusmääräyskokoelmassa osassa C3 määritetty U-arvo. Lämmönläpäisykerroimen tarkoituksena on kuvata eri rakennusosien

lämmöneristyskykyä. Mitä pienempi U-arvo, sitä parempi lämmöneristys.
Rakennuskohteessa U-arvo on $0,15\text{W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$, joka on vuonna 2008 Suomen
Rakennusmääräyskokoelman miniarvo yläpohjalle. / 7, s3/.(LIITE 5)



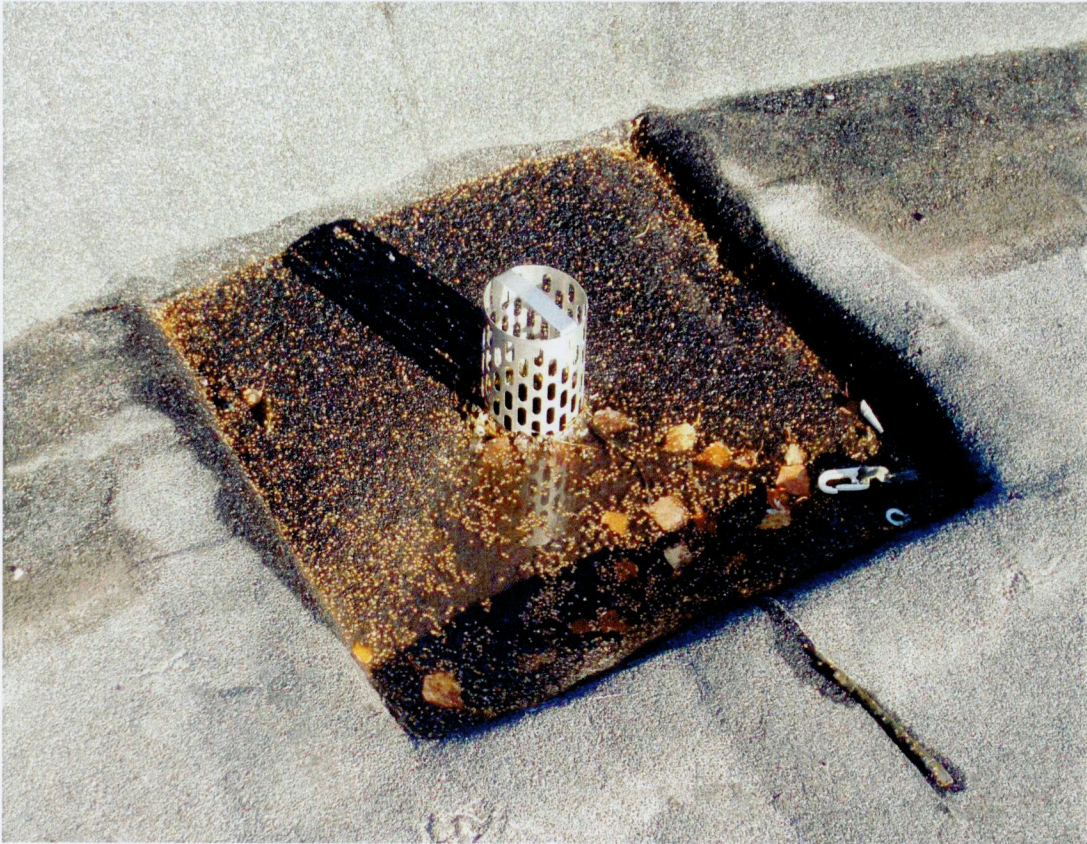
Kuva 3. Kattoelementit asennettuna liikeosaan.

5 KATTOKAIVOT

Kattokaivoja käytetään loivissa - ja tasakatoissa vesikaton sisäiseen vedenpoistoon. Kaikki katolle tuleva vesi ohjataan kallistusten avulla kattokaivoihin ja niistä edelleen viemäriin. Kattokaivojen käytöstä on määräyksiä antanut Suomen rakentamismääräyskokoelma D1, lisäksi kattoliitto antanut suosituksia ja aiheesta löytyy myös rakennustiedon RT-kortti.

5.1 Määräykset/ohjeet

Kattokaivot mitoitetaan LVI-suunnitelman mukaan. Kattokaivoja valmistetaan teräksestä, kuparista tai muovista. Kattokaivojen määrää voidaan arvioida periaatteella 1 kattokaivo/200m², kun kaivon poistoputki on $\geq \text{Ø}100\text{mm}$. Kattokaltevuuksilla 1:40 tai loivemmilla tulee olla kattokaivoja siten, että pisin valumamatka kaivoon on $\leq 15\text{m}$, poikkeustapauksissa 20m. Kattokaivon on oltava muuta kattopintaa alempana ja asennetaan rakenteeseen kiinnitettyyn alustaan, esimerkiksi vaneriin. Lisäksi kattokaivot liitetään vedeneristykseen 150mm laipalla kahden kermin väliin. / 8,s2/. Kaivot tarvittaessa eristetään tai kondenssieristetään siten, että vettä ei haitallisesti jäädy eikä tiivisty niiden pintoihin./7,s29/. Jäätyminen voidaan tarvittaessa estää kattokaivoihin sijoitettavalla sähkövastuksella. Kattokaivoissa on oltava sihti, joka voidaan helposti puhdistaa. Kattokaivoille suositellaan minimi etäisyydeksi 1000mm pystyrakenteista ja muista läpivienneistä 500mm./ 8,s2/.



Kuva 4. Kattokaivo, jossa kallistukset epäonnistuneet kaivolle.

5.2 Toteutus hankkeessa

Liikerakennuksen puolelle tulee 12 kattokaivoa eli kattokaivo/280m². Tässä ei toteudu 1 kattokaivo/200m², mutta jokaiseen kaivoon valumamatka on alle 15m. Toimisto-osaan tulee 4 kattokaivoa eli kattokaivo/126m² ja valumapituus on alle 15m. Pääasiassa kattokaivot sijaitsevat yli metrin etäisyydellä pystyrakenteista ja läpivienneistä, kahta poikkeusta lukuun ottamatta toimisto-osassa. Kattokaivojen kohdalle on tehty syvennys vähintään 20mm muuta kattopintaan alemmaksi. Kattokaivoina käytetään kondenssisuojattua Sv-kaivo C110, joka on varustettu lämmönvastuksella k12000mm. Kouru rakenteeseen tulee eristeeksi kovavilla 30mm, pehmeä villa 70mm ja alumiinipintainen polyuretaani 50mm, joka toimii myös höyrynsulkuna. Vedeneristys Protani liitetään vähintään 150mm: laipoilla muuhun vedeneristykseen hitsaamalla.

6 KAATOJEN TOTEUTTAMINEN KATTOELEMENTTIIN

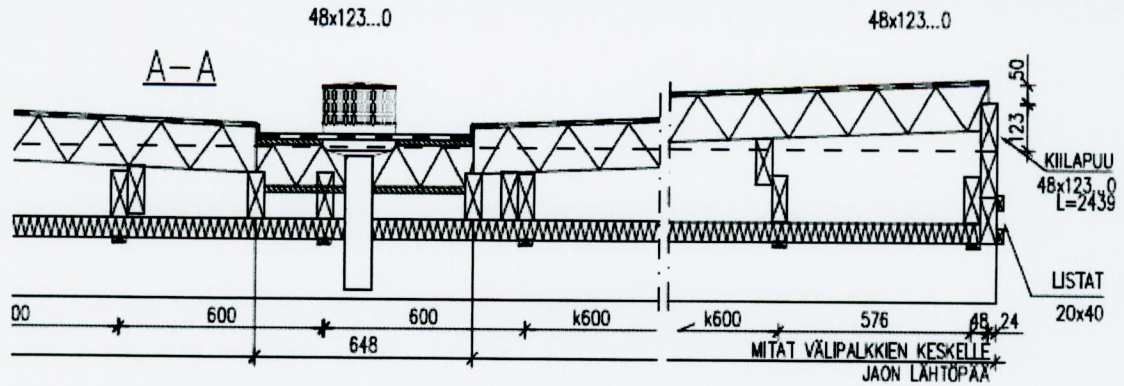
Kattojen sisäinen vedenpoisto voidaan toteuttaa myös kattoelementteihin. Kallistusten toteuttamistapaan vaikuttaa elementtityyppi ja mihin kaivot voidaan katolla sijoittaa eli aiheuttavatko muut rakenteet tai läpiviennit joitain rajoituksia. Kaivojen asentamiselle on kaksi vaihtoehtoa, joko ne asennetaan elementtiin jo linjalla tai vasta elementtien asennusvaiheessa. Jos kaivot asennetaan vasta työmaalla, on elementteihin kuitenkin jo tehty kaivojen paikat.

6.1 Vaihtoehtoja kattokaadoille

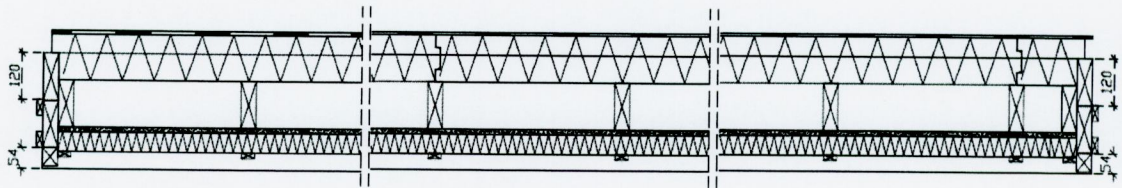
Kattokaivojen ja kallistusten tekeminen lisää aina työtä kattoelementin valmistuksessa. Kaivojen ja kallistusten valmistuksessa pyritään siihen, että se ei hidastaisi koko elementtilinjastoa vaan ne olisivat helppo toteuttaa. Toisaalta elementit olisi hyvä valmistaa säältä suojassa mahdollisimman pitkälle jo linjalla.

6.1.1 Tuplapalkitus kattoelementtiin

Normaalissa kattoelementissä on välipalkit k600. Kun kallistukset tehdään tuplapalkitus - tavalla, tulee normaalien välipalkkien viereen toiset palkit. Ylimääräisillä palkeilla toteutetaan kallistus kaivon suuntaan, palkit kasvavat korkeutta elementin päätyjen suuntaan. Tällöin palkit siis alkavat kallistaa jo elementin päädyistä. Elementin päätyihin tulee korotus kiilat. Jos elementtiin tulee vain yksi kaivo, on tuplapalkitus helppo toteuttaa, mutta useampi kaivo elementissä ja tuplapalkkien kasvamisesta ja pienemisistä hidastavat elementtilinjastoa jo oleellisesti. Elementti voidaan nostaa myös linjastolta sivuun, jolloin linjasto pysyy aikataulussa.



Kuva 5. Pituusleikkaus tuplapalkkielementissä (Pu-elementti).



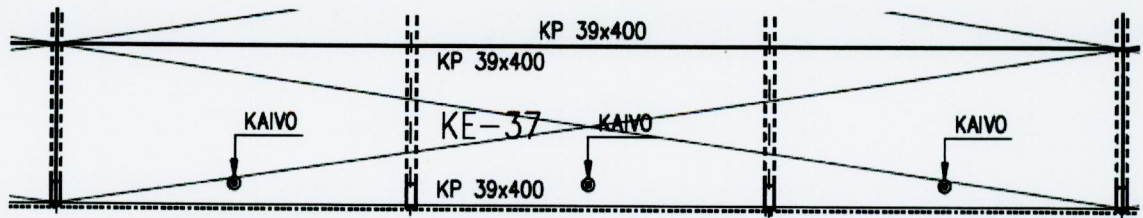
Kuva 6. Pituusleikkaus vakioelementissä (Pu-elementti).

Plussat ja miinukset:

- + ei lisää elementin painoa merkittävästi
- + koko katto alapuolelta samannäköinen
- + mahdollista toteuttaa helposti myös elementteihin, joissa pitkät jännevälit
- + elementteihin saadaan varmasti riittävän suuret kaadot
- + luotettavin kaatojen toimivuuden kannalta
- kallis
- hidastaa elementtilinjastoa

6.1.2 Luontaiset kaadot

Valmistetaan kattoelementti normaaliin tapaan ja sijoitetaan kaivot elementtiin. Kaivot sijoitetaan keskeisesti runkopalkkeihin nähden, jolloin kattoelementtiin tulee luontainen taipuma ja kallistukset kaivoihin. Kun runkojako on pieni, jää luontaiset taipumatkin luonnollisesti pieniksi.



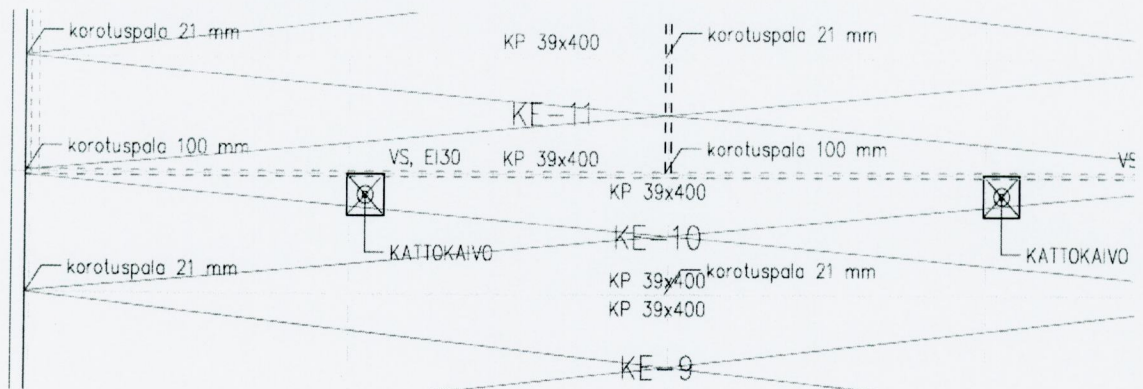
Kuva 6. Luotetaan elementin luontaiseen taipumaan.

Plusat ja miinukset:

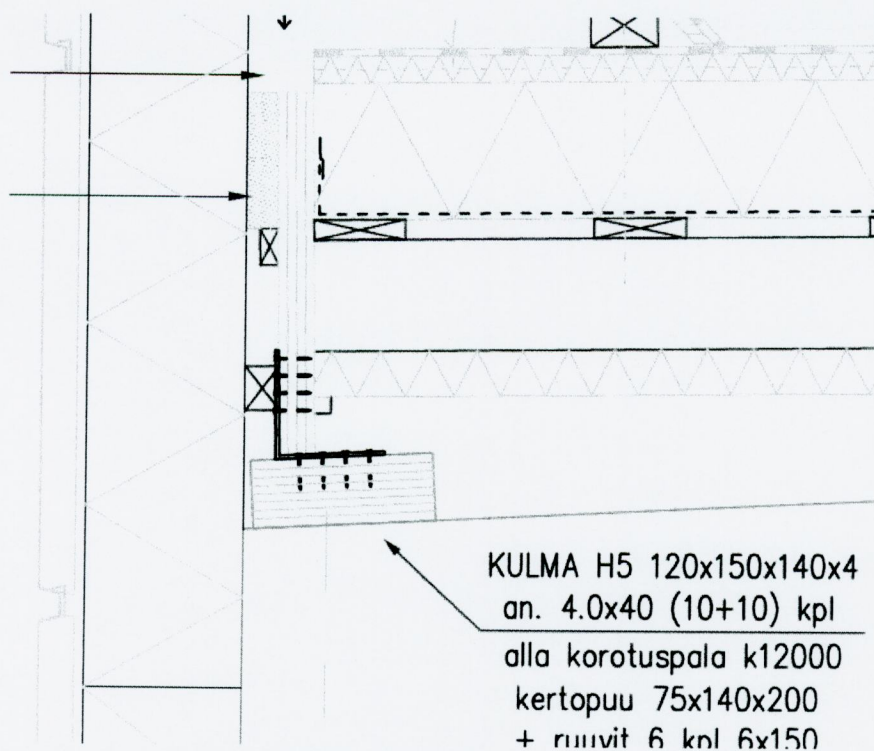
- + edullinen, koska elementtiin ei mitään ylimääräistä
- + yksinkertainen valmistaa
- pienet kaadot kaivoihin
- kaivosyvennyksen muotoilu erityisen tarkkaa
- ”lätäkkövaara” katolla, jos elementin kuormitus ei symmetrinen kaivoon nähden

6.1.3 Kaadot palkkien avulla

Valmistetaan kattoelementti normaaliin tapaan ja sijoitetaan kattokaivot elementtiin kohtisuoraa maata vasten. Tehdään joka toiseen palkkiin esikorotukset tai palkeista eri korkuisia, jolloin saadaan kaadot kaivoihin. Koska tässä vaihtoehdossa puututaan runkoon, vaaditaan suunnittelijoita tiivistä yhteistyötä tarpeeksi ajoissa ennen suunnitelmien valmistamista.



Kuva 7. Palkkien päällä olevien korotuspalojen avulla rakennettu kaadot kaivoille.



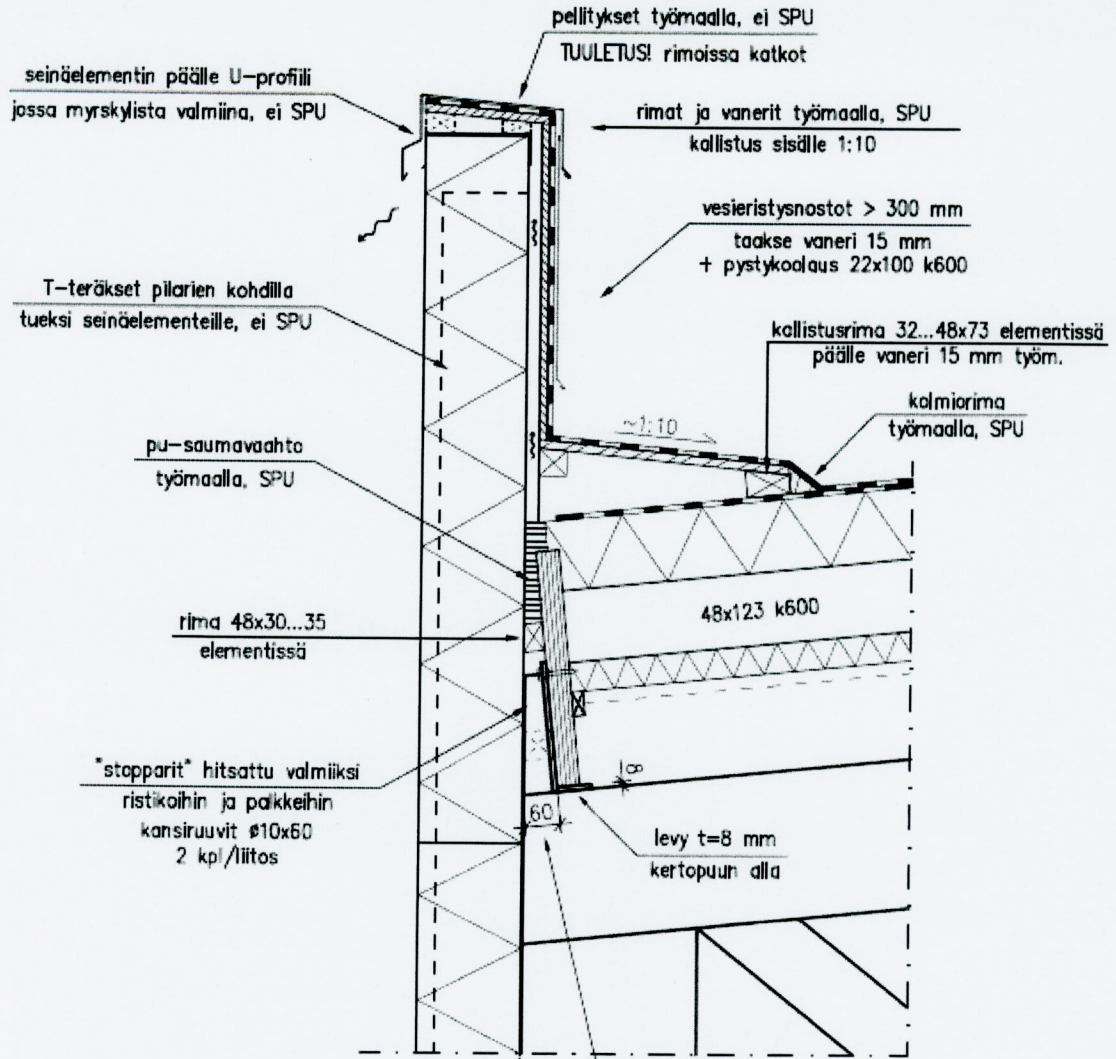
Kuva 8. Korotuspalat rungon päällä.

Plussat ja miinukset:

- + edullinen
- + ei hidasta elementtilinjastoa
- + elementit yksinkertaisia valmistaa
- arkkitehtoninen ulkonäkö katon alapinnassa poikkeaa muusta katosta huomattavasti
- suunnitelmiin on päästävä käsiksi ennen runkosuunnitelmien toteuttamista (kun pilarit eri pituisia)
- ei välttämättä siisti

6.1.4 Kaadot elementin päälle asennusvaiheessa

Kaadot kattokaivoihin voidaan rakentaa kattoelementtien päälle asennuksen jälkeen. Tällöin laitetaan kiilat kovavillasta tai muotoillaan kaadot siporex rouheesta elementin päälle ja suunnataan kaadot kaivoihin. Kaato alue voidaan tehdä myös puusta tai vanerista muotoilemalla.



Kuva 9. Vastakallistukset vanerin avulla työmaa-asennuksena.

Plussat ja miinukset:

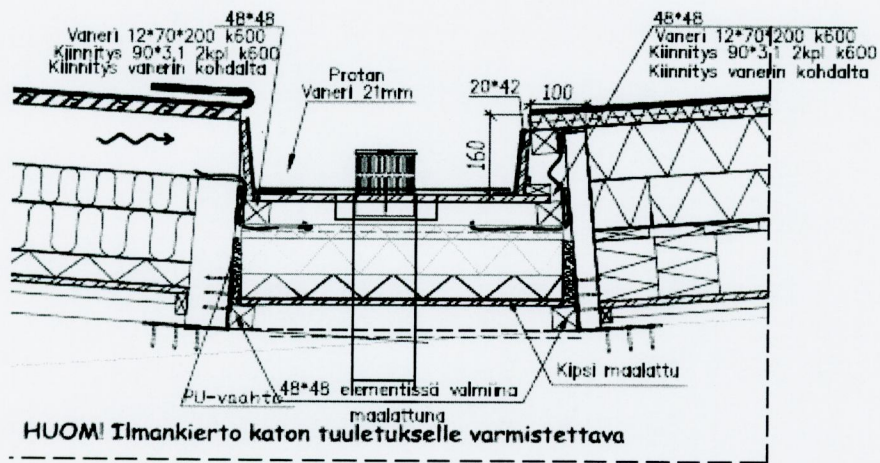
- + kaatojen toimivuus helppo tarkistaa pilari pituuksia säätämällä
- työmaa toteutus kallista
- lisää elementin painoa merkittävästi

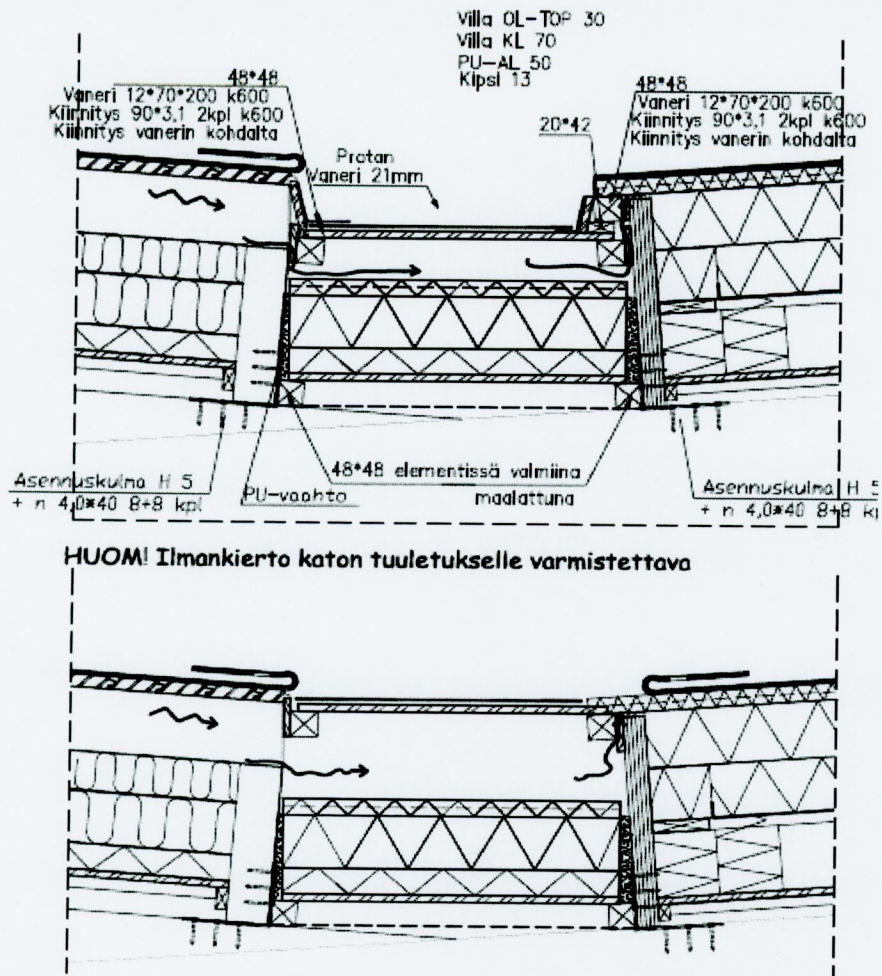
6.1.5 Koururakenne työmaalla

Jätetään kattoon tilaa erikseen rakennettaville kouruille, joihin kattokaivot sijoitetaan. Katto rakennetaan muuten elementeistä, mutta kattokaivolinjat paikalla rakennettuna. Kouruun rakennetaan kaatolinjat puiden 48*48 kiinnitettynä viereisiin elementteihin ylä- ja alareunaan. Kallistukset tuetaan vanerilla.

Plussat ja miinukset:

- + ei hidasta elementtilinjaa
- + elementti jakoon ei tule muutoksia (kaikki elementit vakio kokoisia)
- kallis
- rakenteet alttiina säävaihteluille
- hidas toteuttaa työmaalla
- työturvallisuus vaarantuu huomattavasti

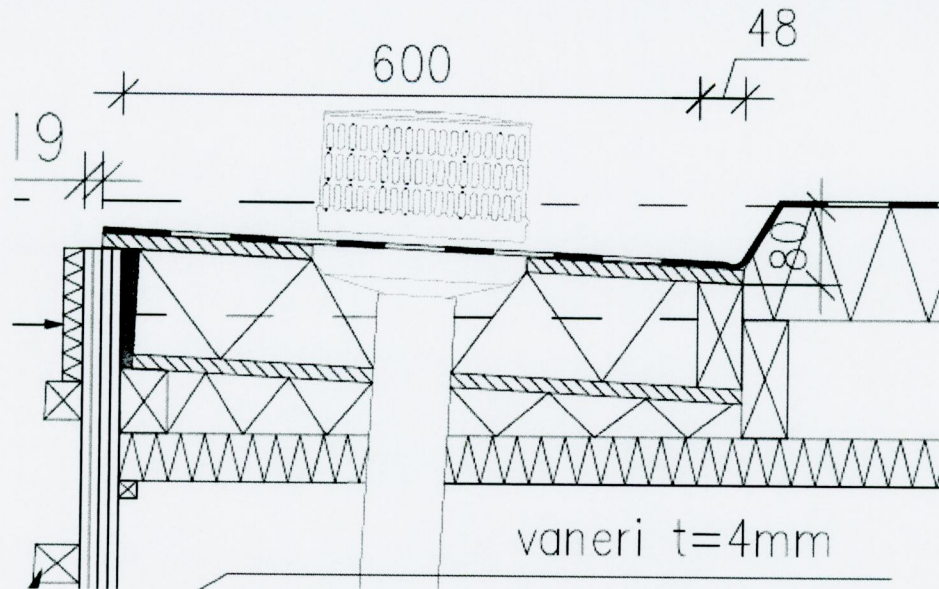




Kuva 10. Koururakenteen ajatusmaali.

6.2 Kaivon rakenne

Kattokaivon rakenteeseen vaikuttaa myös elementtityyppi. PU-elementeissä kaivon ympärille tehdään ”kakku”, johon kaivo on helppo asentaa. Tällöin rakenteena on vaneri 12mm, lämmöneristeenä polyuretaani levy 100-200mm ja vaneri 12mm. Kakku vaahdotetaan kiinni elementtiin ja vedeneristetään työmaalla. Kovavilla elementeissä höyrünsulku liitetään eurateksilla ja niin sanottu elementin tyhjä tila täytetään pehmeällä villalla. Näin halutaan varmistaa, että kaivo pysyy lämpöisenä, vaikka onkin kondenssieristetty. Tuulettuvassa kattoelementissä kaivo tuetaan vanerilla ja saumat saumataan polyuretaanivaahdolla. Tuulettustilaan pitää laittaa eriste, ettei synny kondenssiota tai kylmäsiltoja.



Kuva 11. Kaivo ja "kakku rakenne".

6.3 Vertailu

Sisäisen vedenpoiston järjestäminen kattoelementtiin vaikuttaa aina työ- ja materiaalikustannuksiin. Seuraavassa on selvennettyä kaivojen ja kaivorakenteiden rakentamisen hyötyjä ja haittoja elementtitehtaalla valmiiksi rakennettuna tai asentamista/rakentamista rakennustyömaalla.

6.3.1 Kaivot ja rakenteet linjastolla

Kun kaivot asennetaan linjastolla ja rakenteet elementtiin tehdään valmiiksi, tapahtuu rakentaminen aina säältä suojassa ja työnjohdon valvonnan alaisuudessa. Lisäksi tällöin voidaan kaikki ylijäämä materiaalit ottaa hyötykäyttöön seuraavassa kohteessa. Kuitenkin kaivorakenteet ja kaivojen asentaminen hidastaa linjastoa aina. Hidastavin työvaihe on vedeneristys, johon voi aina laskea 1 tunti per kaivo, jolloin pahimmassa tapauksessa muu linjasto seisoo.

Kun kaivot ovat valmiina elementeissä, vesi ohjautuu pois katolta, eikä ajaudu katon kautta seinille rakennusvaiheessa, jolloin voi syntyä välillisiä haittoja.

6.3.2 Kaivot ja rakenteet rakennustyömaalla

Rakennustyömaalla olosuhteet voivat olla epävakaita, joka sekä hidastaa työtä että voi aiheuttaa rakenteisiin vahinkoja, joita ei edes huomata rakennusvaiheessa. Lisäksi työkustannukset ovat aina suuremmat rakennustyömaalla kuin elementtilinjastolla. Lisäksi materiaalikustannukset ovat suuremmat, koska yleensä ylimääräisiä materiaaleja ei saada hyötykäyttöön tai jos materiaalit loppuvat kesken, kustantaa niiden toimittaminen huomattavasti.

7 YHTEENVETO

Rakennusprojekteissa usein ratkaisevana seikkana ovat kustannukset. Edellisten kattoelementtirakenteeseen toteutettavien sisäisen vedenpoistoratkaisujen vertailun jälkeen voidaan todeta, että kustannukset kasvavat aina mitä enemmän joudutaan paikalla rakennettuna tekemään rakennustyömaalla. Niinpä voidaan todeta, että elementtien kaivot ja kaivorakenteet on kustannustehokkainta valmistaa elementtilinjastolla. Tällöin myös rakennustyömaa etenee nopeammin, eikä synny välillisiä vahinkoja rakenteisiin esimerkiksi sääolosuhteista johtuen. Ehdottomasti kallein sisäisen vedenpoiston ratkaisu on koururakenteen toteutus paikalla rakennettuna ja toisaalta edullisin on luonnollisen kaadon systeemi, joissa kaadot voivat helposti epäonnistua. Toteutetussa rakennuskohteessa käytettiin koururakennetta, jolla varmistettiin suurhallin kaatojen toimivuus ja mahdollistettiin vakioelementtien maksimaalinen käyttö.

Aina tulisi kuitenkin saada rakenteelle toimintavarmuus, sillä jos jälkeinpäin joudutaan korjaamaan rakennetta tai kaatoja, menettää aikaisemmat säästöt valmistuksessa merkityksensä ja kustannukset nousevat huomattavasti.

Voidaan myös todeta, että sisäisen vedenpoiston ratkaisut kattoelementtirakenteessa pitää aina punnita tapauskohtaisesti. Ratkaisuihin vaikuttaa kohteen aikataulu, suunnittelijoiden yhteistyö ja kustannukset. Tärkeintä on päästä käsiksi suunnitelmiin mahdollisimman aikaisin, jolloin sisäisen vedenpoiston pystyy suunnittelemaan punnitsemalla kaikki vaihtoehdot läpi ja usein näin syntyy myös kustannustehokkain vaihtoehto.

LÄHTEET

RIL 107-2000 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2000. 66-67s.

RT- kortisto, RT N-36974 Muovikatteet. Rakennustieto Oy, 2005. 1s.

RIL 201-1-2008 Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2008. 24s.

RIL 205-1-2007 Puurakenteiden suunnitteluohje. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2008. 50s.

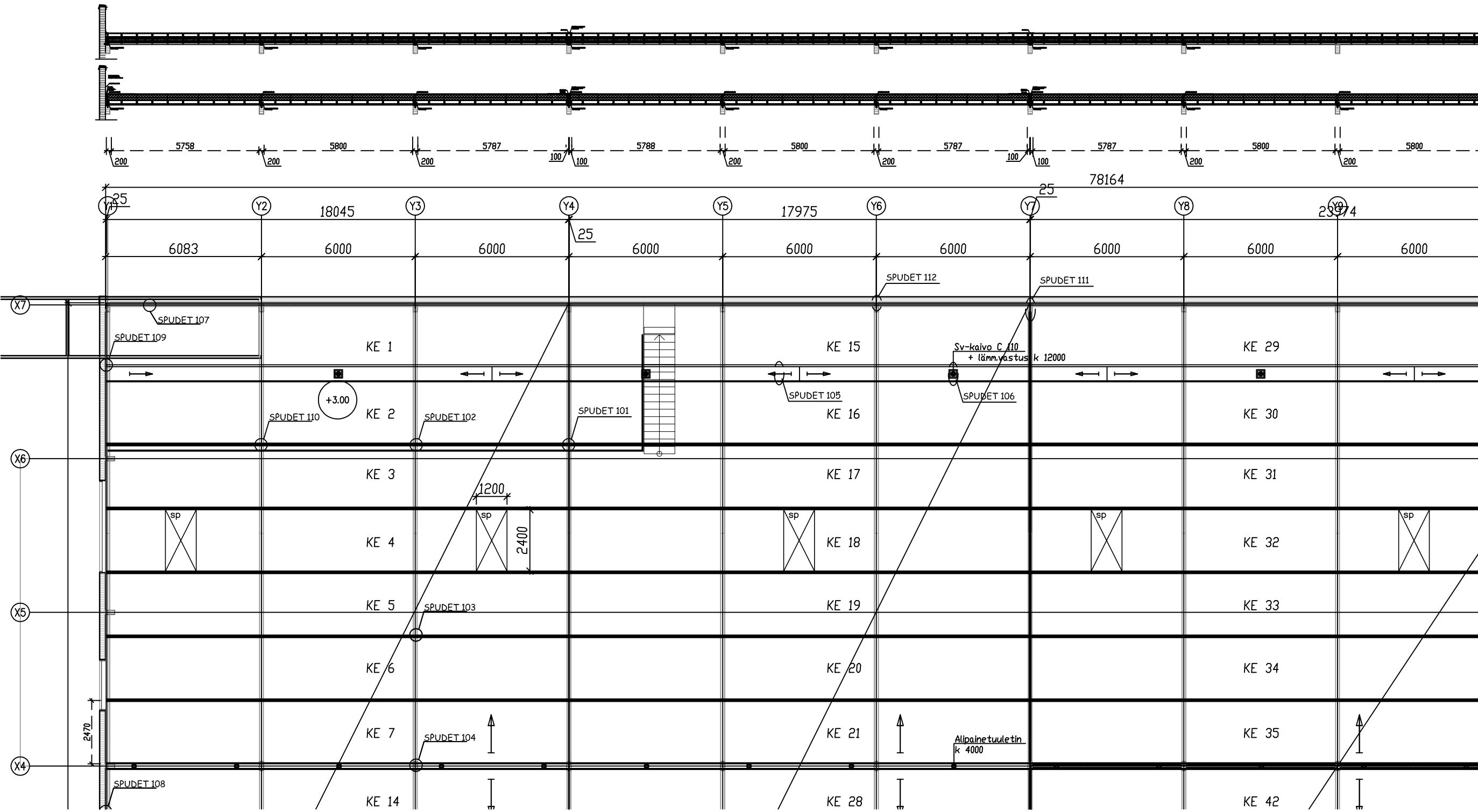
SFS-EN 1995-1-1+AC Eurokoodi 5 puurakenteiden suunnitteluohje. Suomen Standarsoimisliitto SFS 2006.

RIL 205-2-2007 Puurakenteiden suunnitteluohje. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2007. 24s.

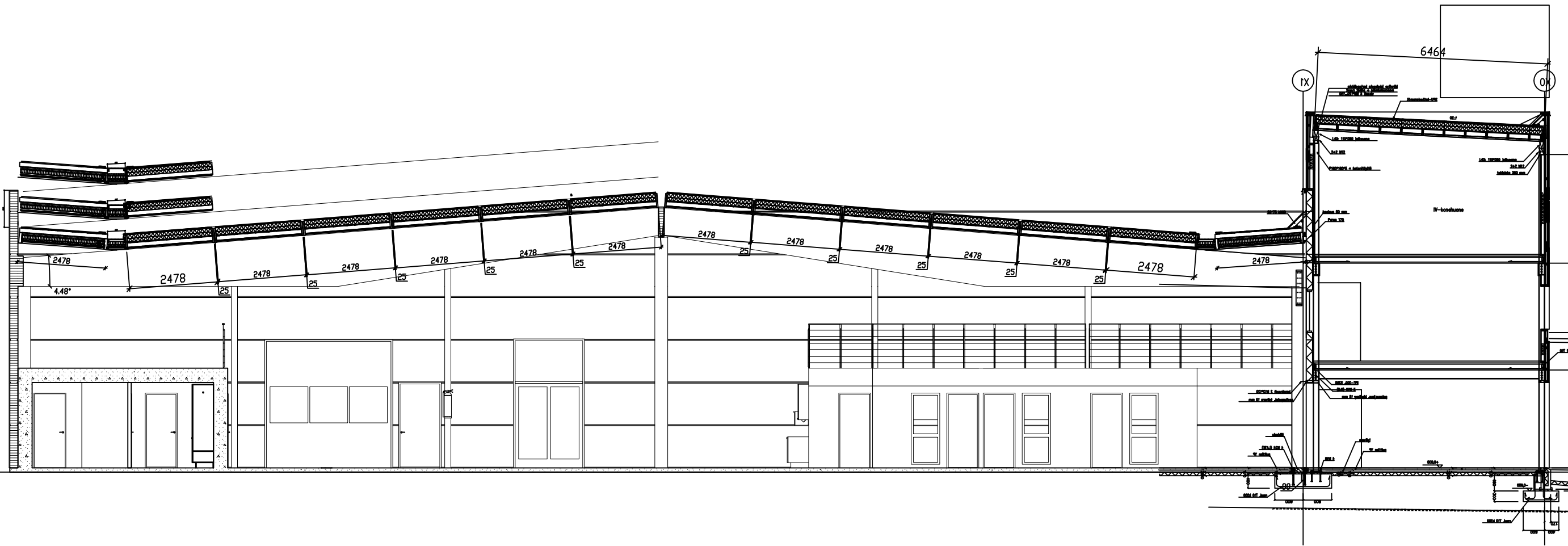
Suomen rakentamismääräyskokoelma, C3 Rakennuksen lämmöneristys. Ympäristöministeriö, 2007. s.

Suomen rakentamismääräyskokoelma, D1 Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteisto. Ympäristöministeriö, 2007. s.

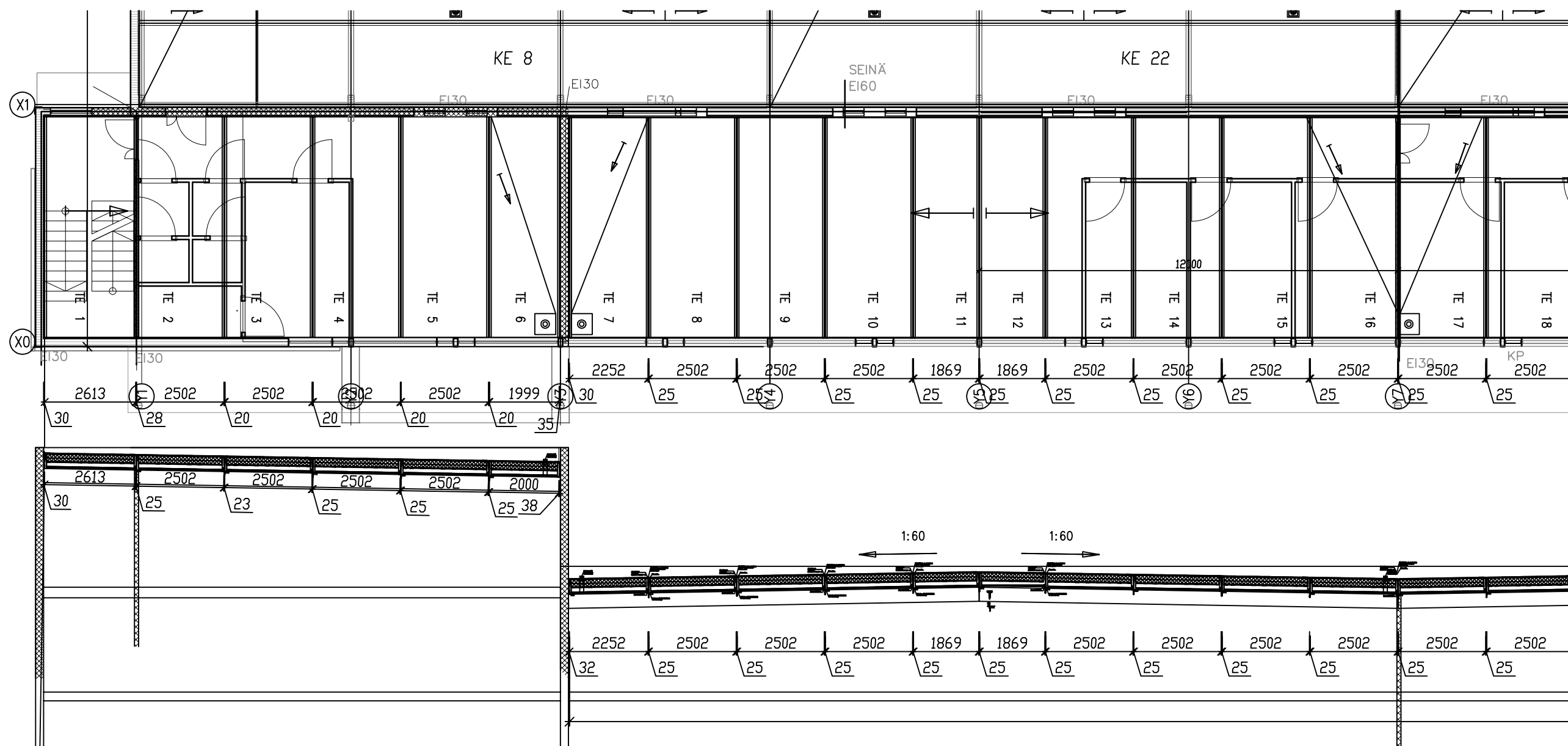
RT- kortisto, RT X37-37292 Kattokaivot. Rakennustieto Oy, 2007. 2s.



K.osa/Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/Rn:o	Viranomaisen arkistointimerkintöjä varten		
Rakennustoimenpide Uudisrakennus		Piiustuslaji Rakennepiiustus		Juoks. n:o	
Rakennuskohteen nimi ja osoite KOY KIILLEKIVI		Piiustuksen sisältö Kaavio		Mittakaava 1:400	
SPUSYSTEMS! Sillanpäänkatu 20 38700 Kankaanpää puh. 02-572770 fax 02-5727723 www.spu.fi		Päiväys 19.06.2008	Suunnitteluala RAK	Työn ja piirust. numero	Muutos
		Suunn. K.Luukkainen Hyväksyjä J.Lepistö			



K.osa/Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/Rn:o	Viranomaisen arkistointimerkintöjensä varten		
Rakennustoimenpide	Uudisrakennus		Piirustuslaji	Juoks. n:o	
Rakennuskohteen nimi ja osoite	KDY KIILLEKIVI		Piirustuksen sisältö	Mittakaava	
			Leikkaus	1:400	
SPUSYSTEMS! Sillanpäänkatu 20 38700 Kankaanpää puh. 02-572770 fax 02-5727723 www.spu.fi	Päiväys 19.06.2008 Suunn. K.Luukkainen Hyväksyjä J.Lepistö	Suunnitteluala	Työn ja piirust. numero	Muutos	
		RAK			



K.osa/Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/Rn:o	Viranomaisen arkistointimerkintää varten		
Rakennustoimenpide Uudisrakennus		Piiirustuslaji Rakennepiiirustus			Juoks. n:o
Rakennuskohteen nimi ja osoite KOY KIILLEKIVI toimisto-osa		Piiirustuksen sisältö Kaavio			Mittakaava 1:400
SPUSYSTEMS! Sillanpäänkatu 20 38700 Kankaanpää puh. 02-572770 fax 02-5727723 www.spu.fi		Päiväys 19.06.2008 Suunn. K.Luukkainen Hyväksyjä J.Lepistö	Suunnitteluala RAK	Työn ja piirust. numero	Muutos

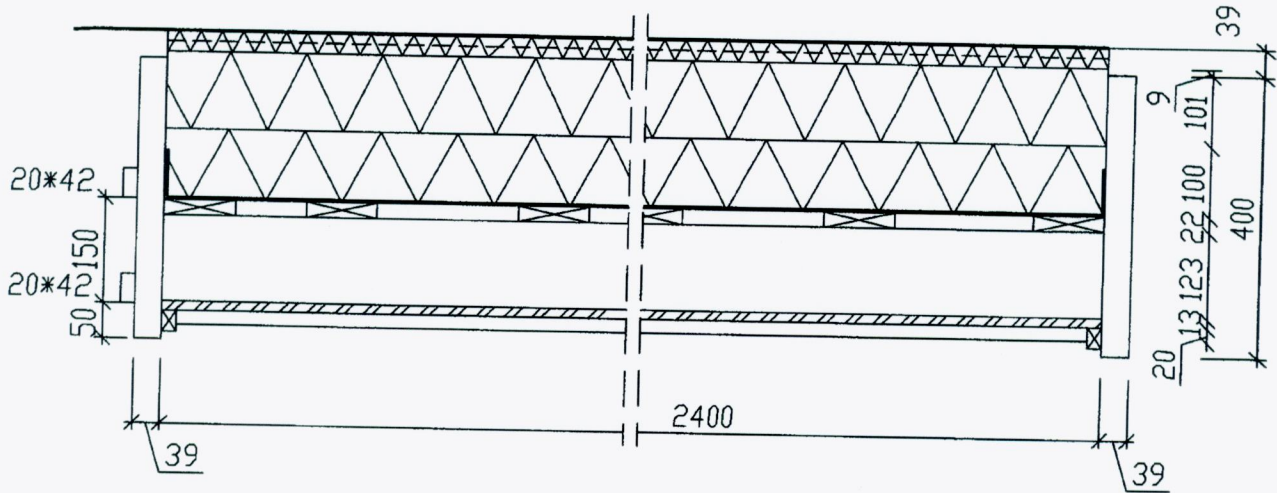
Kasa/Kyla	Kortteli/Tila	Tontti/Rno	Viranomaisen arkistointimerkintöjä varten		
Rakennustoimenpide Uudisrakennus			Piirustuslaji Rakennepiirustus	Juoks. n:o	
Rakennuskohteen nimi ja osoite KOY KIILLEKIVI			Piirustuksen sisältö SPU-detallit	Mittakaava 1:10	
SPUSYSTEMS! Sillanpäänkatu 20 38700 Kancaanpää puh. 02-572770 fax 02-5727723 www.spu.fi		Päiväys 19.06.2008	Suunnitteluala RAK	Työn ja piirust. numero	Muutos
		Suunn. K. Luukkainen Hyväksyjä J. Lepistö			

SPUSYSTEMS

Sillanpääkatu 20, 38700 Kankaanpää
p. 02-572 770 f. 02-572 7723 www.spu.fi

KATTOELEMENTTILEIKKAUS

1:10



- 1 Protan SE 3/1,2 tummanharmaa
- 2 Uritettu kovavillakattolevy OL-K-TOP 30 mm
- 3 Mineraalivilla OL-P yht. 210 mm
- 4 Yhtenäinen höyrysulku
- 5 Harvalaudoitus
- 6 Välipalkki
- 7 Kipsilevy 13 mm
- 8 Verhouslevyn kiinnityslistat
- 9 Kertopuu

LÄMMÖNLÄPÄISYKERROIN: 0,15 W/m² K

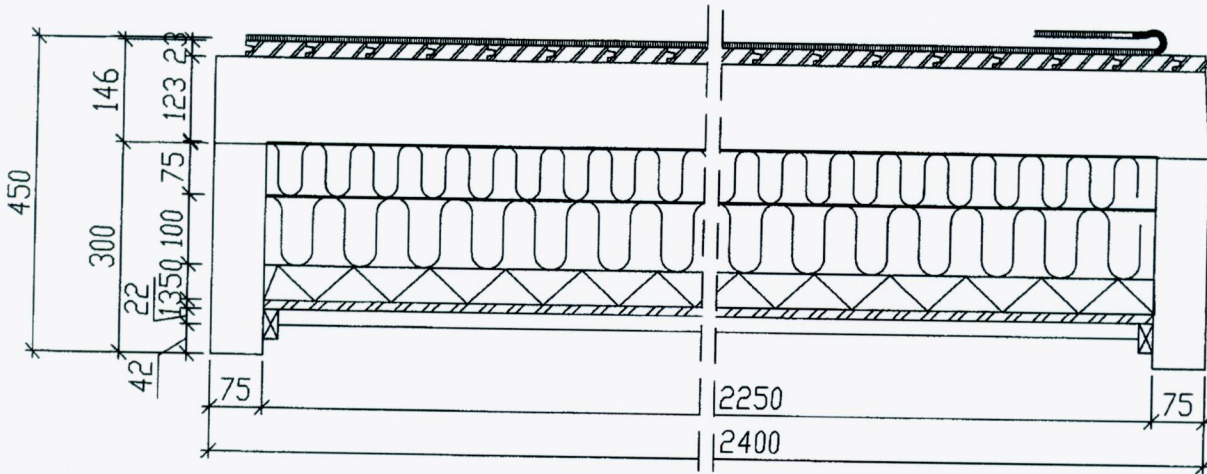
Näkyvät alapinnat maalaus

SPUSYSTEMS

Sillanpääkatu 20, 38700 Kankaanpää
p. 02-572 770 f. 02-572 7723 www.spu.fi

KATTOELEMENTTILEIKKAUS

1:10



- 1 Protan SE 3/1,2 tummanharmaa
- 2 Rimoitus 22*100
- 3 Yläpalkki 48*123
- 4 Tuulensuoja, Tyvek
- 5 Mineraalivilla KT 75 mm
- 6 Mineraalivilla KL 100 mm
- 7 Välipalkki 48*98
- 8 PU-AL 50mm
- 9 Kipsilevy 13 mm
- 10 Verhouslevyn kiinnityslistat
- 11 Kertopuu

LÄMMÖNLÄPÄISYKERROIN: 0,15 W/m² K

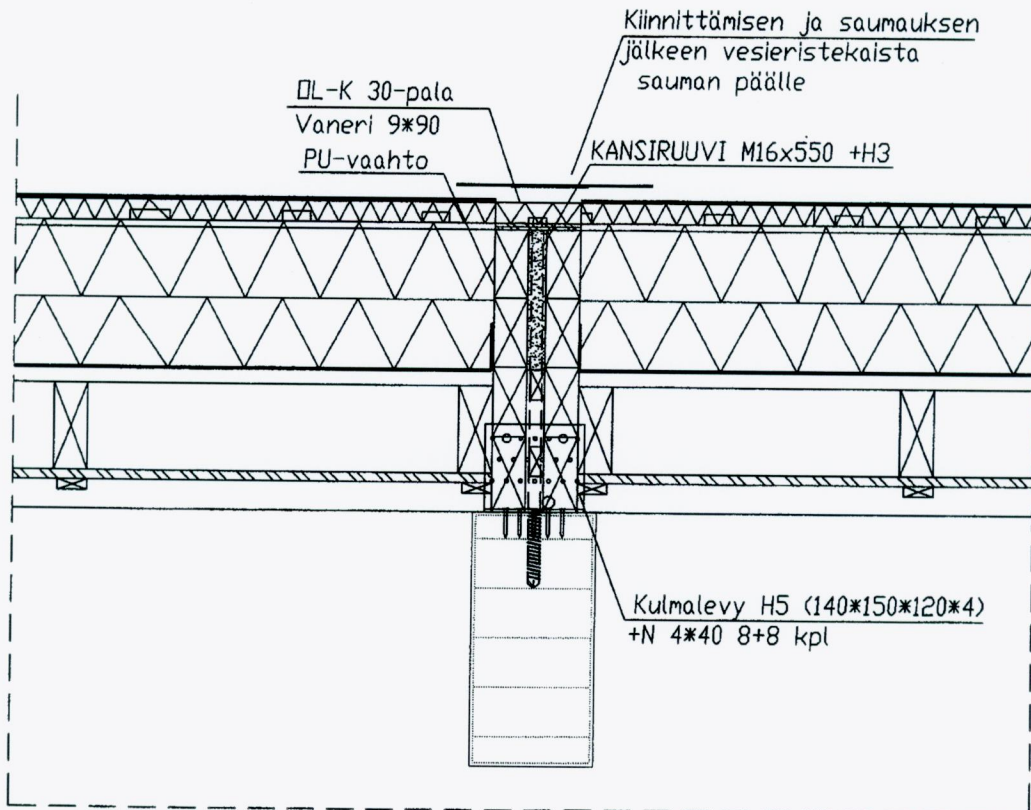
Näkyvät alapinnat maalaus

SPUSYSTEMS

Sillanpääkatu 20, 38700 Kankaanpää
p. 02-572 770 f. 02-572 7723 www.spu.fi

DET 101

1:10

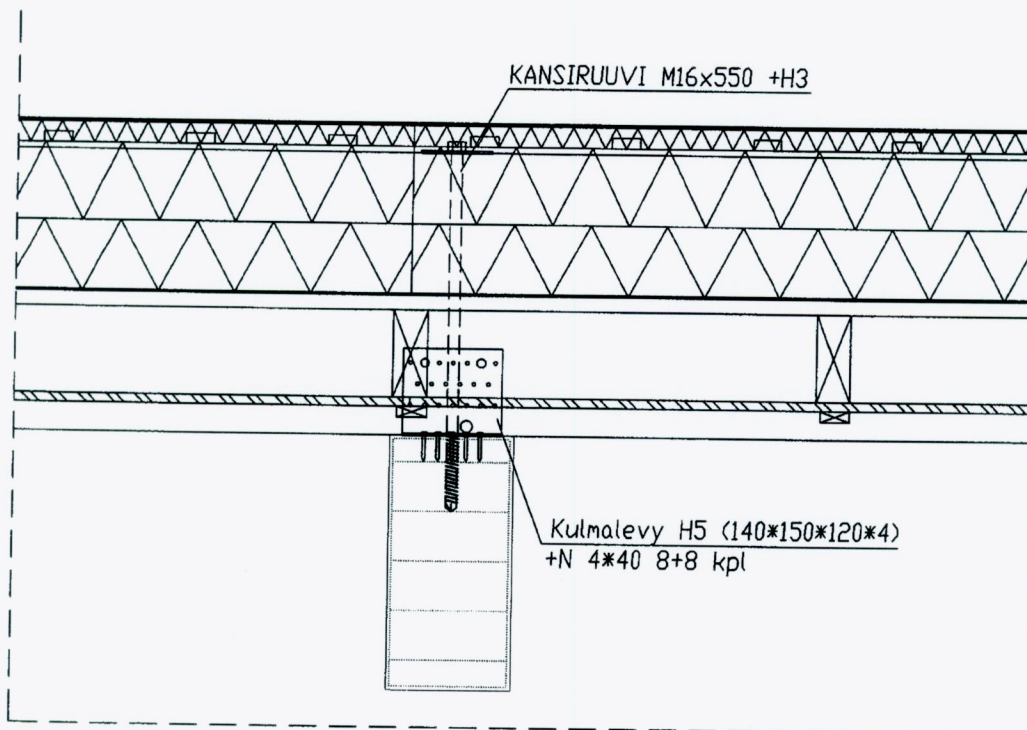


SPUSYSTEMS

Sillanpääkatu 20, 38700 Kankaanpää
p. 02-572 770 f. 02-572 7723 www.spu.fi

DET 102

1:10

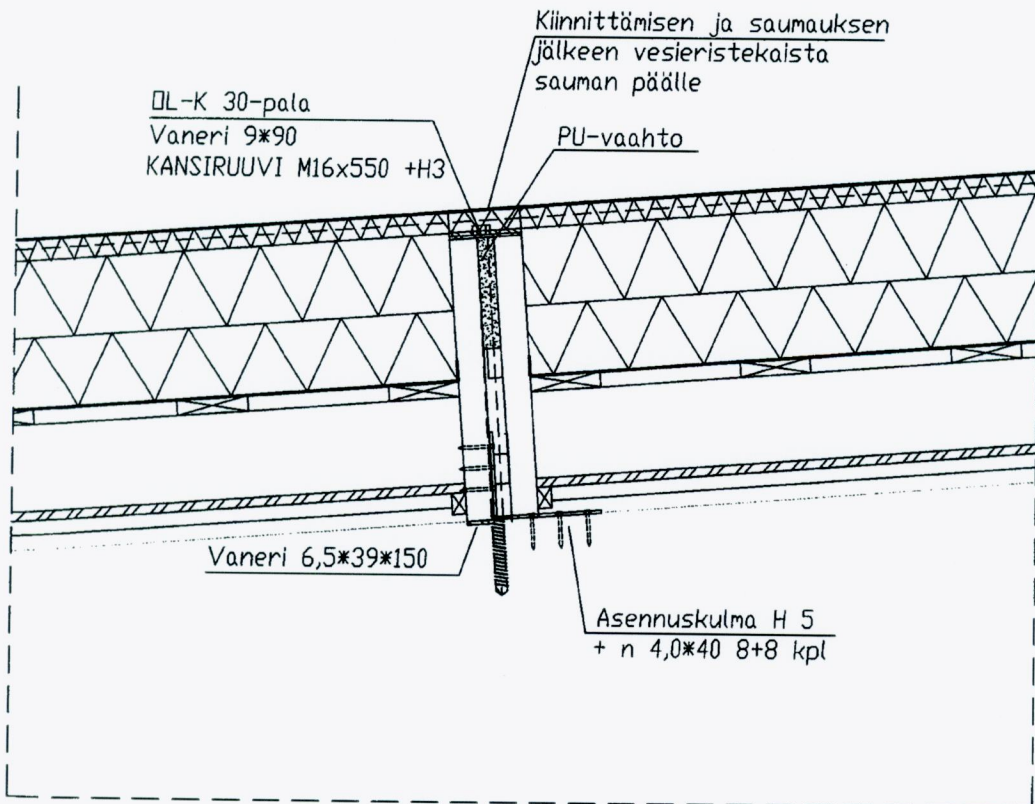


SPUSYSTEMS

Sillanpäänkatu 20, 38700 Kankaanpää
p. 02-572 770 f. 02-572 7723 www.spu.fi

DET 103

1:10



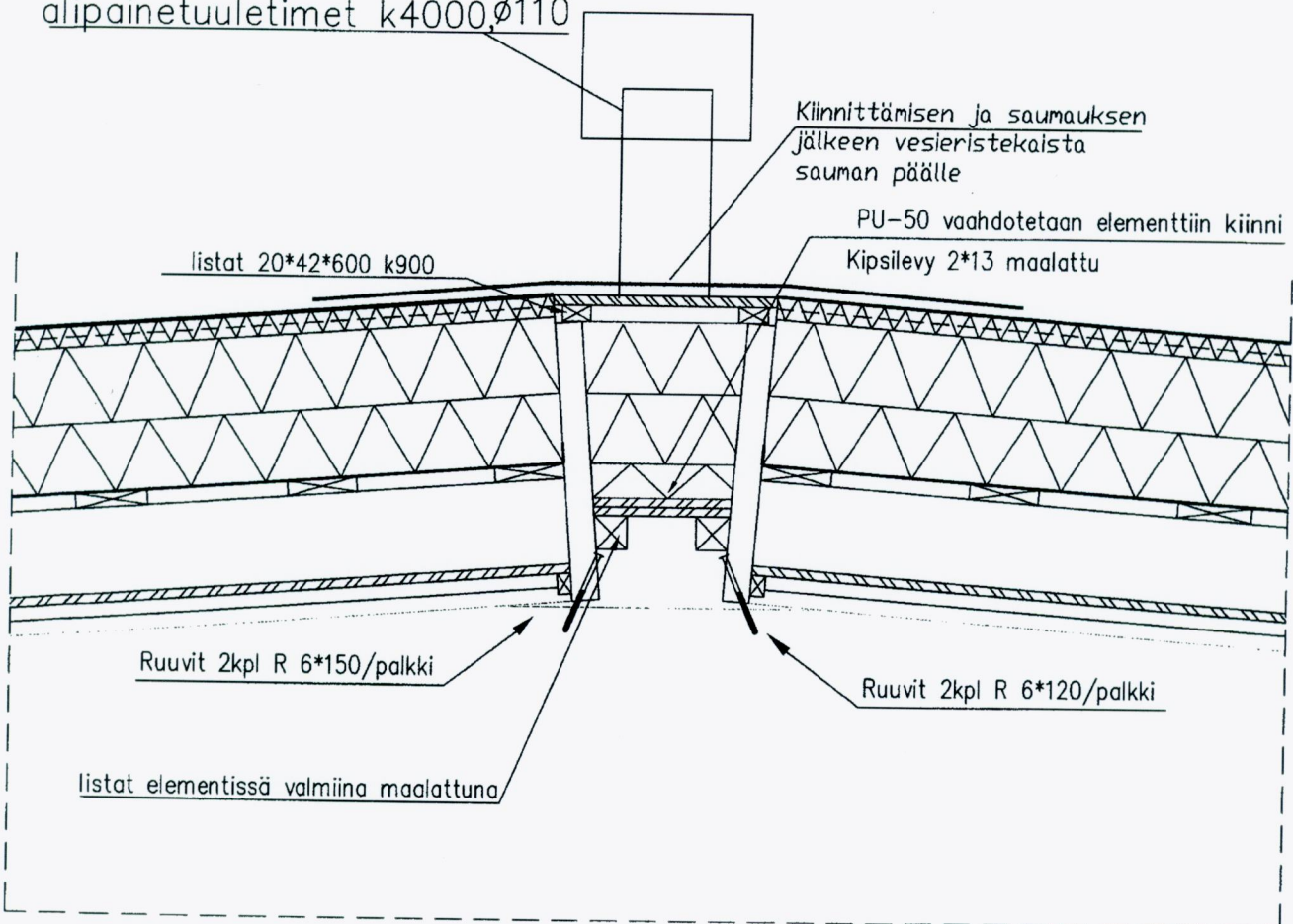
SPUSYSTEMS

Sillanpäänkatu 20, 38700 Kankaanpää
p. 02-572 770 f. 02-572 7723 www.spu.fi

DET 104

1:10

alipainetuuletimet k4000,Ø110



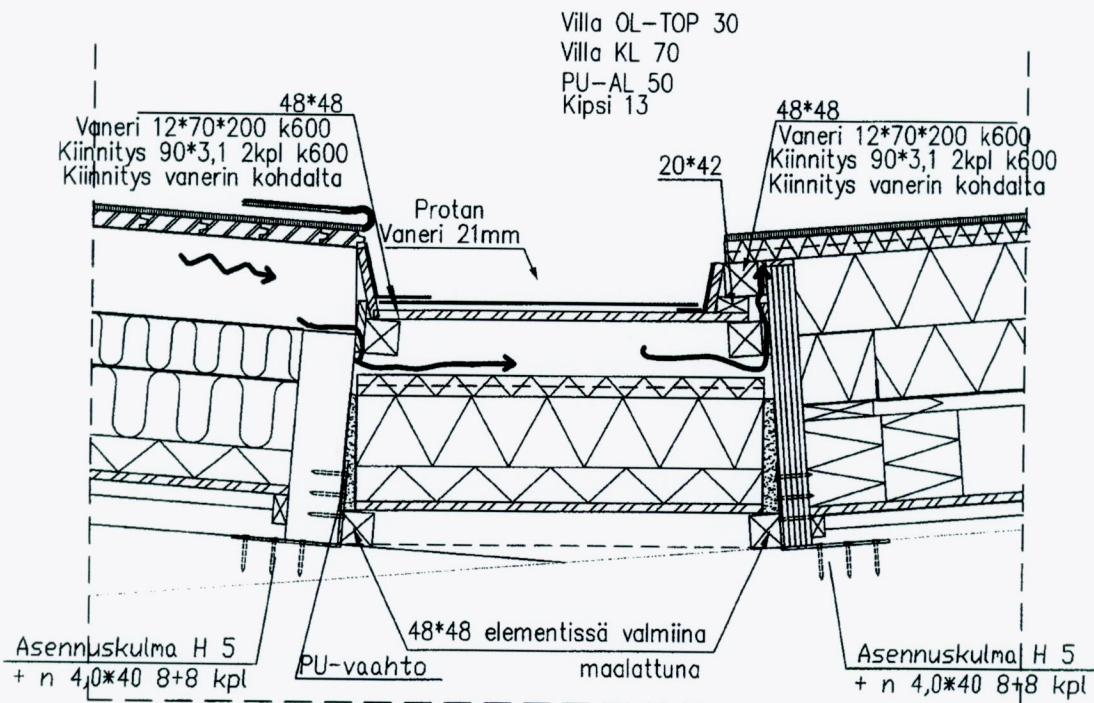
SPUSYSTEMS

Sillanpääkatu 20, 38700 Kankaanpää
p. 02-572 770 f. 02-572 7723 www.spu.fi

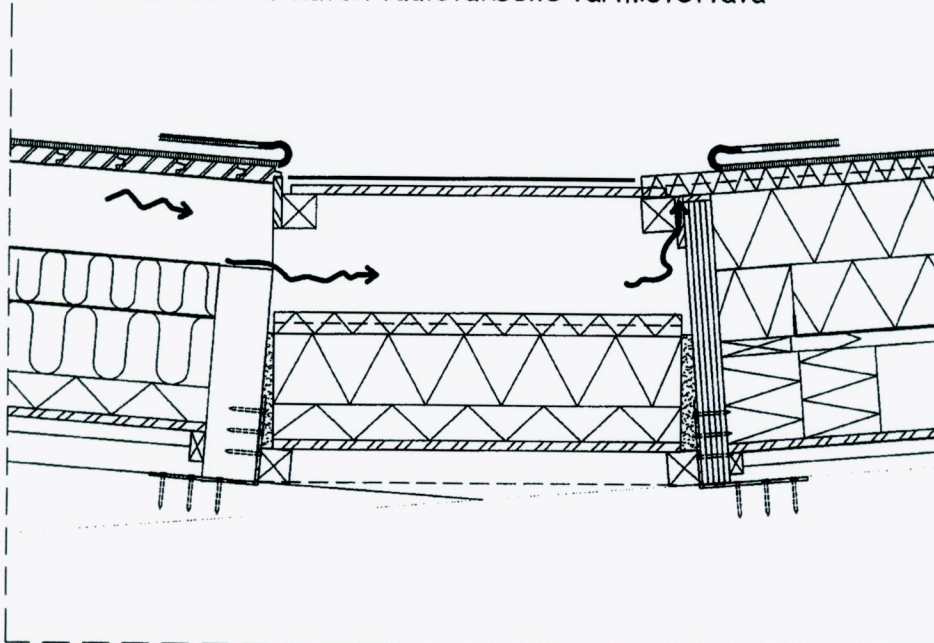
DET 105

1:10

KOURU PAIKALLA TEHTYNÄ TYÖMAALLA



HUOM! Ilmankierto katon tuuletukselle varmistettava

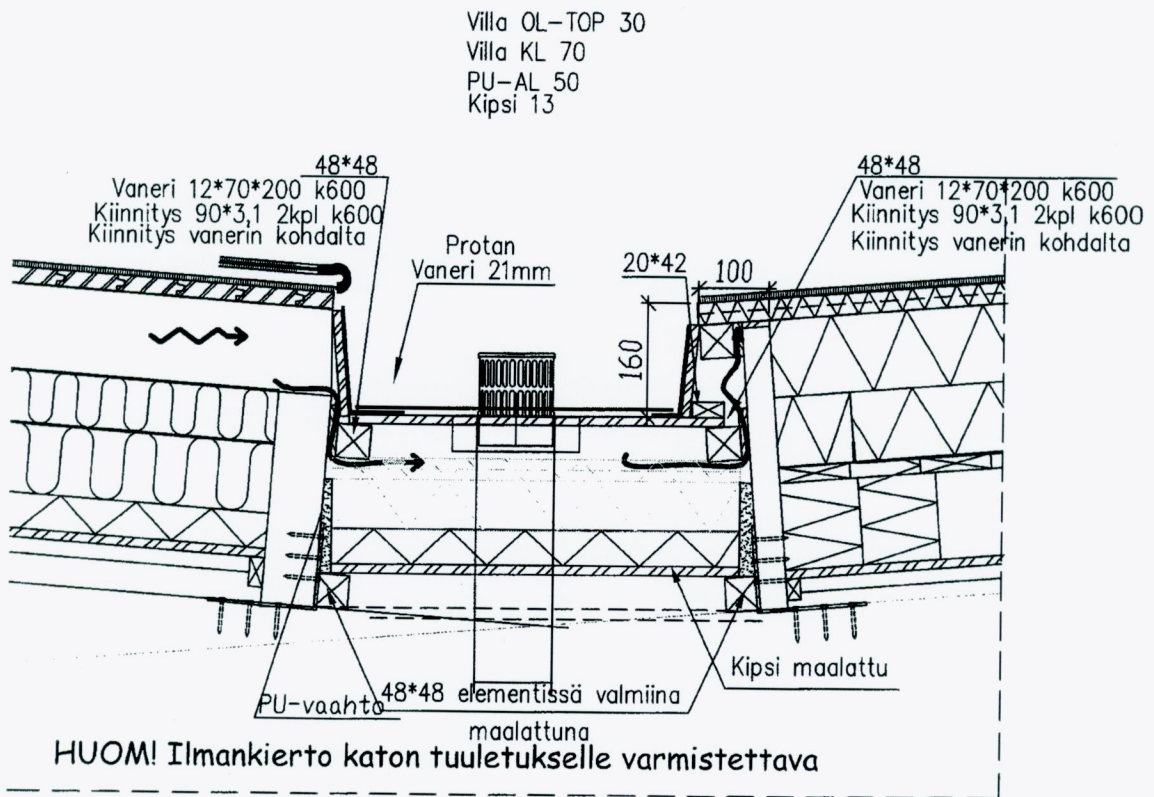


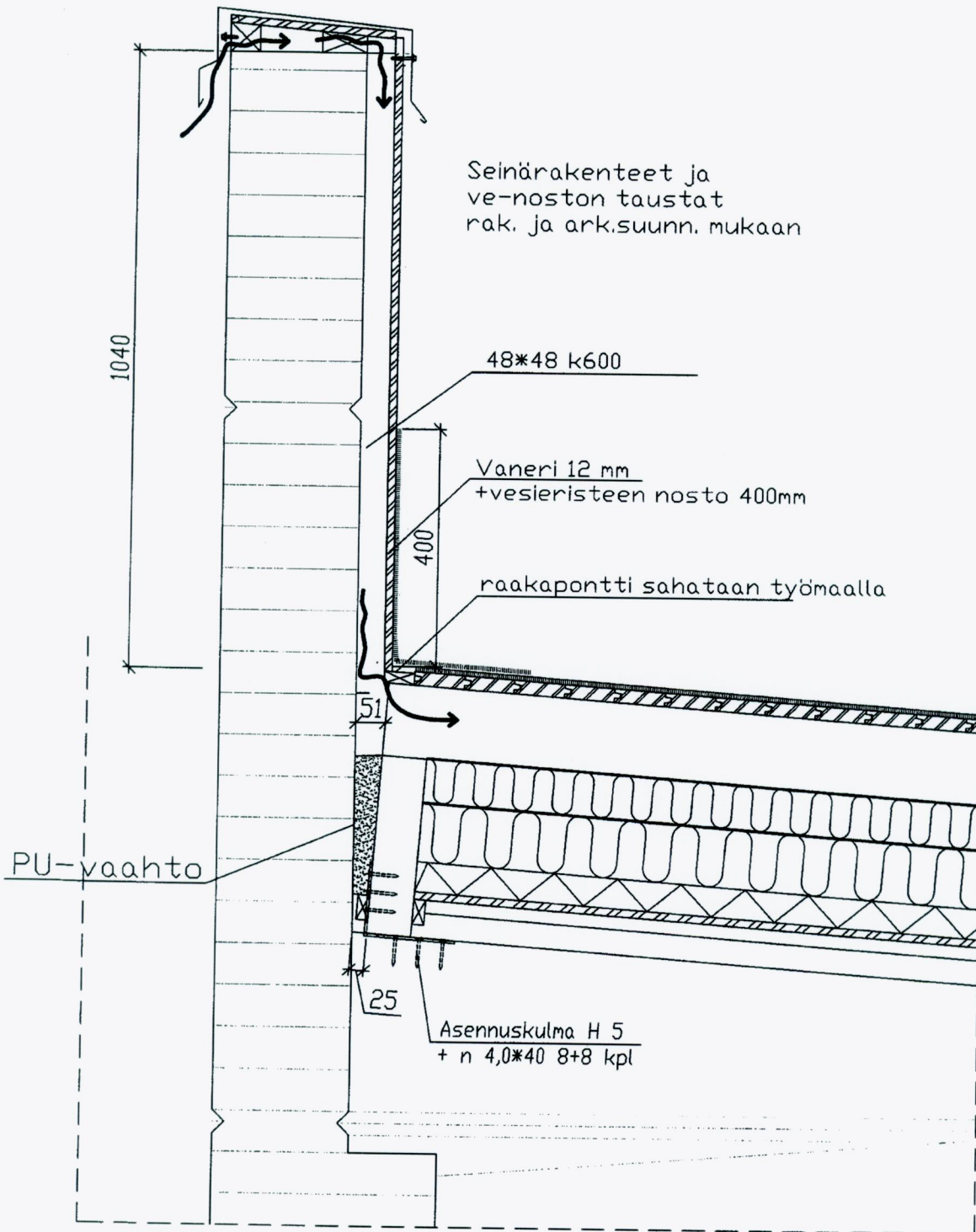
SPUSYSTEMS

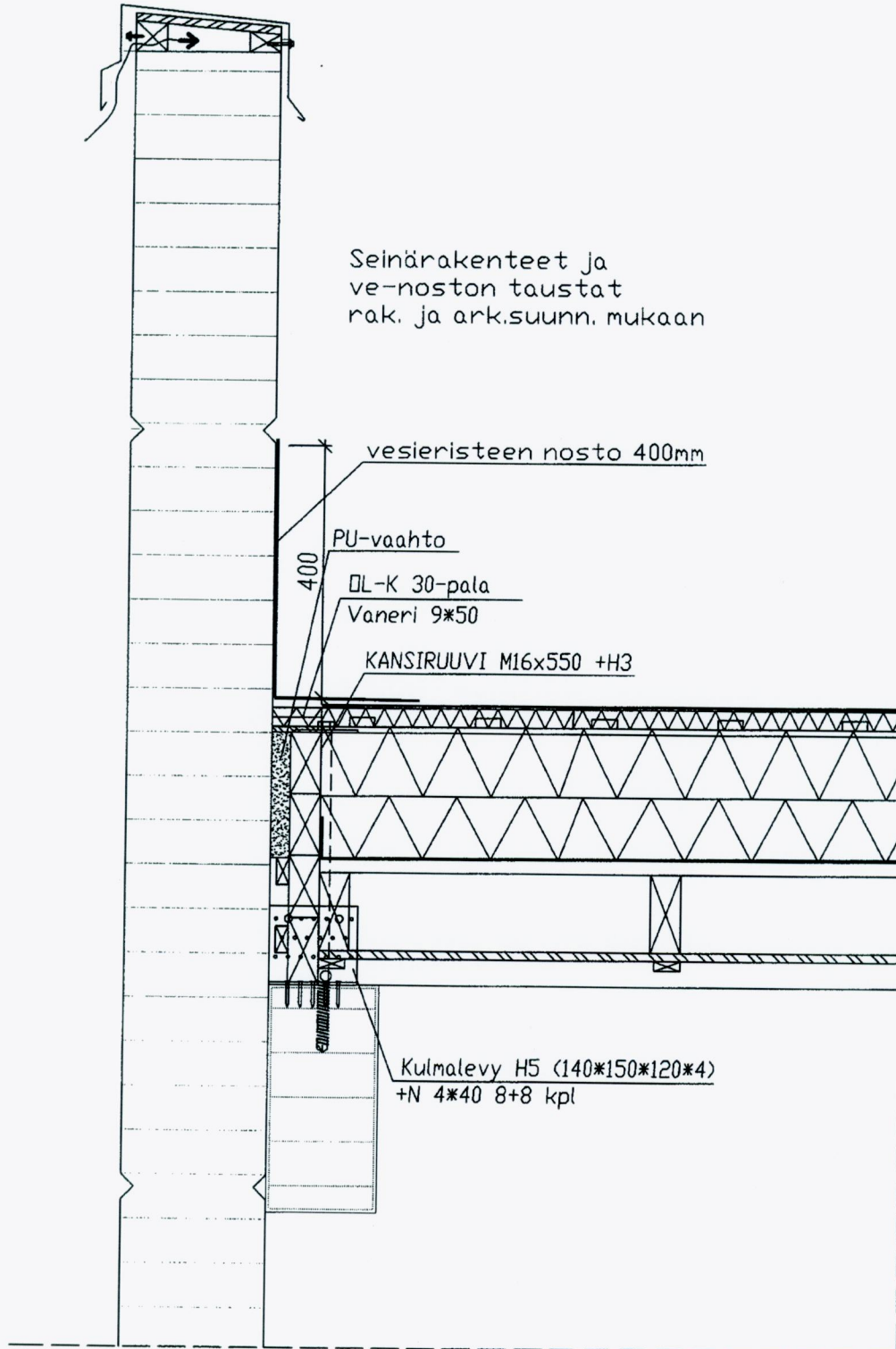
Sillanpääkatu 20, 38700 Kankaanpää
p. 02-572 770 f. 02-572 7723 www.spu.fi

DET 106

KOURU PAIKALLA TEHTYNÄ TYÖMAALLA





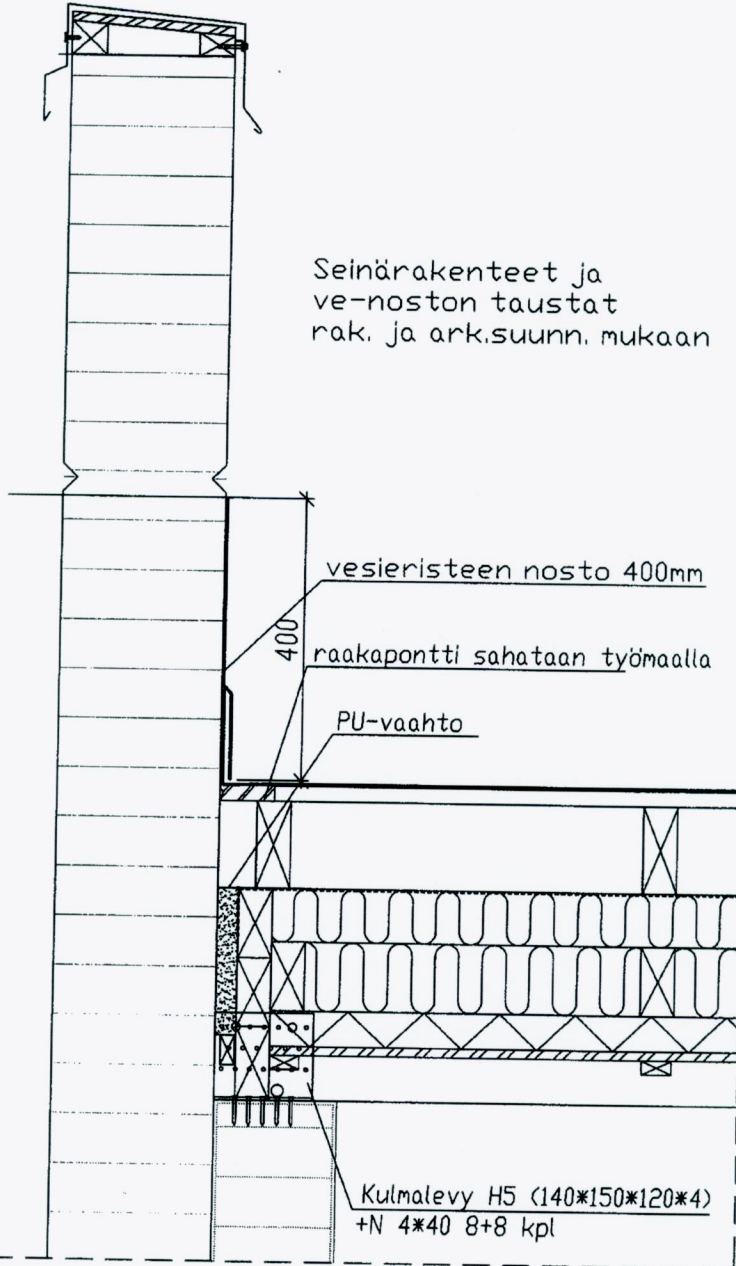


SPUSYSTEMS

Sillanpäänkatu 20, 38700 Kankaanpää
p. 02-572 770 f. 02-572 7723 www.spu.fi

DET 109

1:10

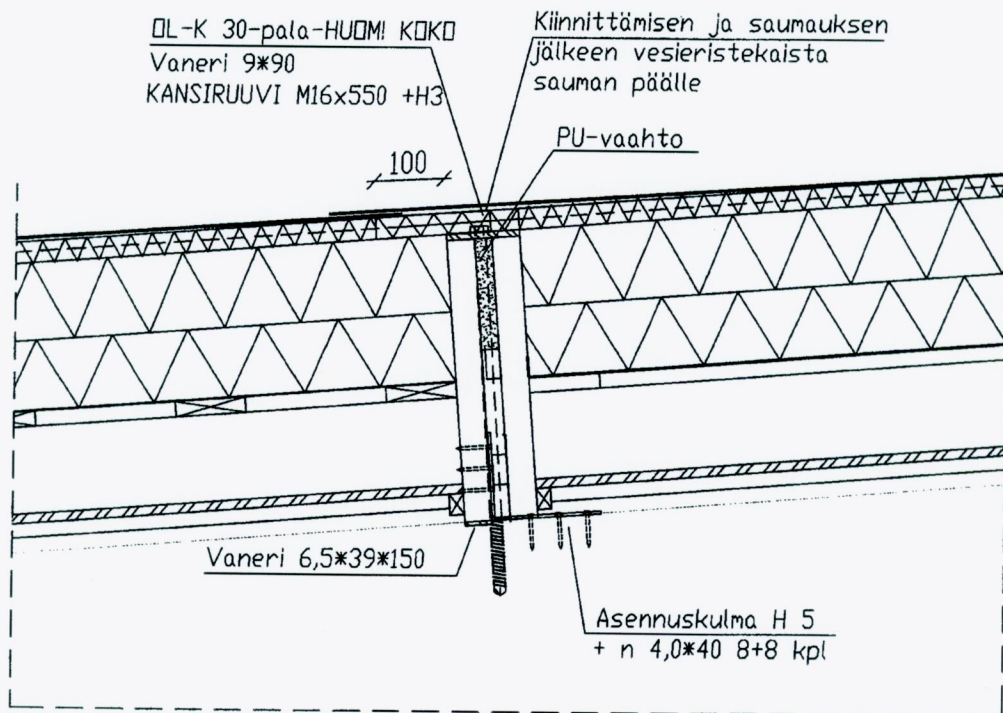


SPUSYSTEMS

Sillanpääkatu 20, 38700 Kankaanpää
p. 02-572 770 f. 02-572 7723 www.spu.fi

DET 110

1:10

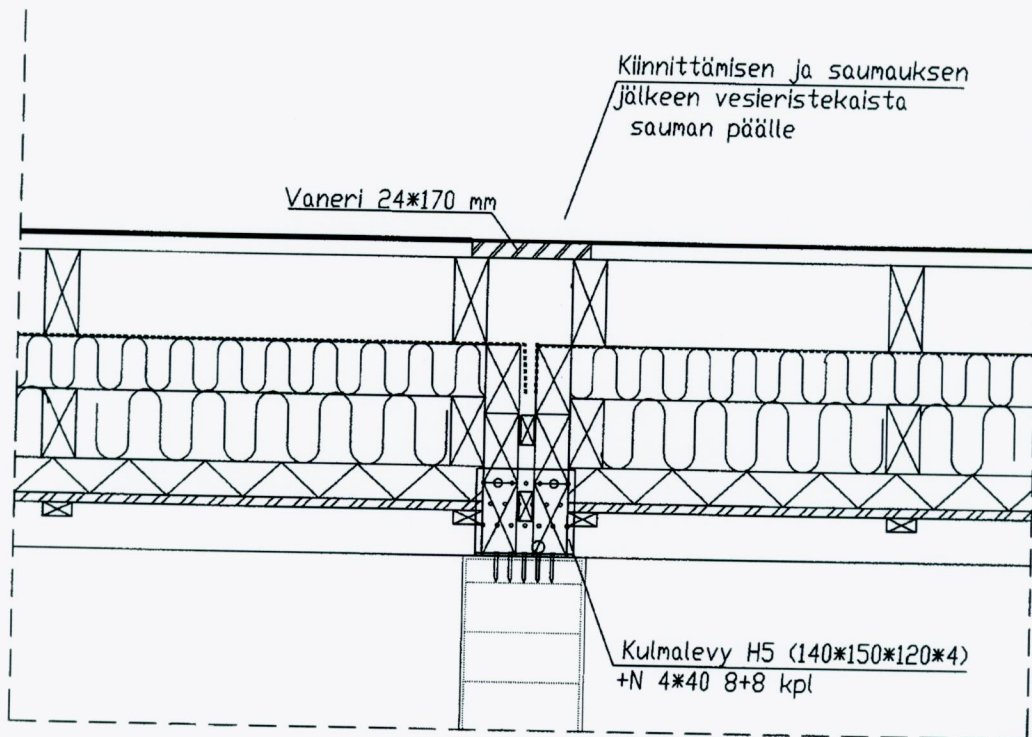


SPUSYSTEMS

Sillanpääkatu 20, 38700 Kankaanpää
p. 02-572 770 f. 02-572 7723 www.spu.fi

DET 111

1:10

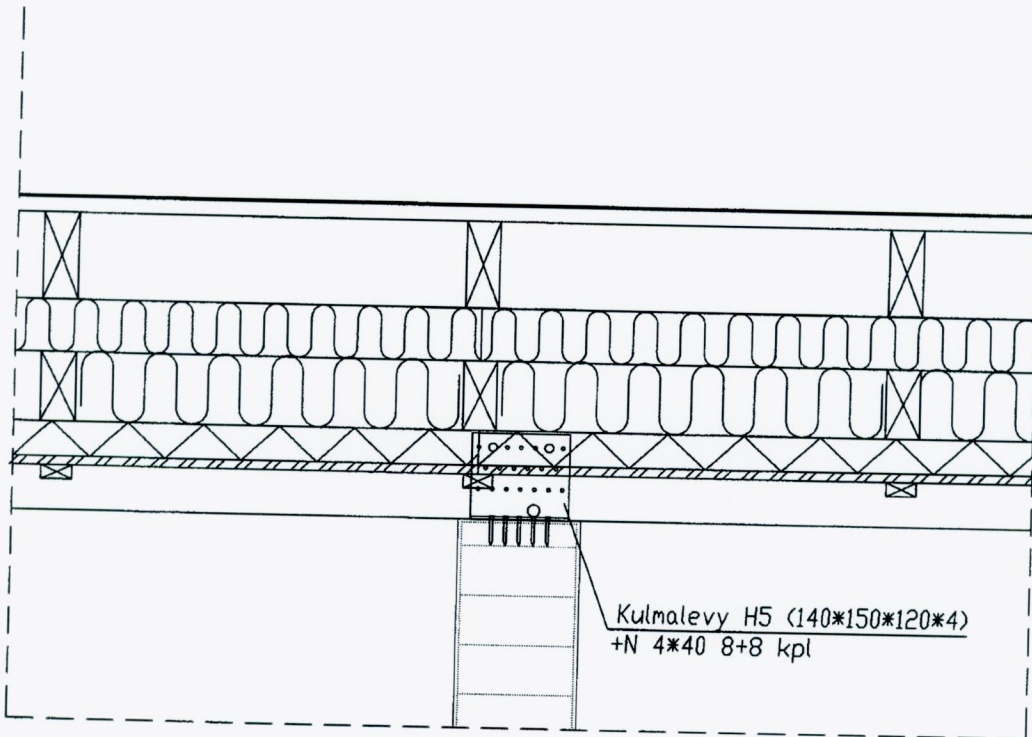


SPUSYSTEMS

Sillanpääkatu 20, 38700 Kankaanpää
p. 02-572 770 f. 02-572 7723 www.spu.fi

DET 112

1:10



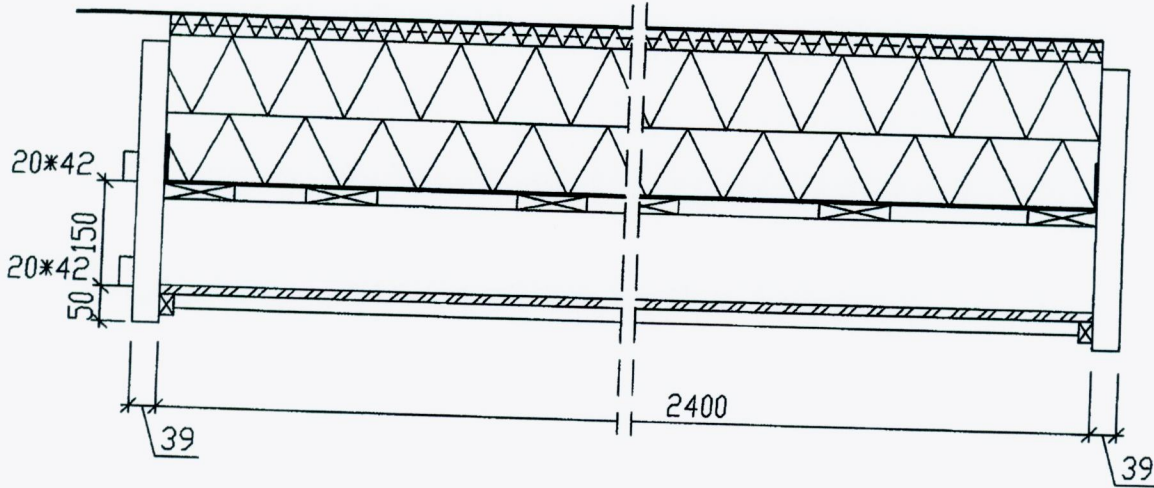
K.osa/Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/Rn:o	Viranomaisen arkistointimerkintöjä varten		
Rakennustoimenpide Uudisrakennus			Piirustuslaji Rakennepiirustus		Juoks. n:o
Rakennuskohteen nimi ja osoite KOY KIILLEKIVI toimisto-osa			Piirustuksen sisältö SPU-detaalit		Mittakaava 1:10
SPUSYSTEMS! Sillanpäänkatu 20 38700 Kankaanpää puh. 02-572770 fax 02-5727723 www.spu.fi	Päiväys 19.06.2008	Suunnittelualue RAK	Työn ja piirust. numero	Muutos	
	Suunn. K.Luukkainen				
	Hyväksyjä J.Lepistö				

SPUSYSTEMS

Sillanpääkatu 20, 38700 Kancaanpää
p. 02-672 770 f. 02-672 7723 www.spu.fi

KATTOELEMENTTILEIKKAUS

1:10



- 1 Protan SE 3/1,2 tummanharmaa
- 2 Uritettu kovavillakattolevy OL-K-TOP 30 mm
- 3 Mineraalivilla OL-P yht. 210 mm
- 4 Yhtenäinen höyrysulku
- 5 Harvalaudoitus 22*100 k 300
- 6 Välipalkki 48*123 k 600
- 7 Kipsilevy 13 mm
- 8 Verhouslevyn kiinnityslistat
- 9 Kertopuu h=400

LÄMMÖNLÄPÄISYKERROIN: 0,15 W/m² K

Näkyvät alapinnat maalaus

SPUSYSTEMS

Sillanpäänkatu 20, 38700 Kankaanpää
p. 02-572 770 f. 02-572 7723 www.spu.fi

DET 113

1:10

SEINÄN YLÄOSIEN JA VESIERISTE
NOSTON TAUSTAT RAK. JA ARK.SUUNN.
MUKAAN (EI SPU:N TOIMITUS)

HUOM: Katon tuuletus
seinän kautta

L40: 115*360 jatkuvana

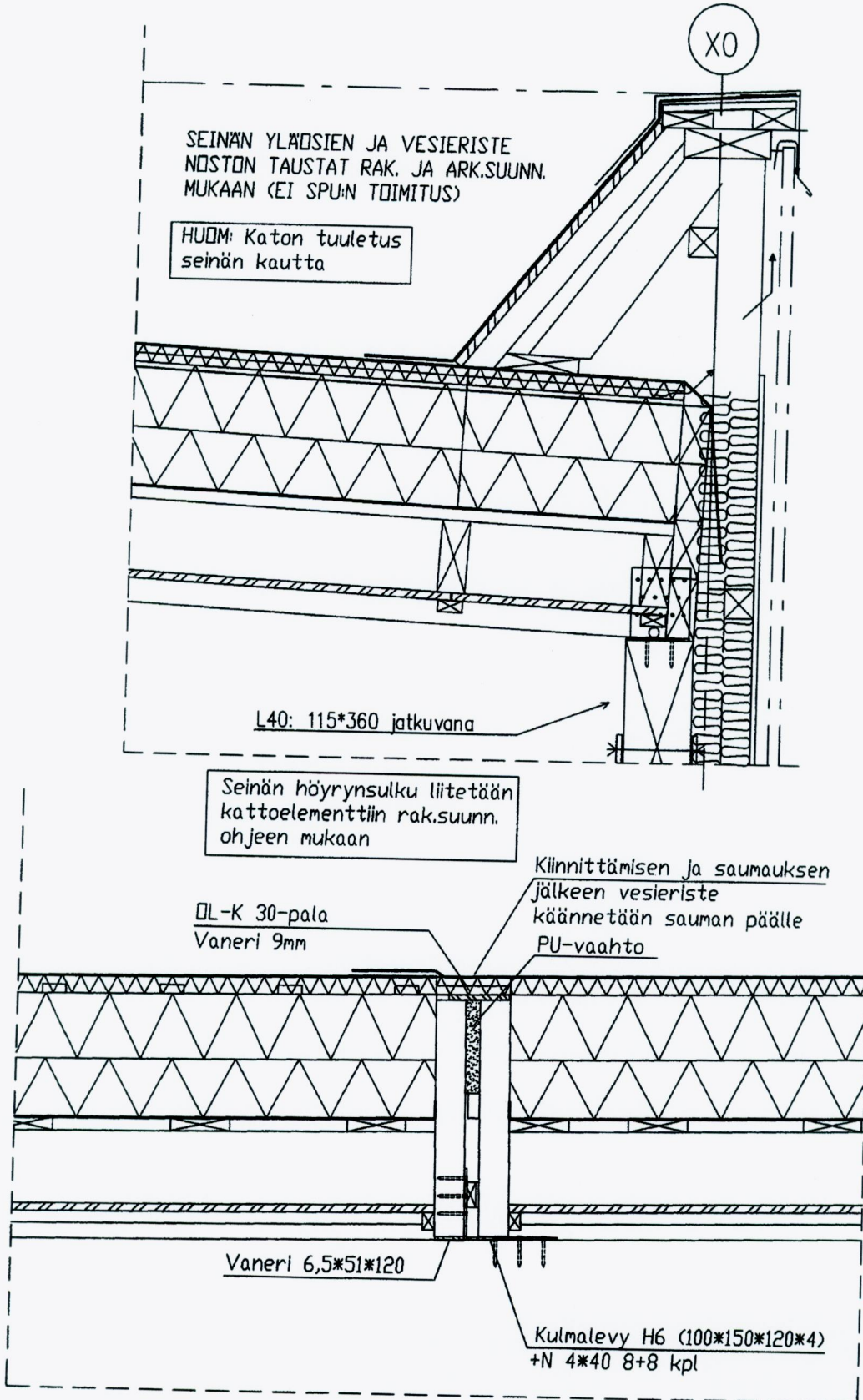
Seinän höyrönsulku liitetään
kattoelementtiin rak.suunn.
ohjeen mukaan

DL-K 30-pala
Vaneri 9mm

Klinnittämisen ja saumauksen
jälkeen vesieriste
käännetään sauman päälle
PU-vahto

Vaneri 6,5*51*120

Kulmalevy H6 (100*150*120*4)
+N 4*40 8+8 kpl

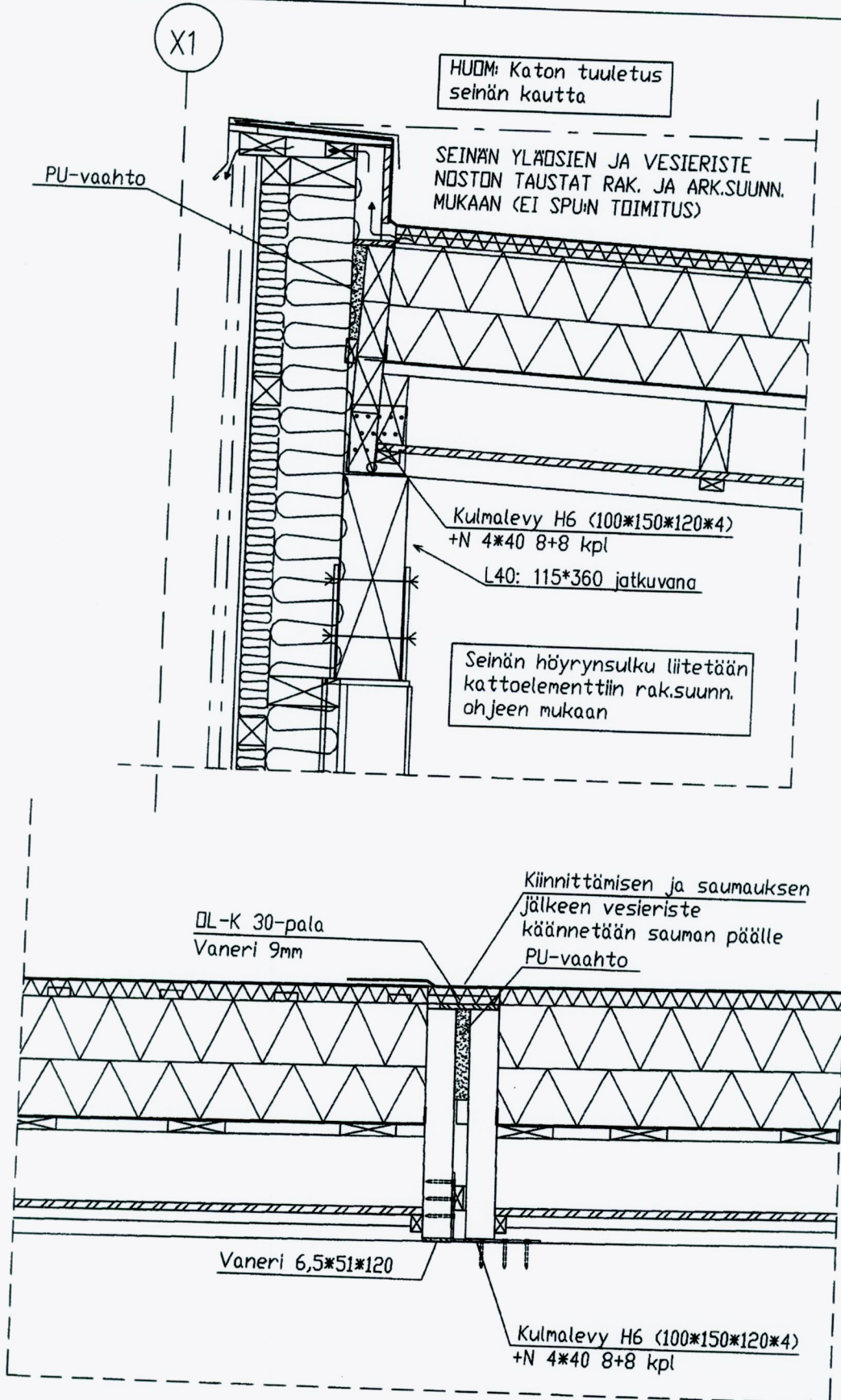


SPUSYSTEMS

Sillanpääkatu 20, 38700 Kankaanpää
p. 02-572 770 f. 02-572 7723 www.spu.fi

DET 114

1:10



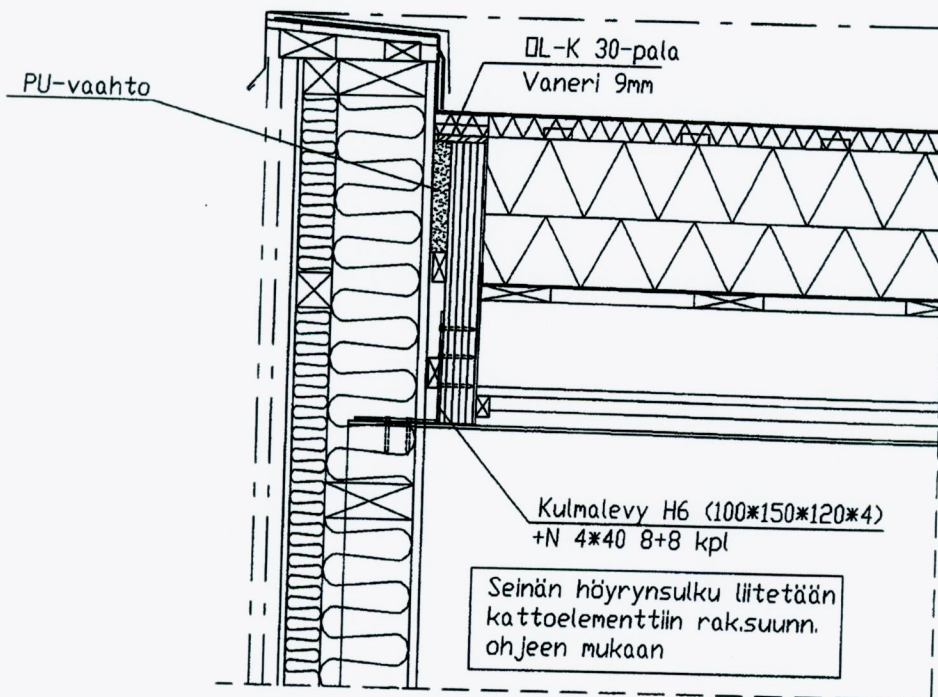
SPUSYSTEMS

Sillanpäänkatu 20, 38700 Kankaanpää
p. 02-572 770 f. 02-572 7723 www.spu.fi

DET 115

1:10

SEINÄN YLÄOSIEN JA VESIERISTE
NOSTON TAUSTAT RAK. JA ARK.SUUNN.
MUKAAN (EI SPUN TOIMITUS)

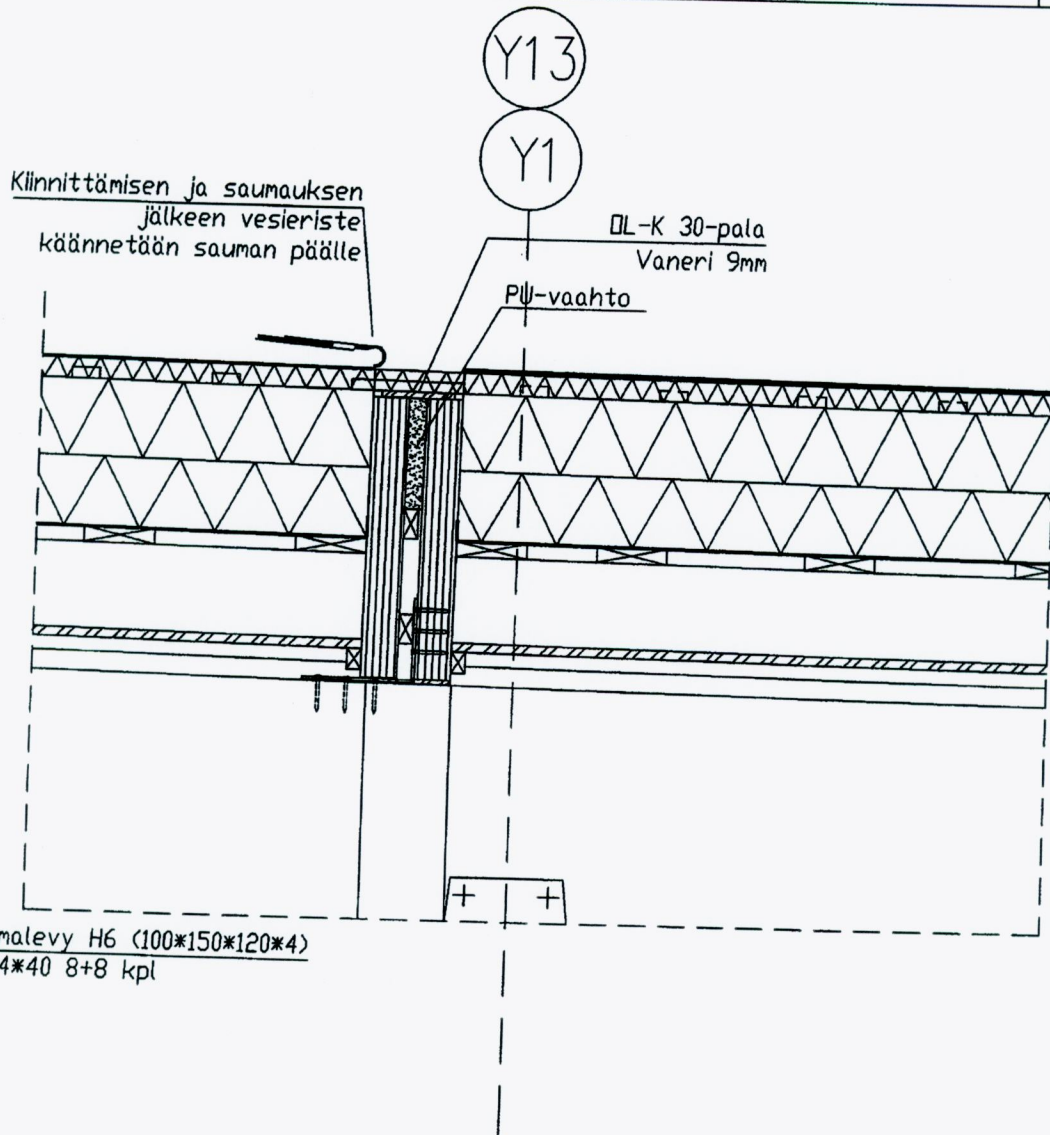


SPUSYSTEMS

Sillanpääkatu 20, 38700 Kankaanpää
p. 02-572 770 f. 02-572 7723 www.spu.fi

DET 116

1:10



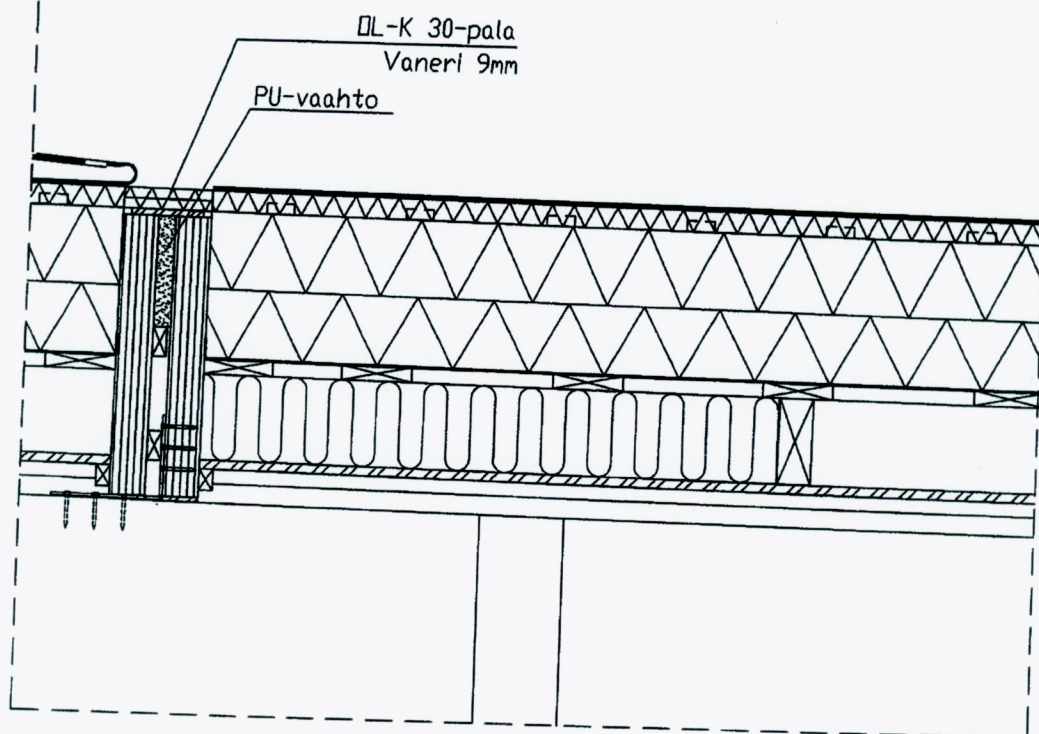
SPUSYSTEMS

Sillanpääkatu 20, 38700 Kenkaanpää
p. 02-672 770 f. 02-672 7723 www.spu.fi

DET 117

1:10

Kiinnittämisen ja saumauksen
jälkeen vesieriste
käännetään sauman päälle



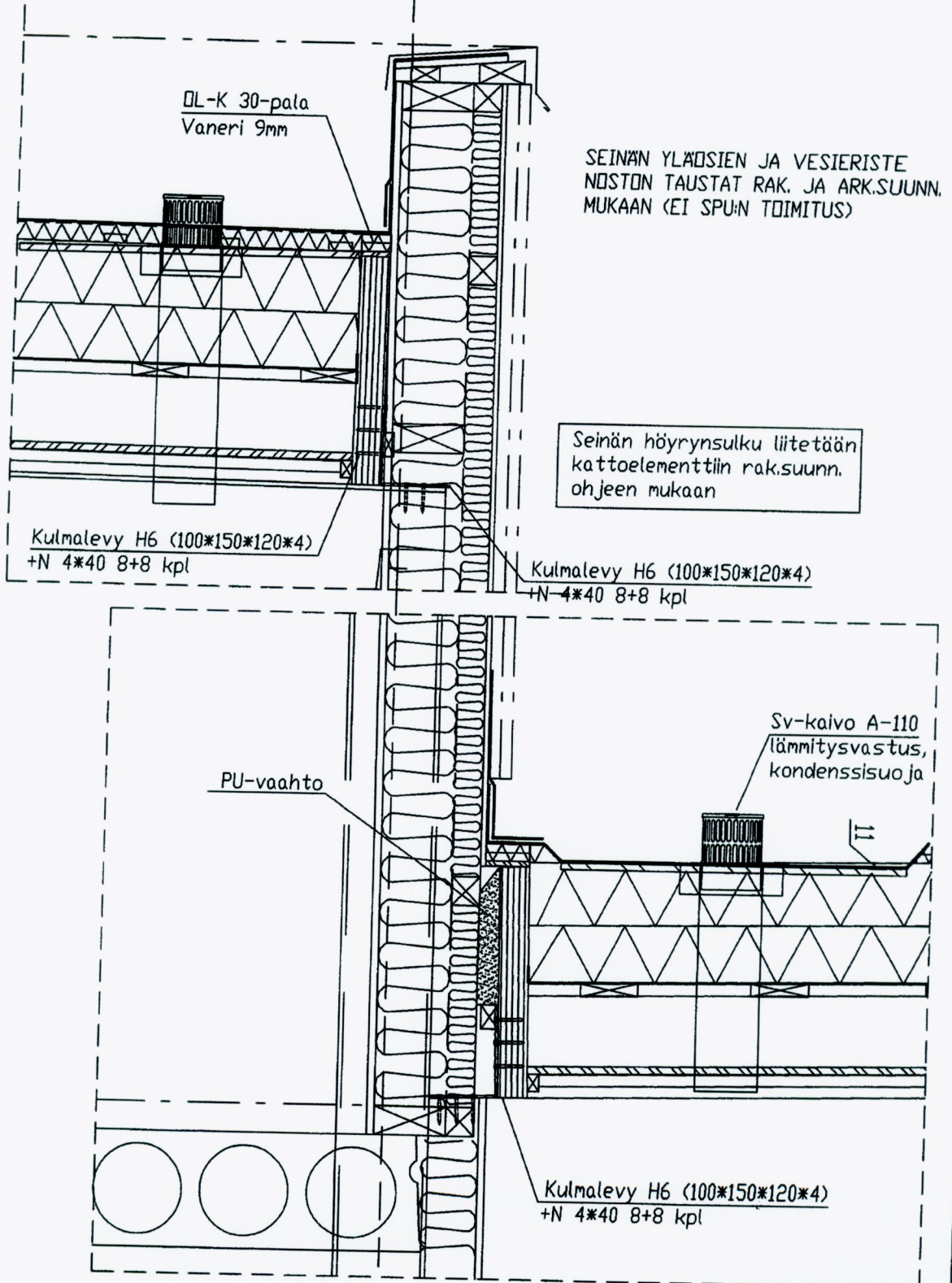
SPUSYSTEMS

Sillanpääkatu 20, 38700 Kankaanpää
p. 02-672 770 f. 02-672 7723 www.spu.fi

DET 118

1:10

Y3

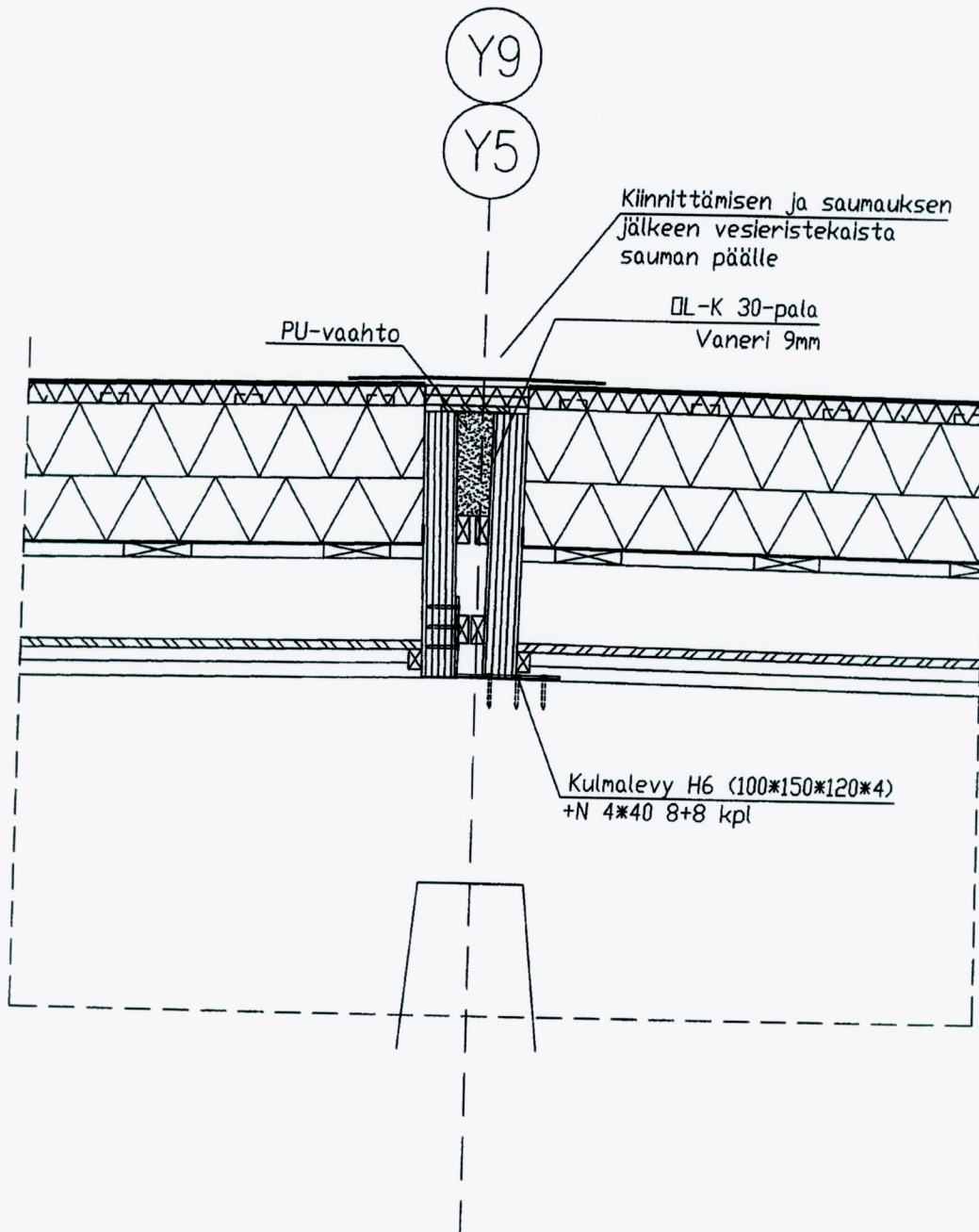


SPUSYSTEMS

Sillanpääkatu 20, 38700 Kankaanpää
p. 02-672 770 f. 02-672 7723 www.spu.fi

DET 119

1:10

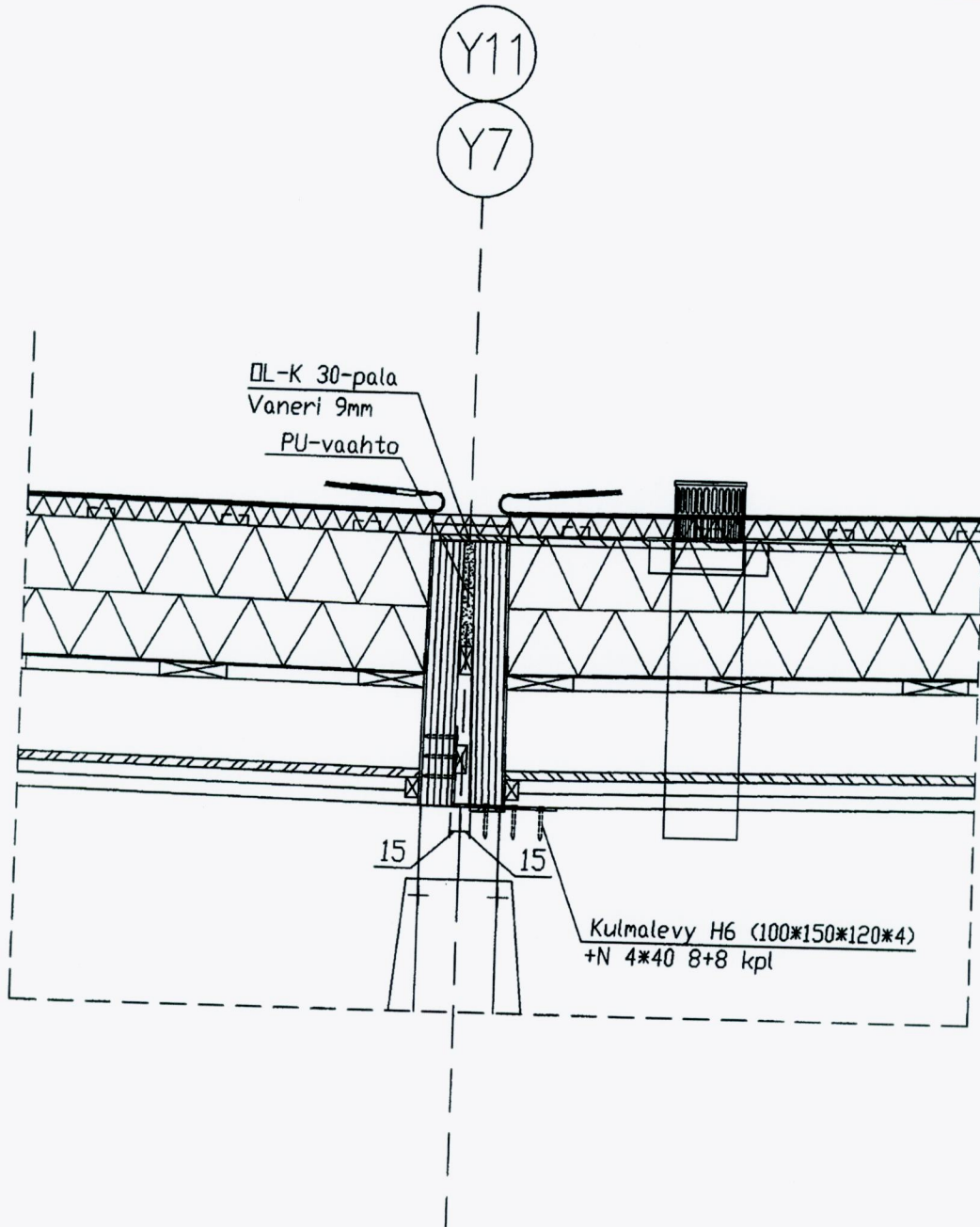


SPUSYSTEMS

Sillanpääkatu 20, 38700 Kankaanpää
p. 02-572 770 f. 02-572 7723 www.spu.fi

DET 120

1:10

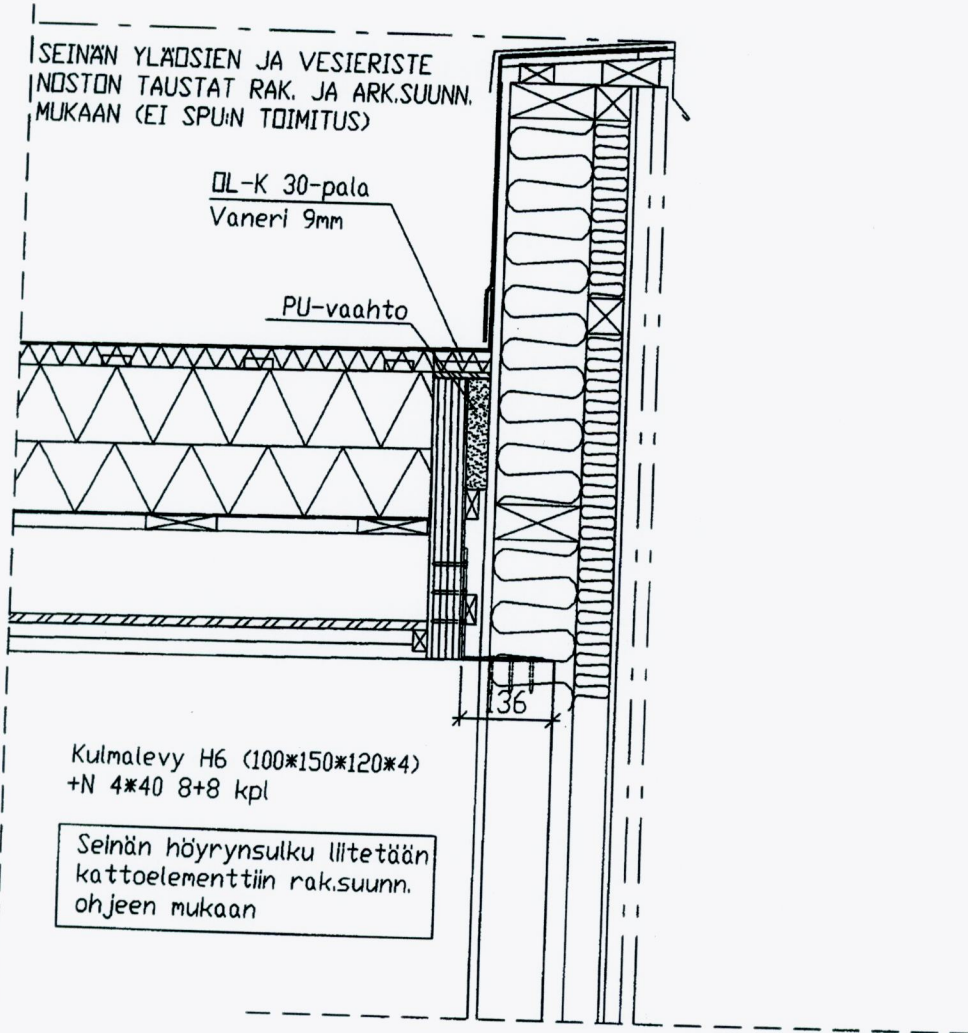


SPUSYSTEMS

Sillanpääkatu 20, 38700 Kankaanpää
p. 02-572 770 f. 02-572 7723 www.spu.fi

DET 121

1:10



SPU SYSTEMS

Siltanpäänkatu 20, 38700 Kankaanpää
 Puh: 02-572770, Faks: 02-5727723
 E-mail: spu@spu.fi

Kohteen U-Arvon laskenta

Kohdenimi:	Veebe
Osoite:	Veesa
Laskijan tiedot:	Kiik
Pvm:	28.4.2009 12:24
Työnumero:	

Kohteen lähtötiedot:

Laskettu rakenne:	SPU-kattoelementti, mineraalivillaeriste
Rakenteen U-arvo ilman korjaustekijöitä:	0,15 W/(m ² K)
Ilmarakojen korjaustekijän taso:	0
Lämmöneristeen suojaustapa:	a
Rakenteen U-arvon korjaustekijöiden summa:	0,002 W/(m ² K)
Rakenteen U-arvo korjaustekijöiden kanssa:	0,15 W/(m ² K)

Rakenne:

	Ainevahvuus, m	Lambda-arvo, • desig
Protan	0,001	0,2
Isover OL-K-TOP	0,03	0,027
Isover OL-F	0,21	0,027
HS-muovi + Sata	0,022	0,12
Runkopuu	0,123	0,12
Gyproc Kipsilevy	0,013	0,3

Finnwood 2.2 (2.2.0.30)

© Copyright 2008 Metsäliitto Osuuskunta, Puutuoteteollisuus

Krista Luukkainen

Vestra Vaasa

23.4.2009

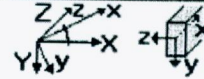
Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.

Finnwood 2.2 (2.2.0.30)

PROJEKTITIEDOT:

Suunnittelija: Krista Luukkainen

Nimi: Vestra Vaasa



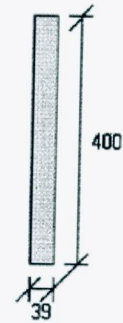
RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Kattopalkki/laatta
 Materiaali: KERTO-S syrjällään
 Poikkileikkaus: 39*400 (B=39 mm, H=400 mm)
 Käyttöluokka: 2
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)
 Jako/kuormituslev.: 1250 mm (pintakuormille)

Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli: Vaakamitta [mm]:
 Jänneväli 1: 6000.0
 Jänneväli 2: 6000.0
 Jänneväli 3: 6000.0
 Jänneväli 4: 6000.0
 Yhteensä: 24000.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	165	Liukutuki (Y)
2:	6000	165	Liukutuki (Y)
3:	12000	165	Liukutuki (Y)
4:	18000	165	Liukutuki (Y)
5:	24000	165	Kiinteä niveltuki (X, Y)

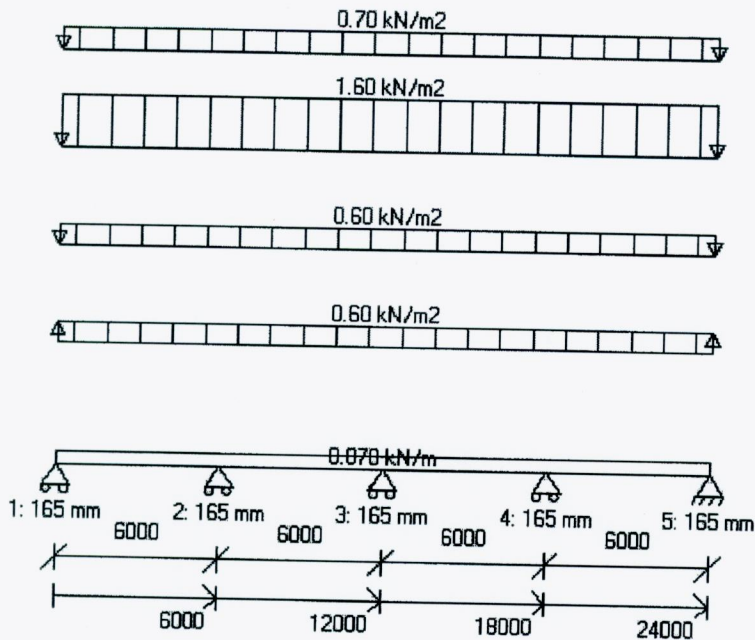


$f_{m,k}$ (Mz): 42.51 N/mm²
 $f_{m,k}$ (My): 50.00 N/mm²
 $f_{c,0,k}$: 35.00 N/mm²
 $f_{c,90,k}$: 6.00 N/mm²
 $f_{t,0,k}$: 30.89 N/mm²
 $f_{v,k}$ (Vy): 4.10 N/mm²
 $f_{v,k}$ (Vz): 2.30 N/mm²
 $E_{,mean}$: 13800 N/mm²
 $G_{,mean}$: 600 N/mm²
 $E_{0.05}$: 11600 N/mm²
 $G_{0.05}$: 400 N/mm²

Osavarmuusluku: 1.20
 Aikaluokka: kmod:
 Pysyvä: 0.600
 Pitkäaikainen: 0.700
 Keskipitkä: 0.800
 Lyhytaikainen: 0.900
 Hetkellinen: 1.100

kdef: 0.800

Krista Luukkainen

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakenneosan paino: $QY = 0.078 \text{ kN/m}$ $x = 0 - 24000 \text{ mm}$ Pintakuorma: 1: $QY = 0.700 \text{ kN/m}^2$ $x = 0 - 24000 \text{ mm}$ Lumikuorma (Lumikuorma $Sk < 2.75 \text{ kN/m}^2$, Keskipitkä, MRT/KRT-liikkuvuus = 50.0 %):Pintakuorma: 1: $QY = 1.600 \text{ kN/m}^2$ $x = 0 - 24000 \text{ mm}$

Tuulikuorma (alas) (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pintakuorma: 1: $Qy = 0.600 \text{ kN/m}^2$ $x = 0 - 24000 \text{ mm}$

Tuulikuorma (ylös) (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pintakuorma: 1: $Qy = -0.600 \text{ kN/m}^2$ $x = 0 - 24000 \text{ mm}$ **KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

Yhdistelmä 1 (MRT)

 $1.00 * 1.35 * \text{Omapaino}$

Yhdistelmä 2 (MRT)

 $1.00 * 1.15 * \text{Omapaino} + 1.00 * 1.50 * \text{Lumikuorma}$

Yhdistelmä 3 (MRT)

 $1.00 * 1.15 * \text{Omapaino} + 1.00 * 1.50 * \text{Lumikuorma} + 1.00 * 1.50 * 0.60 * \text{Tuulikuorma (alas)}$

Yhdistelmä 4 (MRT)

 $1.00 * 1.15 * \text{Omapaino} + 1.00 * 1.50 * 0.70 * \text{Lumikuorma} + 1.00 * 1.50 * \text{Tuulikuorma (alas)}$

Yhdistelmä 5 (MRT)

 $1.00 * 1.15 * \text{Omapaino} + 1.00 * 1.50 * \text{Lumikuorma} + 1.00 * 1.50 * 0.60 * \text{Tuulikuorma (ylös)}$

Yhdistelmä 6 (MRT)

 $1.00 * 1.15 * \text{Omapaino} + 1.00 * 1.50 * 0.70 * \text{Lumikuorma} + 1.00 * 1.50 * \text{Tuulikuorma (ylös)}$

Yhdistelmä 7 (MRT)

 $1.00 * 1.15 * \text{Omapaino} + 1.00 * 1.50 * \text{Tuulikuorma (alas)}$

Yhdistelmä 8 (MRT)

Krista Luukkainen

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Tuulikuorma (ylös)

Yhdistelmä 9 (MRT)

0.90*Omapaino + 1.00*1.50*Tuulikuorma (ylös)

Yhdistelmä 10 (MRT)

1.00*1.15*Omapaino

Yhdistelmä 11 (MRT)

0.90*Omapaino

Yhdistelmä 12 (KRT)

1.00*Omapaino

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*Lumikuorma

Yhdistelmä 14 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*Tuulikuorma (alas)

Yhdistelmä 15 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*0.70*Lumikuorma + 1.00*Tuulikuorma (alas)

Yhdistelmä 16 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*Tuulikuorma (ylös)

Yhdistelmä 17 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*0.70*Lumikuorma + 1.00*Tuulikuorma (ylös)

MITOITUS:

Normi/Standardi: EN 1995-1-1 (RIL 205-1-2007)
Kokonaiskäyttöaste: 59.2 %

MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja Wnet,fin: L/200
Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00
Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00
Nurjahdus on estetty molempiin suuntiin (y ja z)
Kiepahdus on estetty

MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (y):	15.04 kN	28.43 kN	52.9 %	18000 mm	Yhdistelmä 2/9, Keskipitkä
Taiputus (Mz):	16.52 kNm	29.47 kNm	56.1 %	18000 mm	Yhdistelmä 2/9, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	10.14 kN	46.45 kN	21.8 %	0 mm	Yhdistelmä 2/3, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 2:	28.81 kN	48.63 kN	59.2 %	6000 mm	Yhdistelmä 2/10, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 3:	24.75 kN	48.63 kN	50.9 %	12000 mm	Yhdistelmä 2/8, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 4:	28.81 kN	48.63 kN	59.2 %	18000 mm	Yhdistelmä 2/9, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 5:	10.14 kN	46.45 kN	21.8 %	24000 mm	Yhdistelmä 2/4, Keskipitkä
jänneväli 1, Wnet,fin:	15.95 mm	30.00 mm	53.2 %	3000 mm	Yhdistelmä 15/3
jänneväli 1, Winst:	11.91 mm	-- mm	0.0 %	3000 mm	Yhdistelmä 15/3
jänneväli 2, Wnet,fin:	8.68 mm	30.00 mm	28.9 %	9000 mm	Yhdistelmä 13/4
jänneväli 2, Winst:	6.73 mm	-- mm	0.0 %	9000 mm	Yhdistelmä 13/4
jänneväli 3, Wnet,fin:	8.68 mm	30.00 mm	28.9 %	15000 mm	Yhdistelmä 13/3
jänneväli 3, Winst:	6.73 mm	-- mm	0.0 %	15000 mm	Yhdistelmä 13/3
jänneväli 4, Wnet,fin:	15.95 mm	30.00 mm	53.2 %	21000 mm	Yhdistelmä 15/4
jänneväli 4, Winst:	11.91 mm	-- mm	0.0 %	21000 mm	Yhdistelmä 15/4

ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/9 (Keskipitkä):

1.15*Omapaino + 1.50*Lumikuorma, jänneväli 1 (alas) + 0.75*Lumikuorma, jänneväli 2 (alas) + 1.50*Lumikuorma, jänneväli 3 (alas) + 1.50*Lumikuorma, jänneväli 4 (alas)

Yhdistelmä 2/3 (Keskipitkä):

1.15*Omapaino + 1.50*Lumikuorma, jänneväli 1 (alas) + 0.75*Lumikuorma, jänneväli 2 (alas) + 1.50*Lumikuorma, jänneväli 3 (alas) + 0.75*Lumikuorma, jänneväli 4 (alas)

Yhdistelmä 2/10 (Keskipitkä):

1.15*Omapaino + 1.50*Lumikuorma, jänneväli 1 (alas) + 1.50*Lumikuorma, jänneväli 2 (alas) + 0.75*Lumikuorma, jänneväli 3 (alas) + 1.50*Lumikuorma, jänneväli 4 (alas)

Yhdistelmä 2/8 (Keskipitkä):

1.15*Omapaino + 0.75*Lumikuorma, jänneväli 1 (alas) + 1.50*Lumikuorma, jänneväli 2 (alas) + 1.50*Lumikuorma, jänneväli 3 (alas) + 0.75*Lumikuorma, jänneväli 4 (alas)

Krista Luukkainen

Yhdistelmä 2/4 (Keskipitkä):

1.15*Omapaino + 0.75*Lumikuorma, jänneväli 1 (alas) + 1.50*Lumikuorma, jänneväli 2 (alas) + 0.75*Lumikuorma, jänneväli 3 (alas) + 1.50*Lumikuorma, jänneväli 4 (alas)

Yhdistelmä 15/3 :

1.00*Omapaino + 0.70*Lumikuorma, jänneväli 1 (alas) + 0.35*Lumikuorma, jänneväli 2 (alas) + 0.70*Lumikuorma, jänneväli 3 (alas) + 0.35*Lumikuorma, jänneväli 4 (alas) + 1.00*Tuulikuorma (alas)

Yhdistelmä 13/4 :

1.00*Omapaino + 0.50*Lumikuorma, jänneväli 1 (alas) + 1.00*Lumikuorma, jänneväli 2 (alas) + 0.50*Lumikuorma, jänneväli 3 (alas) + 1.00*Lumikuorma, jänneväli 4 (alas)

Yhdistelmä 13/3 :

1.00*Omapaino + 1.00*Lumikuorma, jänneväli 1 (alas) + 0.50*Lumikuorma, jänneväli 2 (alas) + 1.00*Lumikuorma, jänneväli 3 (alas) + 0.50*Lumikuorma, jänneväli 4 (alas)

Yhdistelmä 15/4 :

1.00*Omapaino + 0.35*Lumikuorma, jänneväli 1 (alas) + 0.70*Lumikuorma, jänneväli 2 (alas) + 0.35*Lumikuorma, jänneväli 3 (alas) + 0.70*Lumikuorma, jänneväli 4 (alas) + 1.00*Tuulikuorma (alas)

VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Vy,max	17.50 kN	18000 mm
Mz,max	19.13 kNm	18000 mm

TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	11.73 kN	-0.63 kN	7.54 kN	0.48 kN
2:	33.44 kN	-1.83 kN	21.62 kN	1.39 kN
3:	28.51 kN	-1.49 kN	18.19 kN	1.13 kN
4:	33.44 kN	-1.83 kN	21.62 kN	1.39 kN
5:	11.73 kN	-0.63 kN	7.54 kN	0.48 kN

- Tukipisteisiin syntyy nostetta, varmista ankkurointi
- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

HUOMIOT:

- EN 1995-1-1 ja Suomen kansallisen liitteen sekä RIL 205-1-2007-suunnitteluohjeen mukainen laskenta
- VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-01815-08)
- MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
- *) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
- Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
- Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 10 mm taipumaa ylöspäin
- Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
- Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajatilamitoituksessa
- Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
- Rakennneosan koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
- Kertopuu-, liimapuu- tai muita puutuotteita ei saa käyttää Käyttöluokassa 3 ilman lisäsuojakäsittelyä
- Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetaljeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin pääse muodostumaan vesitaskuja

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

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