

# KORJAUSRAKENNUSHANKKEEN RAKENNESUUNNITTELU



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Rakennustekniikka

Visamäki kevät 2017

Timo Poikonen

Rakennetekniikka  
Visamäki

---

<b>Tekijä</b>	Timo Poikonen	<b>Vuosi</b> 2017
<b>Työn nimi</b>	Korjausrakennushankkeen rakennesuunnittelu	
<b>Työn ohjaaja/t</b>	DI Tapio Korkeamäki	

---

## TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä käsitellään Suomen Adventtikirkon hallinto- koulu- rakennuksen korjausrakennushanketta rakennesuunnittelun osalta. Tavoitteena on tuottaa korjausrakennushankkeesta rakennesuunnitelmat, sekä rakennelaskelmat. Opinnäytetyön pääpaino on uuden ilmanvaihtokonehuoneen rakenteiden rakennesuunnittelussa. Rakenteet mitoitetaan eurokoodien mukaisesti.

Opinnäytetyössä käsitellään mitoitustilanteita yleisellä tasolla. Työssä käsitellään myös tämän opinnäytetyön kannalta merkityksellisiä teräsrakenteiden mitoitussääntöjä. Opinnäytetyössä tarkastellaan eri rakennevaihtoehtoja ja valitut rakennevaihtoehdot esitetään perusteluineen. Opinnäytetyössä käsitellään myös vanhojen teräsbetonipilareiden kantavuuden arviointia. Lisäksi käsitellään olevan välipohjalaatan aukotusta, sekä alapohjalaatan vahvistamistoimenpiteitä. Opinnäytetyössä perehdytään myös palokatkosuunnitelman tekemiseen korjausrakennushankkeessa.

Opinnäytetyön sivutuotteena syntyi MathCad laskentapohja teräsrakenteisen mastopilarin mitoitukseen.

**Avainsanat** Korjausrakentaminen, teräsrakenteet, rakennesuunnittelu, mastopilari

**Sivut** 63 s. + liitteet 142 s.

Degree Programme in Construction Engineering  
Structural Design  
Visamäki

---

<b>Author</b>	Timo Poikonen	<b>Year</b> 2017
<b>Subject</b>	Structural design of a renovation project	
<b>Supervisors</b>	DI Tapio Korkeamäki	

---

#### ABSTRACT

The purpose of this Bachelor's thesis was to discuss the structural design in a renovation project of a Seventh-day Adventist Church, the management and school building. The goal of the thesis was to produce structural designs for the renovation project including structural calculations. The main focus of the thesis was on the structural design of the room structures of a new ventilation machine room. The structures are dimensioned according to the Eurocode regulations.

The thesis addresses the dimensioning situations on a general level. The design rules for relevant steel structures were also discussed. The thesis examines the different structural options and the chosen options are presented with reasoning. The evaluation of the load-bearing strength of the old reinforced concrete columns was also discussed. In addition, the opening of the intermediate floor slab and the reinforcement measures for the bottom floor were studied including making a fire seal plan in a renovation project.

As a byproduct of the thesis a MathCad calculation template for the design of a steel mast column was produced.

**Keywords** Building renovation, steel structures, structural design, mast column.

**Pages** 63 p. + appendices 142 p.

## KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

$K_{Fi}$	seuraamusluokasta riippuva kuormakerroin
$\psi_{0,i}$	muuttuvien kuormien yhdistelykerroin
$S_k$	maassa olevan lumikuorman ominaisarvo
$s$	katolla oleva lumikuorma
$s$	kehäjako
$\mu_i$	kattokulmasta riippuva lumikuorman muotokerroin
$C_e$	tuulensuojauskerroin
$C_t$	lämpökerroin
$F_w$	kokonaistuulikuorma
$C_s C_d$	rakennekerroin
$C_f$	voimakerroin
$q_{p(h)}$	tuulen nopeuspaine korkeudella $h$
$A_{ref}$	tuulikuorman vaikutusalue
$w_e$	yksittäiseen pintaan vaikuttava ulkopuolinen paine tietyllä korkeudella
$q_{p(z_e)}$	puuskanopeuspaine
$C_{pe}$	ulkoisen paineen paine kerroin
$z_e$	nopeuspaine korkeus
$q_{p(z_i)}$	puuskanopeuspaine
$z_i$	nopeuspaine korkeus
$q_{f,rd}$	tuulen kitkavoiman mitoitusarvo
$u$	lämmönläpäisykerroin
$A_{eff}$	poikkileikkauksen tehollinen pinta-ala
$A_v$	leikkauspinta-ala
$b$	poikkileikkauksen kokonaisleveys tai tarkasteltavan osan kokonaisleveys
$E$	kimmokerroin
$f_u$	teräksen murtolujuus
$f_y$	teräksen myötölujuus
$\gamma_M$	osavarmuusluku yleensä
$\gamma_{M0}$	poikkileikkauksen kestävyys osavarmuusluku
$\gamma_{M1}$	sauvojen kestävyys osavarmuusluku
$\gamma_{M2}$	poikkileikkauksen vetomurtumiskestävyys osavarmuusluku
$H$	korkeus yleensä
$B$	leveys yleensä
$A$	poikkileikkauksen pinta-ala
$e$	epäkeskisyyttä
$e_1$	etäisyys reunasta
$e_2$	etäisyys päädystä
$h$	poikkileikkauksen kokonaiskorkeus
$r$	laipan ja uuman välinen pyörityssäde
$t$	poikkileikkauksen seinämän paksuus
$t_f$	laipan seinämän paksuus
$t_w$	uuman seinämän paksuus

$i$	hitaussäde
$I_z$	poikkileikkauksen jäyhyysmomentti z-akselin suuntaan
$I_y$	poikkileikkauksen jäyhyysmomentti y-akselin suuntaan
$I_t$	vääntöneliömomentti
$L$	tukien välinen etäisyys
$\lambda$	muunnettu hoikkuus
$t_w$	uuman paksuus
$t_f$	laipan paksuus
$\varepsilon$	tekijä joka riippuu $f_y$ :stä
$\lambda$	muunnettu hoikkuus
$\gamma_G$	pysyvien kuormien osavarmuusluku
$G_{k,j}$	pysyvien kuormien ominaisarvo
$\gamma_Q$	muuttuvien kuormien osavarmuusluku
$Q_{k,i}$	muuttuvien kuormien ominaisarvo
$\phi_0$	vinouden perusarvo
$\alpha_h$	rakennuksen korkeudesta johtuva kerroin
$\alpha_m$	kehään kuuluvien peräkkäisten pilareiden vaikutuksen kerroin
$H_{Eq}$	ekvivalentti vaakavoima
$\delta_{H,Ed}$	mastopilarein jäykistetyn rakennuksen vaakakuorman aiheuttama sivusiirtymä
$N_{Ed}$	akσιαalisen normaalivoiman mitoitusarvo
$M_{Ed}$	taivutusmomentin mitoitusarvo
$V_{Ed}$	leikkausvoiman mitoitusarvo
$N_{Rd}$	normaalivoimakestävyyden mitoitusarvo
$N_{c,Rd}$	poikkileikkauksen mitoitusarvo puristukselle
$M_{c,Rd}$	poikkileikkauksen taivutuskestävyyden mitoitusarvo
$V_{c,Rd}$	leikkauskestävyyden mitoitusarvo
$N_{b,Rd}$	puristetun sauvan nurjahduskestävyyden mitoitusarvo
$V_{pl,Rd}$	plastisuusteorian mukainen leikkauskestävyyden mitoitusarvo
$M_{b,Rd}$	Kiepahduskestävyyden mitoitusarvo
$F_{v,Rd}$	ruuvin leikkauskestävyys
$F_{b,Rd}$	reunapuristuskestävyys
$F_{t,Rd}$	ruuvin vetokestävyys
$F_{w,Ed}$	hitsin pituusyksikköä kohden vaikuttavan voiman mitoitusarvo
$F_{w,Rd}$	hitsin kestävyden mitoitusarvo pituusyksikköä kohden
$N_{cr}$	poikkileikkauksominaisuuksiin perustuvan, kyseeseen tulevan nurjahdusmuodon kimmoteorian mukainen kriittinen kuorma
$M_{cr}$	kimmoteorian mukainen kiepahduksen kriittinen momentti
$W_{pl}$	plastisuusteorian mukainen taivutusvastus
$W_{el}$	kimmoteorian mukainen taivutusvastus
$W_y$	taivutusvastus
$W_t$	vääntövastus
$\sigma$	jännitys yleensä
$\alpha$	epätarkkuustekijä

$\alpha_v$	ruuvin tyypistä ja lujuusluokasta riippuva kerroin
$\eta$	muunnoskerroin
$d_0$	reiän halkaisija
$I$	jäyhyysmomentti
$L_{cr}$	kriittinen nurjahduspituus
$\chi$	nurjahduskestävyyden pienennystekijä
$\phi$	pienennystekijän $\chi$ määrittämisessä tarvittava muuttuja tai muutettu vinouden perusarvo
$\lambda_1$	muunnetun hoikkuuden määrittämiseksi tarvittava hoikkuuden arvo
$\chi_{LT}$	kiepahduskestävyyden pienennystekijä
$\phi_{LT}$	pienennystekijän $\chi_{LT}$ määrittämiseksi tarvittava muuttuja
$\alpha_{LT}$	kiepahduksen epätarkkuustekijä
$\lambda_{LT}$	muunnettu hoikkuus kiepahdustarkastelussa
$\beta$	kiepahduskäyrien korjaustekijä (hitsatut ja valssatut profiilit)
$\beta_w$	korrelaatiokerroin
$R_w$	ilmaääneneristävyys
PL	poikkileikkausluokka
RV	rakennusvuosi
IV	ilmanvaihto
ARK	arkkitehtisuunnitelmat yleensä
RAK	rakennesuunnitelmat yleensä
VS	väliseinä
AP	alapohja
US	ulkoseinä
YP	yläpohja
VP	välipohja
TB	teräsbetoni
CC2	seuraamusluokka
RC2	luotettavuusluokka
C24	sahatavaran lujuusluokka
GL30c	liimapuun lujuusluokka
A500HW	hitsattava harjateräslaatu
B500B	hitsattava kuumavalssattu harjaterästanko
Wk50	halkeaman sallittu leveys suunnittelukäyttöiän mukaisesti
JP	jatkospituus
HTV	harjateräsverkko
XD1	betonin rasitusluokka (muun kuin meriveden kloridien aiheuttama rasitus) kun olosuhde kohtalaisen kostea
XC1	betonin rasitusluokka (karbonatisoitumisen aiheuttama korrosio) kun olosuhde kuiva tai pysyvästi märkä
XC4	betonin rasitusluokka (karbonatisoitumisen aiheuttama korrosio) kun olosuhde märkä ja kuiva vaihtelevat
XF3	betonin rasitusluokka (jäädytys- sulatusrasitus jäänsulatusaineilla tai ilman) kun olosuhde suuri vedellä kyllästyminen ilman jäänsulatusaineita
T10	harjateräksen koko, luku ilmoittaa käytettävän teräskoon
k-200	mitta keskeltä keskelle 200mm

RK	rännikaivo
SOK	salaojan tarkastuskaivo
PVK	perusvesikaivo
LK	lattiakaivo
SO	salaojaputki
SV	sadevesiputki
MV	maanvarainen
ANT	antura
LVH	valuharkko
SBKL	kiinnityslevy
M12	kiinnikkeen nimellishalkaisija, luku ilmoittaa halkaisijan (mm)
EI60	palonkestoluokka E=eristävyys I=ilmanpitävyys 60=palonkesto-aika (min)
LP	liimapuu
Ec	eurokoodi
DET	detalji
ymp.	ympäri
S355	teräslaatu
K50	juotosvalun lujuusluokka
C25/30-2	betonin lujuusluokka
Tart.	tartunta
TL	tuoteluokka
LVI	lämpö, vesi ja ilmanvaihto
Zn	sinkitty

## SISÄLLYS

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET .....	3
1 JOHDANTO.....	9
2 MITOITUSTILANTEET .....	9
3 RAJATILAMITOITUS.....	10
3.1 Murtorajatilamitoitus.....	10
3.2 Käyttöraajatilamitoitus .....	10
3.3 Kuormien luokitus .....	10
3.4 Kuormien ominaisarvot.....	11
3.4.1 Lumikuorma.....	11
3.4.2 Tuulikuorma.....	14
4 RAKENNUSHANKKEEN LÄHTÖTIEDOT .....	17
5 RAKENNESUUNNITTELUN LÄHTÖTIEDOT.....	18
5.1 Ensimmäinen suunnittelupalaveri .....	18
5.2 Toinen suunnittelupalaveri .....	19
5.3 Kolmas suunnittelupalaveri.....	19
6 RAKENNETYYPIT.....	19
6.1 Väliseinän rakennetyyppi VS1 .....	21
6.2 Väliseinän rakennetyyppi VS2 .....	22
6.3 Väliseinän rakennetyyppi VS3 .....	23
6.4 Väliseinän rakennetyyppi VS4.....	24
6.5 Väliseinän rakennetyyppi VS5 .....	25
6.6 Välipohjan rakennetyyppi VP1 .....	26
6.7 Välipohjan rakennetyyppi VP2 .....	27
6.8 Välipohjan rakennetyyppi VP3a .....	28
6.9 Välipohjan rakennetyyppi VP3b .....	29
6.10 Ulkoseinän rakennetyyppi US1 .....	30
6.11 Yläpohjan rakennetyyppi YP1.....	31
6.12 Yläpohjan rakennetyyppi YP2.....	32
6.13 Alapohjan rakennetyyppi AP1.....	33
7 IV-KONEHUONEEN RAKENNESUUNNITTELU.....	34
7.1 Teräsrungon mitoitus .....	34
7.1.1 Mastopilarin mitoitus: .....	36
7.1.2 Tuulipilarin mitoitus .....	45
7.1.3 Jäykisteet .....	47
7.1.4 IV-konehuoneen välipohjan kannatinpilarit.....	49
7.1.5 Pilarin mitoitus .....	49
7.1.6 IV-konehuoneen välipohjan kantava teräspalkki .....	51



7.1.7	IV-konehuoneen välipohja .....	51
7.1.8	Olevien teräsbetonipilareiden kantavuuden arviointi .....	52
7.1.9	Peruspultit .....	53
7.1.10	Pääkannattajat.....	55
7.1.11	TeräSORRET .....	55
7.1.12	Ulkoseinäelementit .....	55
7.1.13	Kattoelementit.....	55
8	PUURAKENTEISTEN VÄLIPOHJIEN RAKENNESUUNNITTELU.....	56
8.1.1	Välipohjarakenne VP1 .....	56
8.1.2	Välipohjarakenne VP2 .....	56
9	UUDEN PÄÄPORTAIKON RAKENNESUUNNITTELU .....	57
10	UUDEN SISÄÄNKÄYNNIN KATOKSEN RAKENNESUUNNITTELU .....	58
11	PALOKATKODETALJIT.....	58
12	YHTEENVETO .....	59
13	POHDINTA.....	60
	LÄHTEET .....	61

#### Liitteet

Liite 1	Rakennesuunnitelmat
Liite 2	IV-konehuoneen teräsrungon rakennelaskelmat
Liite 3	IV-konehuoneen teräsrungon peruspulttien mitoitusraportti
Liite 4	IV-konehuoneen katon pääkannattajien mitoitusraportti
Liite 5	IV-konehuoneen sekundääriorsien mitoitusraportti
Liite 6	IV-konehuoneen välipohjan kannatinpilareiden rakennelaskelmat
Liite 7	IV-konehuoneen välipohjan kannatinpilareiden peruspulttien mitoitusraportti
Liite 8	IV-konehuoneen välipohjan kannatinpalkin mitoitusraportti
Liite 9	IV-konehuoneen välipohjapalkin mitoitusraportti
Liite 10	Välipohjarakenteen VP1 välipohjapalkin mitoitusraportti
Liite 11	Välipohjarakenteen VP2 välipohjapalkin mitoitusraportti
Liite 12	Katoksen vesikaton kannatinpalkin mitoitusraportti
Liite 13	Katoksen kattovasas mitoitusraportti

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa rakennesuunnitelmat laajaan korjausrakennushankkeeseen. Korjausrakennushankkeen kohteena on Tampereella sijaitseva Suomen Adventtikirkon omistama hallintokoulurakennus. Rakennuksen alkuperäinen rakennusvuosi on 1960. Rakennusta on saneerattu laajamittaisesti vuosina 1995 ja 2001. Rakennusta on laajennettu vuonna 2012. Vesikatolle rakennetaan uusi IV-konehuone. Olemassa olevia toimistotiloja muutetaan koulutiloiksi. Kellarikerrokseen rakennetaan uusi sisäänkäynti. Alkuperäiset porraskäytävät ummistetaan ja rakennukseen rakennetaan uusi pääportaikko. Talon tekniikka uudistetaan muutoksen yhteydessä. Eri käyttötarkoitusta palvelevat rakennuksen osat osastoidaan omiksi palo-osastoikseen. Kohde sijaitsee Tampereen kaupungin alueella Nurmi-Sorilan suunnitteilla olevan kaava-alueen keskeisellä paikalla. Kaavoitusprosessi on vielä kesken, joten alueella on voimassa rakennuskielto, joka asettaa omat haasteensa rakennuslupaprosessin läpivientiin.

Opinnäytetyössä tarkastellaan eri vaihtoehtoja rakenneratkaisuihin perusteluineen. Työssä tarkastellaan uusien rakenteiden liittymistä vanhoihin rakenteisiin sekä vanhojen kantavien rakenteiden kestävyyttä tarvittavilta osin. Työssä esitetään uusien rakenteiden rakennelaskelmat. Opinnäytetyössä käsitellään myös kyseisen korjausrakennushankkeen suunnittelun ja rakentamisen aikataulutukseen liittyviä haasteita. Rakennus tulisi olemaan osittain käytössä koko rakennushankkeen ajan. Koulun tiloissa tehtävät muutostyöt pyritään tekemään koulun kesäloman aikana. Toimistotiloissa tehtävät muutokset joudutaan tekemään kahdessa osassa.

## 2 MITOITUSTILANTEET

Mitoitustilanteet valitaan siten, että otetaan huomioon rakenteiden toimintaolosuhteet. Luokituksen osalta mitoitustilanteiksi voivat valikoitua esimerkiksi normaalisti vallitsevat normaaleista käyttöolosuhteista johtuvat tilanteet. Mitoitustilanne voi olla myös tilapäinen, eli työnaikainen tilanne. Mitoitustilanteiksi luetaan myös onnettomuusmitoitustilanteet kuten tulipalot, räjähdys, törmäys ja paikallinen vaurio. Lisäksi maanjäristysmitoitustilanne saattaa tulla kysymykseen. Mitoitustilanteissa tulee tarkastaa kyseiselle rakenteelle merkitykselliset murto- ja käyttörajatilat. Mitoituksessa on osoitettava, että murtorajatiloissa tasapainoa heikentävien kuormien mitoitusarvo on pienempi tai yhtä suuri kuin tasapainoa parantavien kuormien mitoitusarvo. Mitoituksessa tulee tarkastaa, että kuormien vaikutuksen mitoitusarvo on pienempi tai yhtä suuri kuin rakenteen kestävyuden mitoitusarvo. Lisäksi tulee tarkastaa että käyttöraja-

tiloissa kuormien vaikutusten mitoitusarvo on pienempi tai yhtä suuri kuin käyttökelpoisuuden mukainen rajoittava mitoitusarvo.

### 3 RAJATILAMITOITUS

Rajatilamitoitus perustuu kyseessä olevaa rajatilaa varten muodostettuun rakenne- ja kuormitusmalliin. Mitoituksessa tarkastellaan ettei mikään rajatila saa ylittyä, kun rakenteelle on määritelty asianmukaiset mitoitusarvot kuormille, materiaali- ja tuoteominaisuuksille sekä tarkasteltavan poikkileikkauksen mitoille. Tarkastelu suoritetaan kaikille merkittävälle mitoitusilanteille ja kuormitustapauksille osavarmuuslukumenetelmän mukaisesti. Kutakin kuormitustapaustarkastelua varten valitaan kuormitustapaus siten, että selvitetään tarkasteltavaa tilannetta vastaava kuormituskaavio, siirtymätila, ja epätarkkuudet, jotka otetaan huomioon samanaikaisesti kiinteiden muuttuvien kuormien ja pysyvien kuormien kanssa.

#### 3.1 Murtorajatilamitoitus

Murtorajatilat luokitellaan siten, että murtorajatiloiksi katsotaan rakenteen tasapainon menetys, vaurioituminen tai murtuminen tai materiaalin väsymisestä aiheutuva vaurioituminen. Murtorajatilojen luokitukset liittyvät ihmisten ja omaisuuden tai tavaran suojaamiseen. Tarkasteltavia murtorajatiloja ovat jäykän kappaleen tai sen osan tasapainon menetys, liian suuri siirtymätila, rakenteen tai sen osan muuttuminen mekanismiksi, katkeaminen, rakenteen tai sen osan stabiiliuden menetys tai ajasta riippuvat vauriot, esimerkiksi väsyminen.

#### 3.2 Käyttörajatilamitoitus

Käyttörajatiloiksi luokitellaan rajatilat, jotka liittyvät rakenteen tai rakeneosien toimintaan normaaleissa käyttötilanteissa. Käyttörajatilojen luokitukset liittyvät ihmisten mukavuuteen tai rakennuskohteen ulkonäköön. Käyttörajatilamitoituksessa tarkastellaan siirtymät, värähtelyt ja mahdolliset vauriot, jotka vaikuttavat ulkonäköön, käyttäjien mukavuuteen, rakenteiden ja teknisten järjestelmien toimivuuteen sekä säilyvyyteen.

#### 3.3 Kuormien luokitus

Kuormat luokitellaan pääsääntöisesti ajallisen vaihtelun mukaisesti siten että pysyviä kuormia ovat esim. rakenteiden ja kiinteästi asennettavien laitteiden omat painot ja kutistumisen ja epätasaisten painumien aiheuttamat välilliset kuormat. Muuttuvia kuormia ovat esim. hyötykuormat, tuulikuormat ja lumikuormat. Lisäksi erikseen luokitellaan onnettomuuskuormat kuten räjähdykset tai törmäykset.

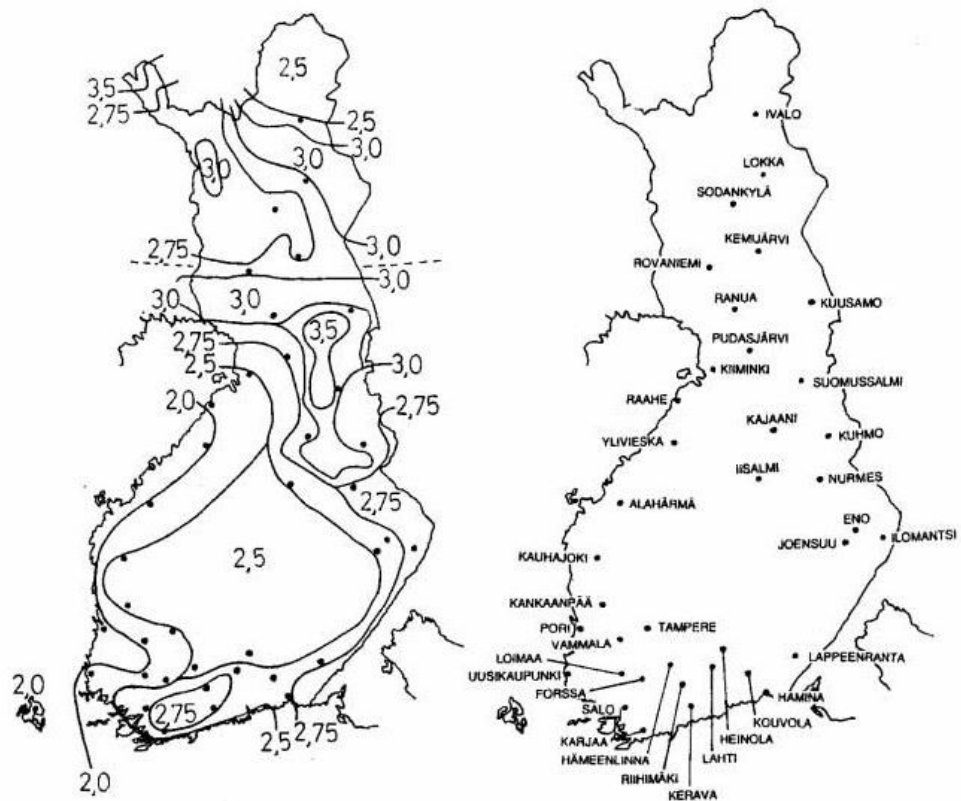
Kuormat voivat olla välillisiä tai välittömiä, kiinteitä tai liikkuvia sekä staattisia tai dynaamisia.

### 3.4 Kuormien ominaisarvot

Kuorman ominaisarvo  $F_k$  on kuormaa edustava pääasiallinen arvo joka määritellään keskiarvona, yläraja- tai alaraja-arvona tai nimellisarvona. Rakenteen oma paino voidaan ilmaista ominaisarvona, joka on laskettu nimellismittojen ja keskimääräisen tiheyden perusteella. Pysyvän kuorman ominaisarvo  $G_k$  voidaan määritellä tilastojen pohjalta. Muuttuvan kuorman ominaisarvo  $Q_k$  taas vastaa joko yläraja-arvoa jota ei tietyllä todennäköisyydellä ylitetä tai alaraja-arvoa, joka puolestaan tietyllä todennäköisyydellä saavutetaan tarkastelujakson aikana. Nimellisarvoa voidaan käyttää, kun tilastollista jakaumaa ei tunneta. Ilmastollisista olosuhteista aiheutuvien kuormien ominaisarvo perustuu yleensä 50 vuoden toistumisjaksoon. Siirtymät ja muodonmuutokset tarkastellaan murtorajatila-tarkastelujen yhteydessä.

#### 3.4.1 Lumikuorma

Rakenteiden mitoitus aloitettiin rakennuksen katolle tulevan lumikuorman määrittämisellä. Lumikuorma on muuttuva kiinteä kuorma joka kuuluu keskipitkään aikaluokkaan. Lumikuormat määritellään maanpinnan lumikuorman ominaisarvojen ja katon muotokertoimien avulla. Maanpinnan lumikuorman ominaisarvot saadaan aluekohtaisina esimerkiksi RIL 201-1-2011 julkaisusta. Maanpinnan lumikuorman ominaisarvo perustuu vuosittaisen ylittymisen keskimääräiseen todennäköisyyteen 0,02 (keskimäärin 50 vuoden toistumis- ja ylittymisaika). Kuvassa 1 esitetyt arvot ovat minimiarvoja. Minimiarvoja suurempia arvoja voidaan joutua tapauskohtaisesti käyttämään.



Kuva 1 Ominaislumikuormat maassa (RIL 201-1-2011 s.92)

Katolle kerääntyvän lumikuorman ominaisarvo  $s$  määritetään yhtälöllä

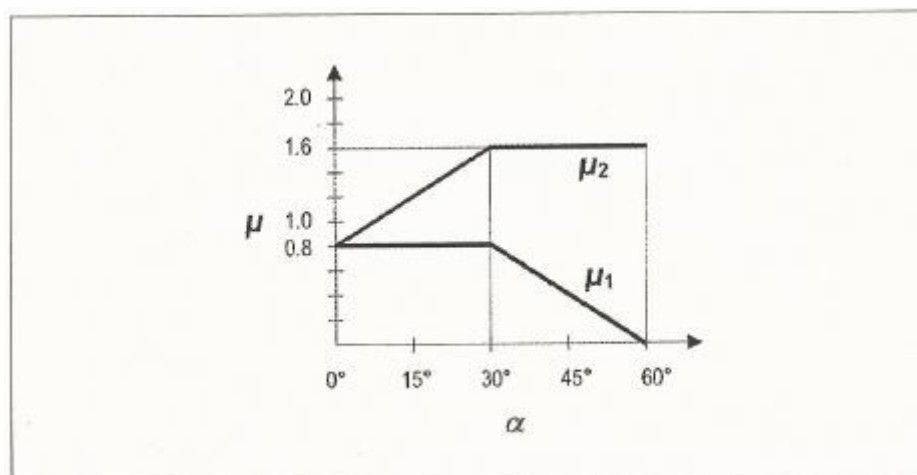
$$s = \mu_i C_e C_t S_k$$

jossa

- $\mu_i$  lumikuorman muotokerroin
- $S_k$  maassa olevan lumikuorman ominaisarvo ( $\text{kN/m}^2$ )
- $C_e$  tuulensuojakerroin (1,0 tavallinen tai 0,8 tuulinen) tavallisesti 1,0
- $C_t$  lämpökerroin, tavallisesti 1,0

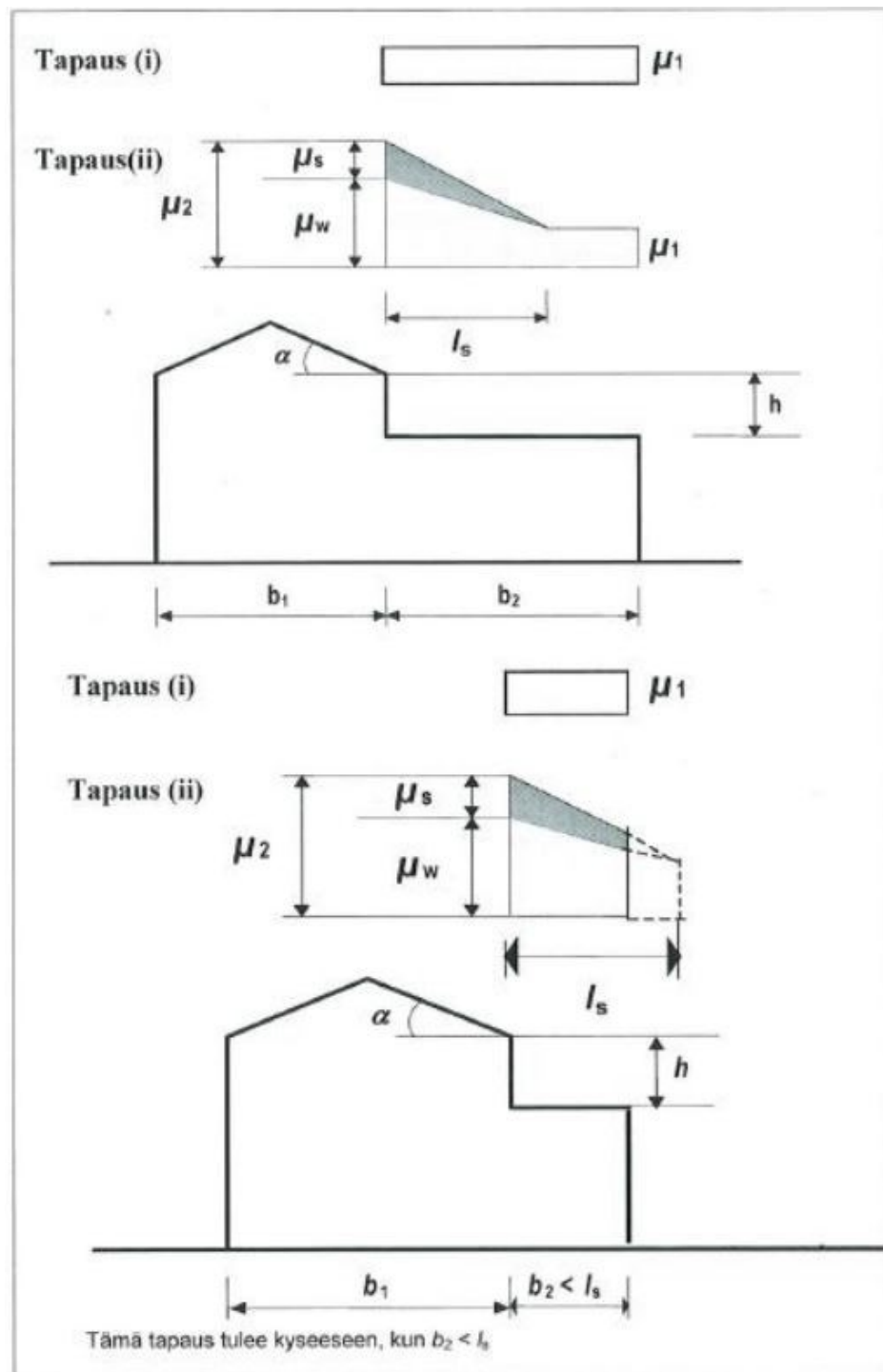
Muotokerroin  $\mu_i$  määritellään kuvan 2 mukaisesti siten että katon kaltevuuskulma  $\alpha$  ja kuorman vaikutusalue määritellään kuvasta 2. Muotokerroin määritellään kuvasta 2 siten että katsotaan kuvaajalta kaltevuuskulmaa sekä vaikutusaluetta vastaava muotokerroin.

Katon kaltevuuskulma $\alpha$	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1$	0,8	$0,8(60 - \alpha)/30$	0,0
$\mu_2$	$0,8 + 0,8 \alpha/30$	1,6	1,6



Kuva 2 Lumikuorman muotokertoimet (RIL 201-1-2011 s.95)

Korotetun lumikuorman määrittäminen tulee kysymykseen jos korkeampaa rakennuskohdetta vasten oleva katto on altis lumen kinostumiselle. Korkeampaa rakennuskohdetta vasten olevien kattojen yhteydessä käytettävien lumikuorman muotokertoimien arvot saadaan kuvan 3 mukaisesti.



Kuva 3 Korkeampaa rakennuskohdetta vasten olevien kattojen lumi-kuorman muotokertoimet (RIL 201-1-2011 s.100)

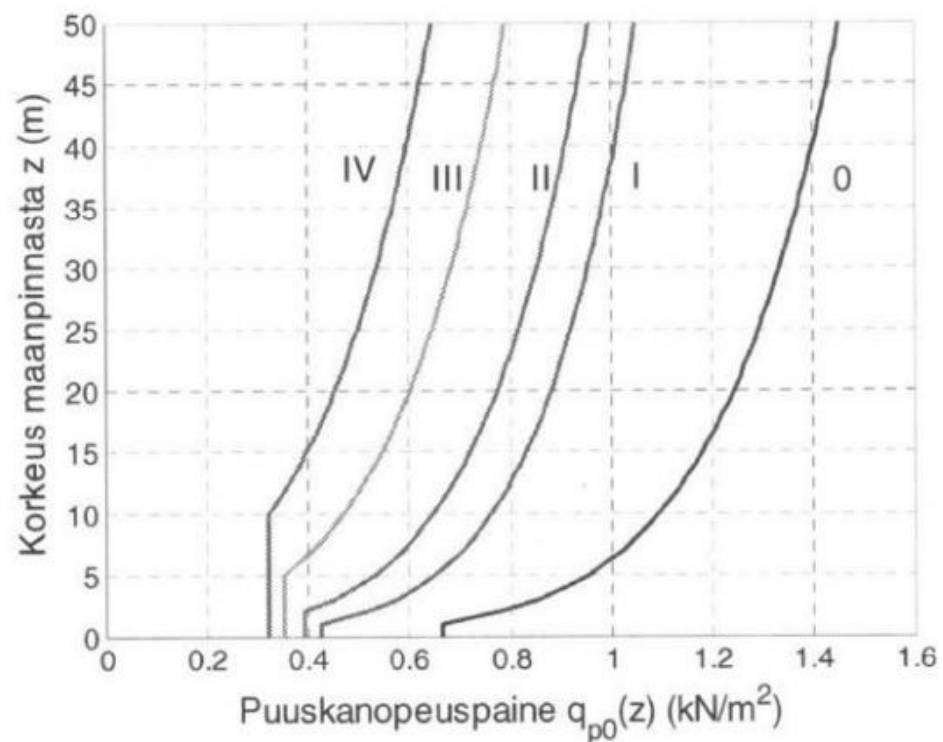
### 3.4.2 Tuulikuorma

Tuulikuormat ovat hetkellisiä muuttuvia kuormituksia. Tuulikuormat aiheuttavat rakennusten ulkopintoihin painetta tai imua. Tuulikuormat esitetään yksinkertaistettuna paineiden ja voimien joukkona, joilla on sama vaikutus kuin tuulenpuuskalla. Tuulikuorma luokitellaan kiinteäksi muuttuvaksi kuormaksi.

Tuulikuorman määrittäminen aloitetaan valitsemalla maastoluokka rakennuksen sijainnin mukaan.

Maastoluokka 0:	Meri, avoimen meren äärellä oleva rannikko-alue.
Maastoluokka I:	Järvi tai alue jolla on vähäistä kasvillisuutta eikä esteitä.
Maastoluokka II:	Alue, jolla on matalaa kasvillisuutta, kuten heinää tai ruohoa ja erillisiä esteitä (puita, rakennuksia), jotka ovat vähintään 20-kertaisen etäisyyden päässä toisistaan.
Maastoluokka III:	Alue, jolla on säännöllinen kasvipeite tai rakennuksia tai erillisiä esteitä, jotka ovat esteen 20-kertaista korkeutta lähempänä toisiaan (kuten kylät, esikaupunkialueet, pysyvä metsä).
Maastoluokka IV:	Alue, jolla vähintään 15 % alasta on rakennusten peitossa ja joiden keskimääräinen korkeus ylittää 15m. (RIL 201-1-2011)

Maastoluokan määrittämisen jälkeen määritellään tuulen nopeuspaine  $q_p(z)$ . Nopeuspaineen arvo riippuu maastoluokasta sekä rakennuksen korkeudesta. Nopeuspaineen arvo saadaan kuvasta 4.



Kuva 4 Tuulen nopeuspaineen ominaisarvo eri maastoluokissa (RIL 201-1-2011 s.132)



Rakennukseen vaikuttava kokonaistuulikuorma saadaan mitoitettua voimakertoimien avulla yhtälöllä 5.3 (RIL 201-1-2011)

$$F_w = C_s C_d C_f q_p(h) A_{ref}$$

jossa

$F_w$	kokonaistuulivoima (kN)
$C_s C_d$	rakennekerroin (yleensä voidaan käyttää arvoa 1,0)
$C_f$	voimakerroin
$q_p(h)$	maaston pinnan muodon mukaan modifioitu nopeuspaine, joka määritetään rakennuksen harjan korkeudella eli $z = h$
$A_{ref}$	tuulikuorman vaikutusala. ( $b \times h$ ), missä $b$ on rakennuksen leveys ”tuulen näkemänä”. (RIL 201-1-2011)

Voimakerroin  $C_f$  saadaan kuviosta x rakennuksen sivumittojen perusteella.

Pintoihin vaikuttavat tuulikuormat ja kokonaistuulivoima voidaan määrittää pintapaineiden avulla.

Ulkopuolinen kuorma

$$F_{w,e} = C_s C_d \sum W_e A_{ref}$$

missä

$W_e = q_p(z_e) C_{pe}$	yksittäiseen pintaan korkeudella $z_e$ vaikuttava ulkopuolinen paine
$C_{pe}$	nopeuspainekorkeus
$C_s C_d$	rakennekerroin (yleensä 1,0)
$A_{ref}$	yksittäisen pinnan tuulenpaineen vaikutusala

Sisäpuolinen kuorma

$$F_{w,i} = \sum W_i A_{ref}$$

missä

$W_i = q_p(z_i) C_{pi}$	yksittäiseen pintaan korkeudella $z_i$ vaikuttava ulkopuolinen paine
$C_{pi}$	Sisäisen paineen kerroin
$z_i$	sisäpuolisen paineen nopeuspainekorkeus
$A_{ref}$	yksittäisen pinnan tuulenpaineen vaikutusala

Pinnansuuntaisia kitkakuormia ei tässä mitoitustilanteessa tarvitse huomioida tuulen suuntaisten pintojen kokonaisalan ollessa alle neljä kertaa kaikkien tuulta vastaan kohtisuorien ulkopintojen kokonaisala. (RIL 201-1-2011)

Rakenneosien kannalta tuulikuorma saadaan yhtälöllä  $F_w = F_{w,e} + F_{w,i}$

#### 4 RAKENNUSHANKKEEN LÄHTÖTIEDOT

Osoite:	Ketarantie 4 33680 TAMPERE
Kiinteistötunnus:	837-505-4-87
Tontin pinta-ala:	266 450 m <sup>2</sup>
Kerrosala:	3378,8 m <sup>2</sup>
Huoneistoala:	3014,2 m <sup>2</sup>
Tilavuus:	15 631,5 m <sup>3</sup>

Rakennuksen paloluokka: P1

Suomen Adventtikirkon hallinto- koulurakennus on pääosin kaksikerroksinen. Rakennus on alun perin rakennettu kirjapainorakennukseksi, alkuperäinen rakennusvuosi 1960. Rakennus on ensimmäisen kerran muutettu osittain toimistotiloiksi vuonna 1995, jolloin rakennukseen rakennettiin koneellinen tulo- poistoilmanvaihtojärjestelmä. Rakennukseen on rakennettu Suomen Adventtikirkon ylläpitämän Tampereen kristillisen koulun opetustiloja ensimmäisen kerran vuonna 1998. Koulua on laajennettu entisiin kirjapainon tiloihin vuonna 2000, jolloin rakennettiin uusia luokkatiloja, sekä koulun tiloja palveleva erillinen ilmanvaihtolaitteisto. Koulutiloja on laajennettu myös vuonna 2006, jolloin rakennettiin kaksi uutta luokkatilaa entisiin kirjapainon tiloihin. Rakennukseen on rakennettu uusi laitoskeittiö vuonna 2009 palvelemaan Tampereen kristillisen koulun kasvannutta oppilasmäärää. Rakennuksen länsipäätyyn on rakennettu vuonna 2012 laajennus joka käsittää Tampereen kristillisen koulun käytössä olevan monitoimisalalin sekä liikuntasalin tarvitsemat aputilat, pukuhuoneet, wc-tilat, varastotilat, pelkästään liikuntahallia palvelevan IV-konehuoneen, aulatilat sekä opetuskäytössä hyödynnettävän parven. Vuonna 2016 tehtävässä saneerausessa olevia toimistotiloja muutettiin Tampereen kristillisen koulun opetustiloiksi sekä tiivistettiin toimistojen vaatimaa tilaa. Rakennuksen kellarikerrokseen rakennettiin uusi sisäänkäynti. Rakennuksen vesikatolle rakennettiin kokonaan uusi IV-konehuone laitteistoineen, entisten ilmanvaihtokoneiden laajennuskapasiteetin täytyttyä, ilmamäärien riittämättömyyden vuoksi. Uusi keskitetty ilmanvaihto, sekä uusi ilmanvaihtokone lämmöntalteenottolaitteistolla parantaa rakennuksen energiatehokkuutta huomattavasti. Rakennuksen ollessa osittain tai kokonaan käytössä koko rakennushankkeen ajan, joudutaan työmaalla miettimään työmaan turvallisuutta, logistiikkaa, aikataulua, työmaa-alueen rajaamista ja suojaamista sekä poistumisteiden pitämistä käytössä koko rakennushankkeen ajan.

## 5 RAKENNESUUNNITTELUN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuksen alkuperäisinä rakenteina on käytetty kalliolle perustettua teräsbetonirakenteista pilari- palkki- laattarakennetta. Kellarikerroksen ulkoseinät on rakennettu paikallavalettuna, maanpainetta vastaan raudoitettuina teräsbetonirakenteena. Sokkelihalkaisussa on käytetty lastubetonilevyä eli kauppanimeltään Toja-levyä. Ensimmäisen kerroksen ulkokuori on muurattu poltetuista tiilistä ja pinnoitteena on käytetty väri-rappausta ulkopinnassa sekä rappausta sisäpinnassa. Kellarikerroksen alapohjarakenteena on käytetty maanvaraista teräsbetonilaattaa. Kellarikerroksen ja ensimmäisen kerroksen välipohjarakenteena on käytetty paikalla valettua, yhteen suuntaan kantavaa teräsbetonilaattaa ja pinta-valua, joiden välissä lastubetonilevy 50mm. Yläpohjarakenteena on käytetty teräsbetonirakenteista alalaattapalkistoa, jonka päällä ovat puurakenteiset paikalla rakennetut vesikaton kannattajat. Lämmöneristeenä on käytetty ulkoseinissä 100mm mineraalivillaa tiilimuurausten välissä. Yläpohjan lämmöneristeenä on käytetty kutterinlastua ~500mm koko yläpohjan alueella. Rakennuksen alkuperäisissä lattiarakenteissa tiedettiin tutkitusti (asbestikartoitus) käytetyn asbestipitoisia laattoja, asbestipitoista liimaa sekä asbestipitoisia putkieristeitä. Rakennuksen tähänastisen elinkaaren aikana tehtyjen erinäisten muutosten takia ei kuitenkaan voitu olla varmoja, onko asbestipitoiset materiaalit asianmukaisesti poistettu aiemmin tehtyjen muutostöiden yhteydessä. Rakennushankkeessa varauduttiin siihen, että mikäli rakenteita avattaessa löydetään asbestipitoisia materiaaleja, ne poistetaan asianmukaisesti asbestipurkutöihin erikoistuneen toimijan toimesta.

### 5.1 Ensimmäinen suunnittelupalaveri

Rakennesuunnittelu aloitettiin rakennushankkeen kohteena olevan kiinteistön rakennekatselmuksella sekä suunnittelupalaverilla jossa mukana olivat kohteen pääsuunnittelija, LVI-suunnittelija, rakennuttajan edustajat sekä rakennesuunnittelija. Katselmuksessa selvitettiin olemassa olevat rakenteet, määriteltiin alustavasti uuden IV-konehuoneen mahdollinen sijainti rakennuksessa, sekä käytiin läpi tilaajan tarpeet ja toiveet muutostöihin liittyen. Kohteen aikataulun todettiin olevan jo hankkeen suunnitteluvaiheessa erittäin tiukka. Kohteesta saatiin arkkitehdin luonnos maaliskuun lopussa 2016. Rakentamisaikataulu sijoittuisi keväälle 2016 koskien osaa Suomen Adventtikirkon toimistotiloista sekä kesälle 2016 koskien Tampereen kristillisen koulun tiloja. Suomen Adventtikirkon toimistotilojen saneerausta jatkettaisiin vielä syksyllä 2016. Suunnittelupalaverissa sovittiin että rakennuslupahakemus jätetään mahdollisimman pian lupien käsittelyaikojen ollessa sillä hetkellä Tampereen kaupungilla 3-4 kuukautta. Rakennuslupahakemusta varten tarvittiin rakennetyypit.

Aikataulutus nousi tässä rakennushankkeessa erittäin merkittävään osaan hankkeen toteuttamiskelpoisuutta arvioitaessa. Rakennuksen ollessa osittain käytössä koko rakennushankkeen ajan jouduttiin aluksi miettimään tilaajan kanssa työjärjestys. Todettiin että ainoaksi vaihtoehdoksi jää saneeraus siten että uudet toimistotilat on rakennettava valmiiksi ennen kuin uusia Tampereen kristillisen koulun luokkatilojen rakentamista pystytään edes aloittamaan. Talossa sisällä tehtäviä muutostöitä, jotka eivät vaadi rakennuslupaa pystytään tekemään kuitenkin ennen rakennusluvan lainvoimaisuutta. Ensimmäiset muutostyöt käsittäisivät vain väliseinä- ja huonejärjestykseen tehtäviä muutoksia, jotka eivät muuta kantavia rakenteita, palo-osastojen rajoja tai poistumisteitä. Muutostyöt aloitettaisiin heti pääpiirustusten ja rakennetyyppien varmistuttua.

## 5.2 Toinen suunnittelupalaveri

Toisessa suunnittelupalaverissa käytiin läpi suunnitelmiin tehdyt muutokset ja päätettiin uuden IV-konehuoneen sijainti. LVI-suunnittelijalta saatiin myös arvio tulevan IV-koneen ulkomitoista sekä konehuoneen muusta tilantarpeesta. Pääpiirustukset päätettiin hyväksyä pienin muutoksin. Rakennuslupahakemukselle annettiin myös vihreää valoa sekä rakennuttajan että Tampereen kaupungin lupavalmistelijan toimesta, jolloin päästiin jättämään rakennuslupahakemus. Arkkitehdin kanssa keskusteltiin uuden IV-konehuoneen välipohjan rakenneratkaisuista, sekä uuden rakennettavan pääportaikon rakennevaihtoehdoista.

Suunnittelupalaverissa todettiin teräsbetonirakenteisen IV-konehuoneen olevan aikataulullisesti mahdoton betonin vaatiman kuivumis- ja lujittumisajan takia. Uuden IV-koneen tulisi olla käytössä viimeistään 19.8.2016 Tampereen kristillisen koulun lukukauden alkaessa. Päätettiin että rakennesuunnittelija ehdottaa soveltuvaa rakennetta seuraavaan kokoukseen mennessä. Kantaviin rakenteisiin ei kuitenkaan pystytä tekemään muutoksia ennen rakennusluvan lainvoimaisuutta. Kaupungilta saatiin arvio siitä että rakennuslupa myönnetään heinäkuun alussa 2016.

## 5.3 Kolmas suunnittelupalaveri

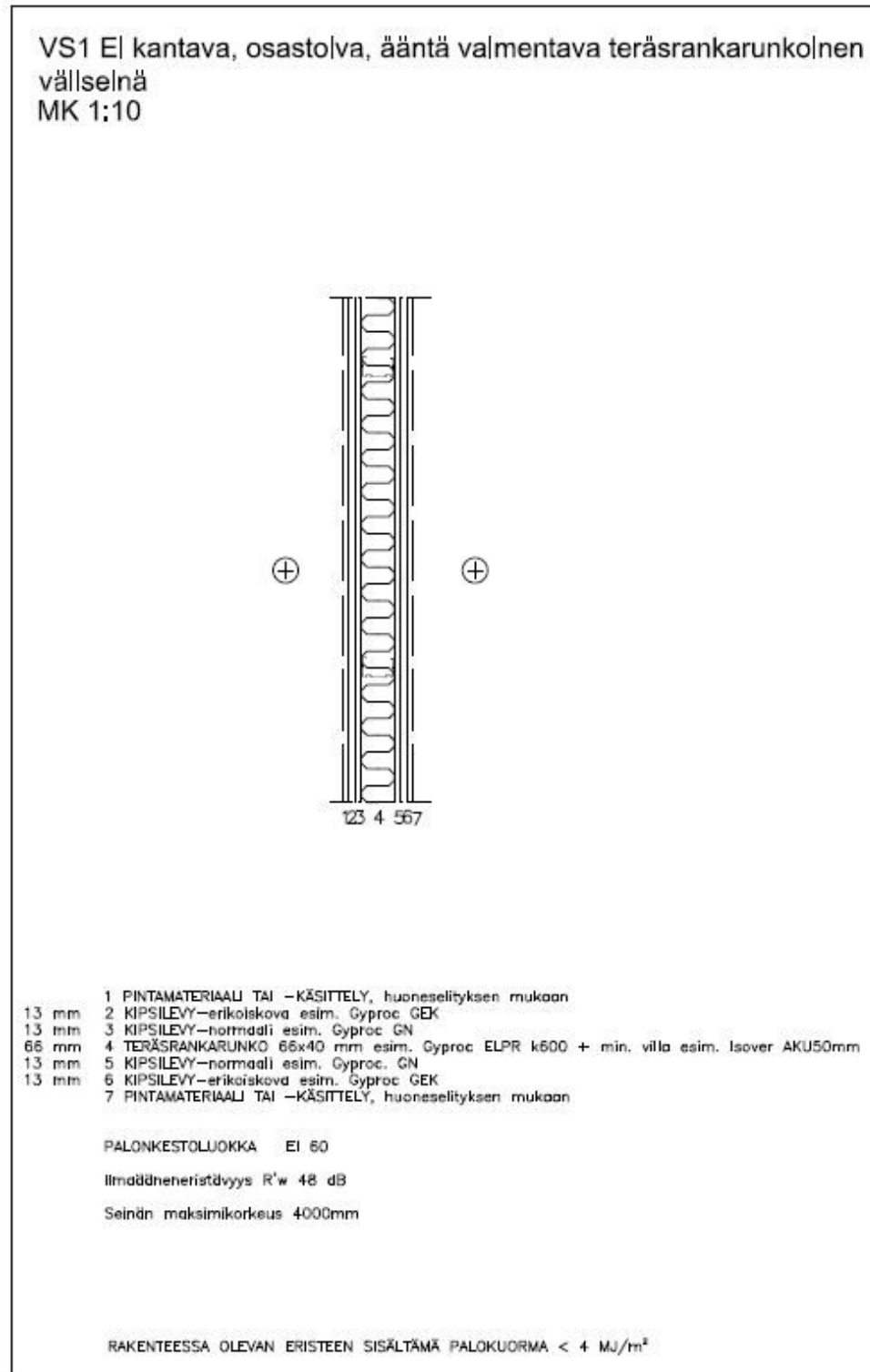
Kolmannessa suunnittelupalaverissa käytiin vielä läpi uuden IV-koneen rakennesuunnittelulle asettamat vaatimukset, konehuoneen sisäkorkeus, IV-jäteilmapiipun sijainti suhteessa IV-konehuoneen runkoon sekä uusien kanavien vaatima tilantarve uuden IV-konehuoneen sisällä.

# 6 RAKENNETYYYPIT

Rakennesuunnittelu aloitettiin rakennetyyppien määrittämisellä. Rakennetyyppi on leikkauskuva rakenteesta, jossa esitetään rakenteessa käytettävät mitat ja materiaalit, sekä tarvittaessa ääneneristävyys, palonkestoluokka, sekä muut mahdolliset rakenteelle asetetut rajoitukset tai määräykset. Rakennetyyppien valintaan vaikuttavat arkkitehtisuunnitelmat, jotka määrittävät ulkonäköön liittyvät asiat, sekä eri rakennusosille asetetut vaatimukset arkkitehdin, tilaajan ja käyttäjän toimesta. Lisäksi rakennetyyppien valintaan tässä tapauksessa vaikuttaa suomen rakentamismääräyskokoelmasta saatavat määräykset rakenteiden paloturvallisuudelle, ääneneristävyydelle, sekä energiatehokkuudelle. Rakennetyypit oikeassa mittakaavassa esitetään liitteessä 1, piirustusnumero 058-16-1.

## 6.1 Väliseinän rakennetyyppi VS1

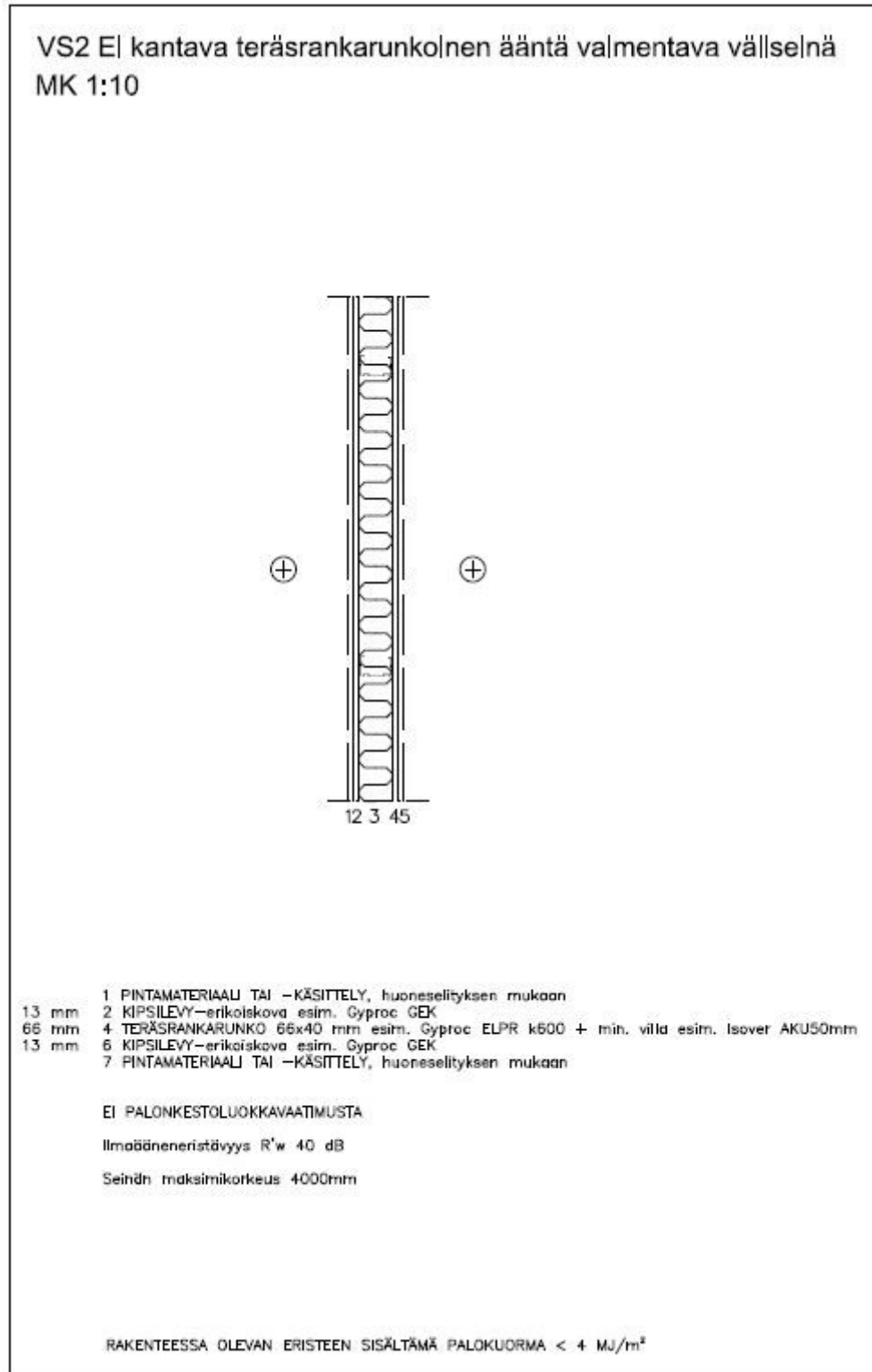
Väliseinän VS1 rakennetyypiksi valittiin oheisen kuvan mukainen kevytrakenteinen osastoiva, ääntä vaimentava väliseinärakenne. Rakennetyypin valintaan vaikuttivat seinärakenteelle asetetut palonkestoluokka- sekä ääneneristävyysvaatimukset.



Kuva 5 Väliseinän rakennetyyppi VS1

## 6.2 Väliseinän rakennetyyppi VS2

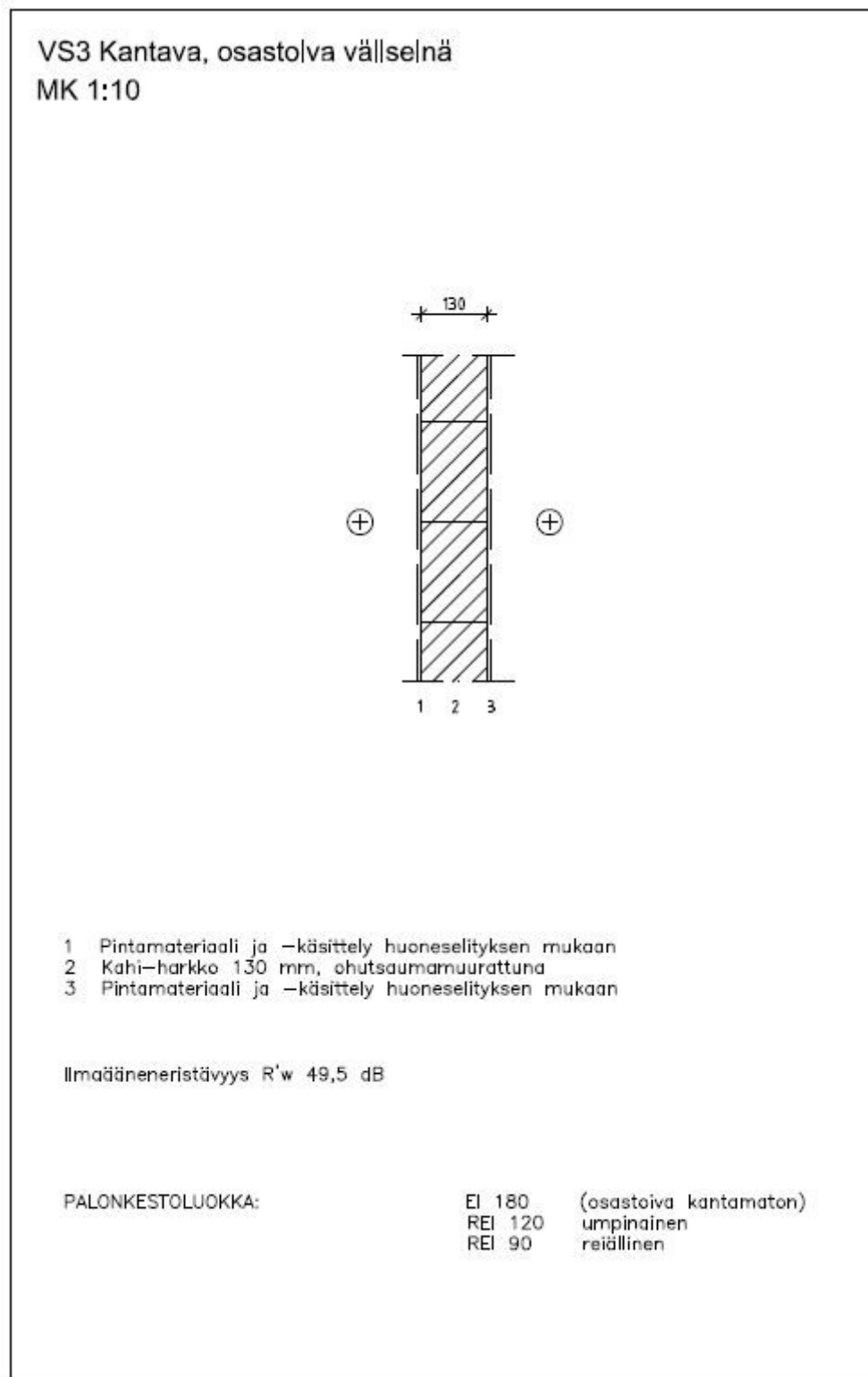
Väliseinän VS2 rakennetyypiksi valittiin oheisen kuvan mukainen kevytrakenteinen ääntä vaimentava väliseinärakenne. Rakennetyypin valintaan vaikuttivat seinärakenteelle asetetut ääneneristävyysvaatimukset.



Kuva 6 Väliseinän rakennetyyppi VS2

### 6.3 Väliseinän rakennetyyppi VS3

Väliseinän VS3 rakennetyypiksi valittiin oheisen kuvan mukainen muurattu osastoiva väliseinärakenne. Rakennetyypin valintaan vaikuttivat seinärakenteelle asetetut palonkestoluokkavaatimukset.

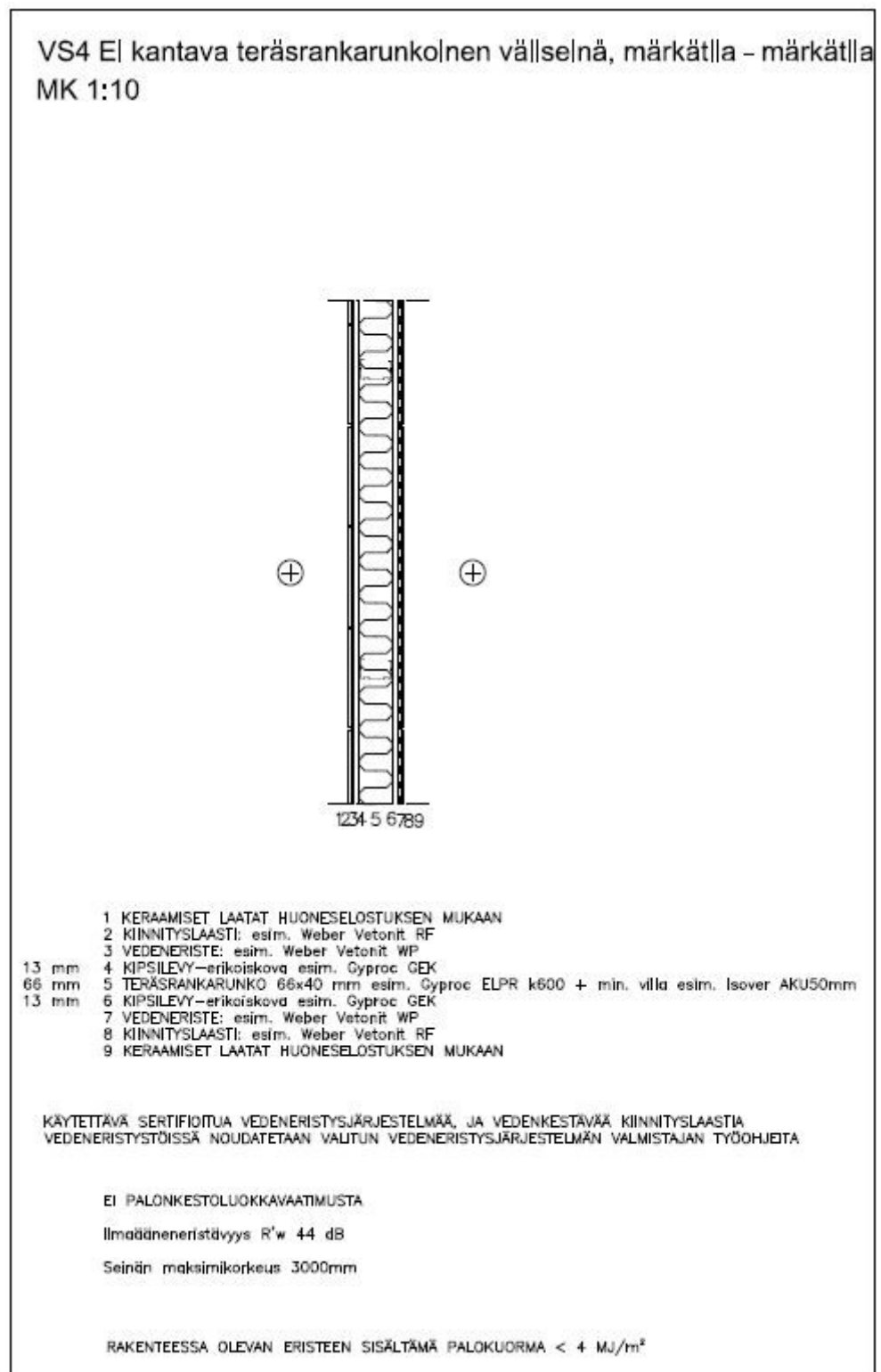


Kuva 7 Väliseinän rakennetyyppi VS3



#### 6.4 Väliseinän rakennetyyppi VS4

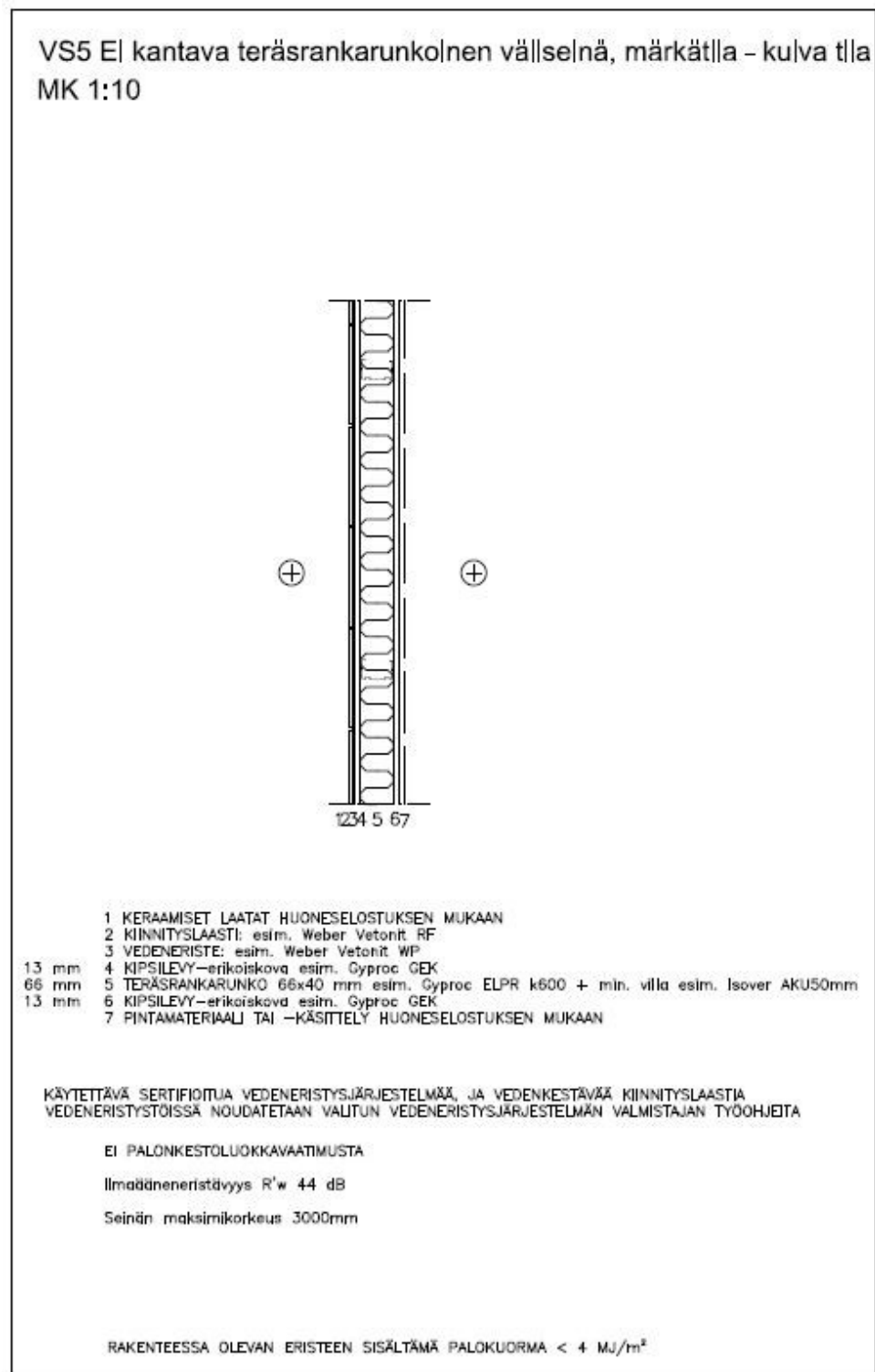
Väliseinän VS4 rakennetyypiksi valittiin oheisen kuvan mukainen kevytrakenteinen väliseinärakenne.



Kuva 8 Väliseinän rakennetyyppi VS4

## 6.5 Väliseinän rakennetyyppi VS5

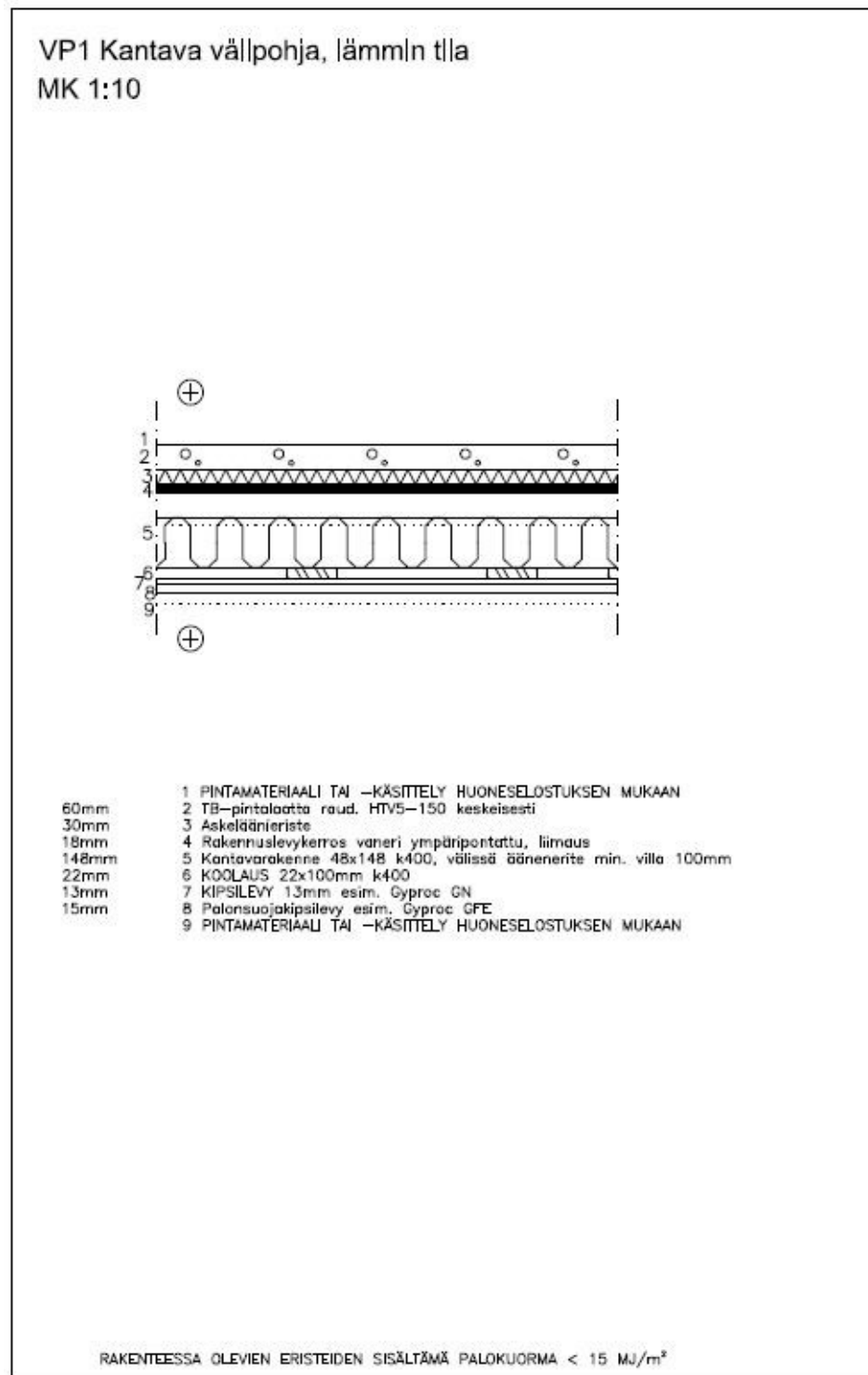
Väliseinän VS5 rakennetyypiksi valittiin oheisen kuvan mukainen kevytrakenteinen väliseinärakenne.



Kuva 9 Väliseinän rakennetyyppi VS5

## 6.6 Välipohjan rakennetyyppi VP1

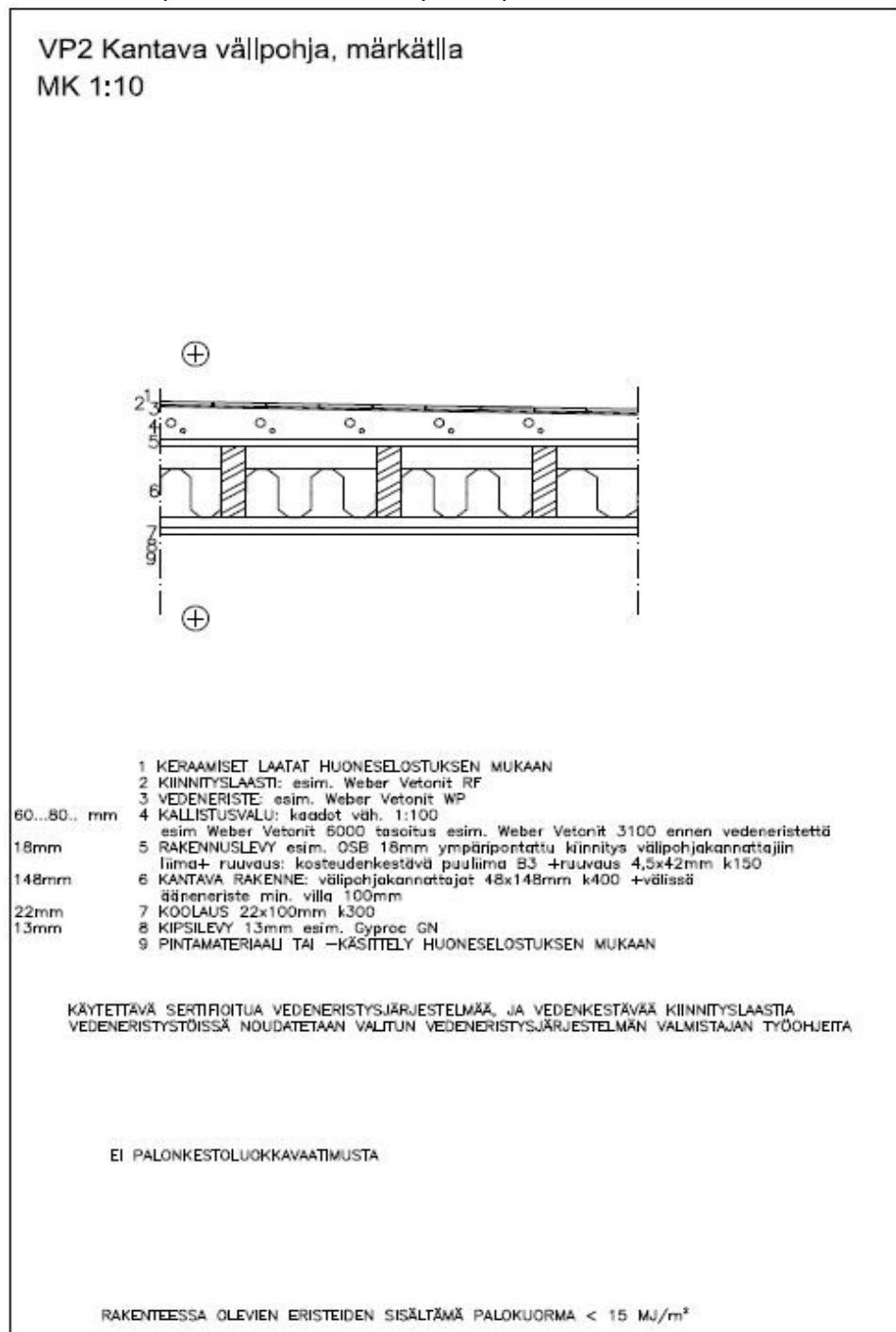
Välipohjan VP1 rakennetyypiksi valittiin oheisen kuvan mukainen puurakenteinen välipohjarakenne. Rakennetyypin valintaan vaikuttivat rakenteen sijainti rakennuksessa, koska uusi välipohjarakenne on tarkoitus tehdä entisen porraskokouksen tilalle. Rakenteessa päätettiin käyttää puurakenteista välipohjaa teräsbetonirakenteen sijaan betonin kuivumisajan takia. Lattia tuli pystyä pinnoittamaan mahdollisimman nopeasti.



Kuva 10 Välipohjan rakennetyyppi VP1

## 6.7 Välipohjan rakennetyyppi VP2

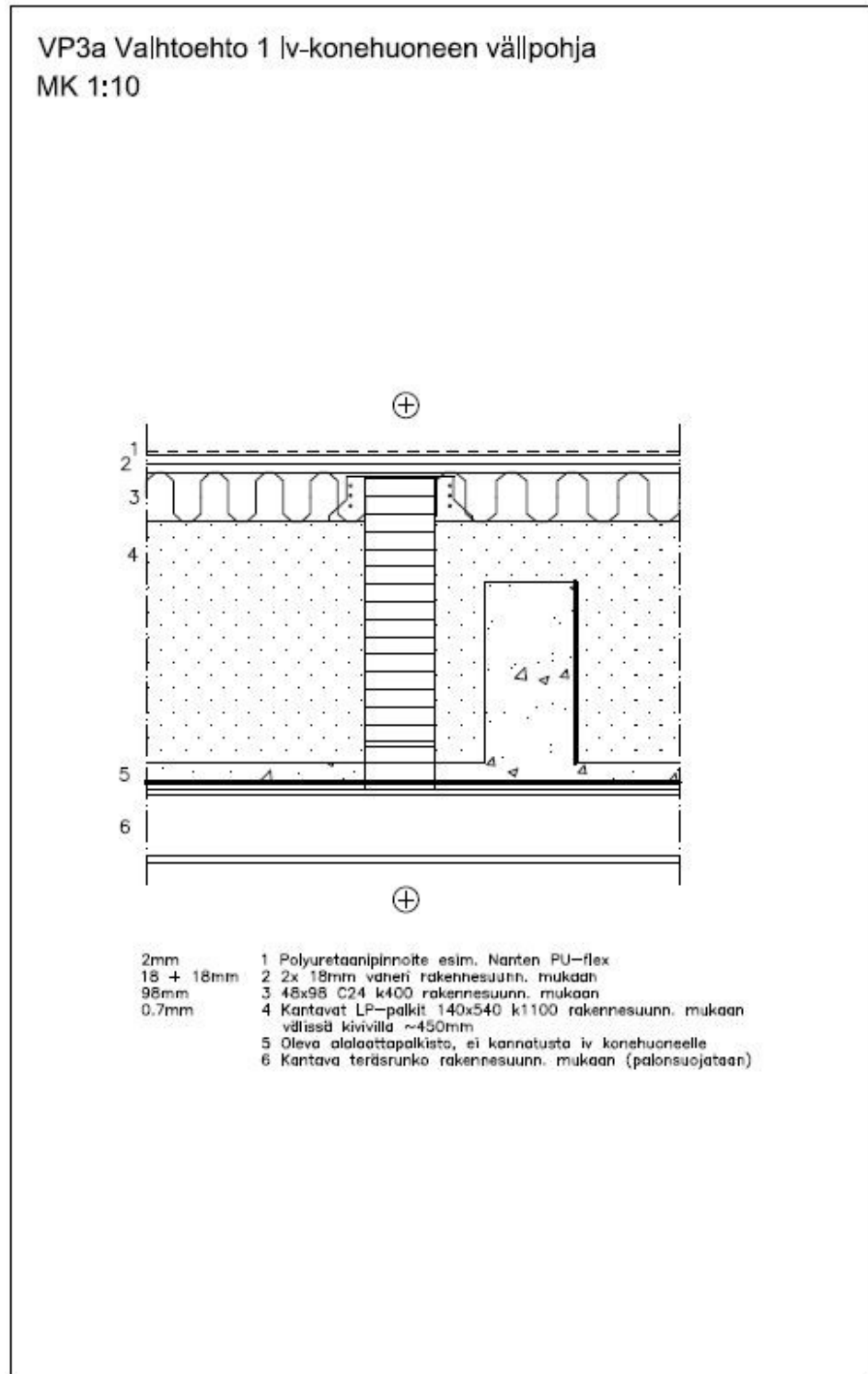
Välipohjan VP2 rakennetyypiksi valittiin oheisen kuvan mukainen puurakenteinen välipohja. Rakennetyypin valintaan vaikutti rakenteen sijainti rakennuksessa, uusi välipohjarakenne on tarkoitus tehdä entisen porasaukon tilalle. Rakennuksessa tulevaisuudessa tehtävissä muutoksissa portaikko pystytään kohtalaisen helposti ottamaan uudelleen käyttöön. Rakenteessa päätettiin käyttää puurakenteista välipohjaa teräsbetonirakenteen sijaan betonin kuivumisajan takia. Lattia tuli pystyä pinnoittamaan mahdollisimman nopeasti. Pintabetonilaatta pystytettiin näin ollen tekemään nopeasti kuivuvasta, nopeasti pinnoitettavasta lattiamassasta.



Kuva 11 Välipohjan rakennetyyppi VP2

## 6.8 Välipohjan rakennetyyppi VP3a

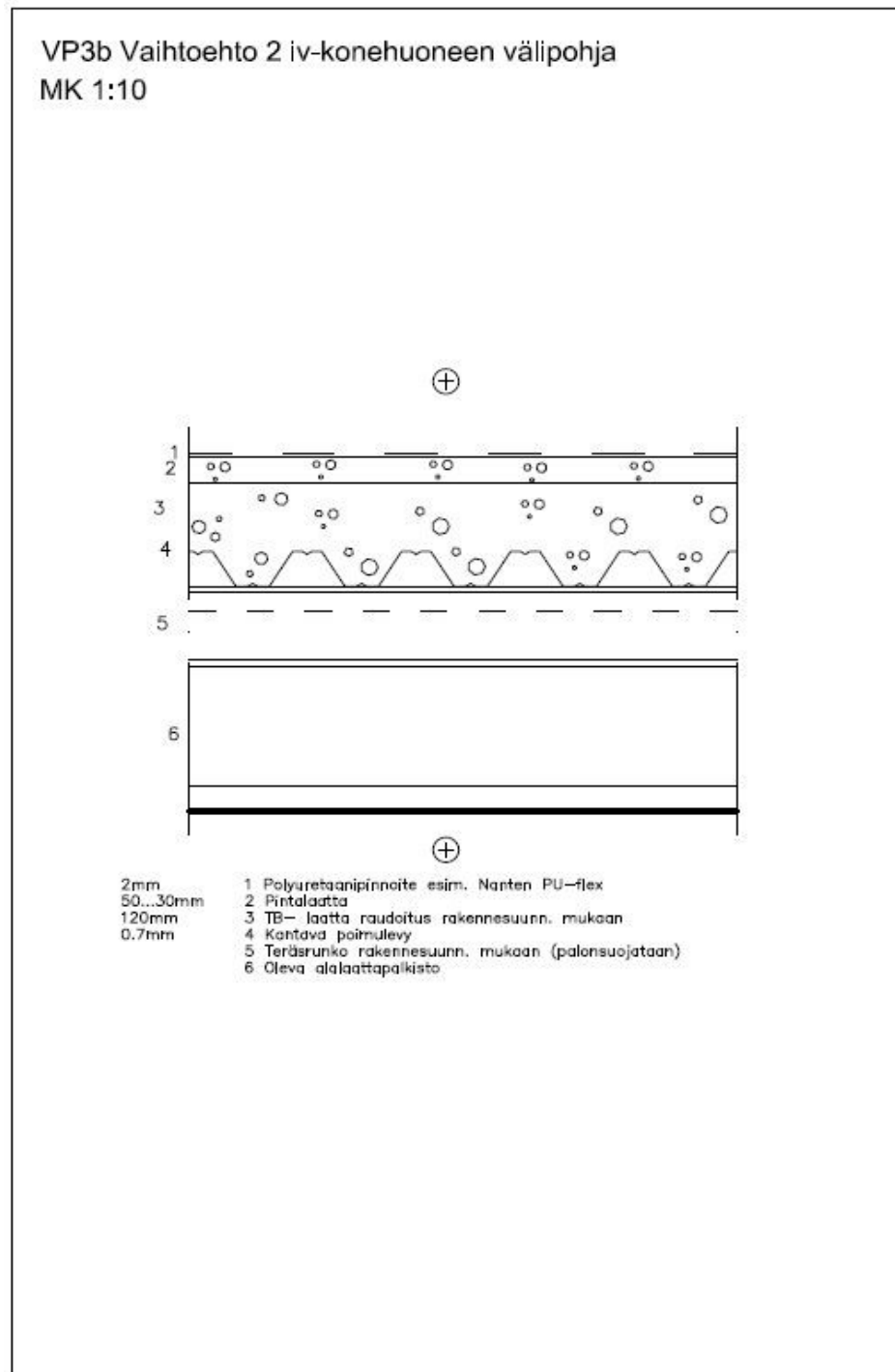
Välipohjan VP3a rakennetyypiksi valittiin alustavasti oheisen kuvan mukainen välipohjarakenne. Rakennetyypin valintaan vaikutti ensisijaisesti asennusnopeus osat pystytään esivalmistamaan hyvin pitkälle, joten asennusaika jää lyhyeksi.



Kuva 12 Välipohjan rakennetyyppi VP3a

## 6.9 Välipohjan rakennetyyppi VP3b

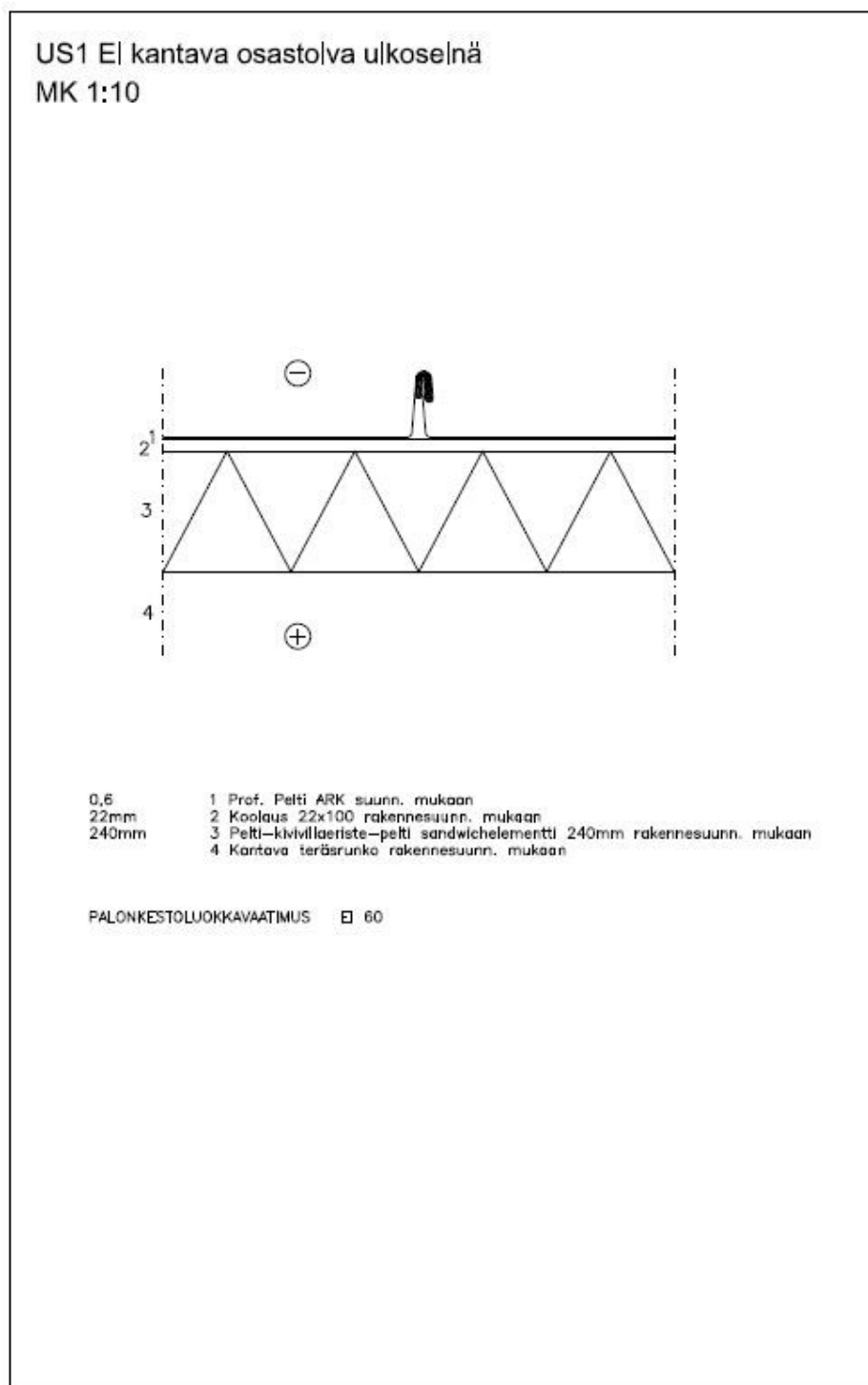
Välipohjan VP3a rakennetyypiksi valittiin alustavasti oheisen kuvan mukainen välipohjarakenne. Rakennetyypin valintaan vaikutti ensisijaisesti rakenteen edullinen hinta, mutta rakennetyyppi jätettiin kokonaan pois poimulevyn päälle tehtävän teräsbetonirakenteen betonin kuivumisajan takia. IV-konehuoneen lattia täytyi pystyä pinnoittamaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta koneiden ja laitteiden asennuksille jäi mahdollisimman paljon aikaa. Välipohjan rakennetyyppi VP3a muutettiin lopullisiin kuviin rakennetyypiksi VP3.



Kuva 13 Välipohjan rakennetyyppi VP3b

## 6.10 Ulkoseinän rakennetyyppi US1

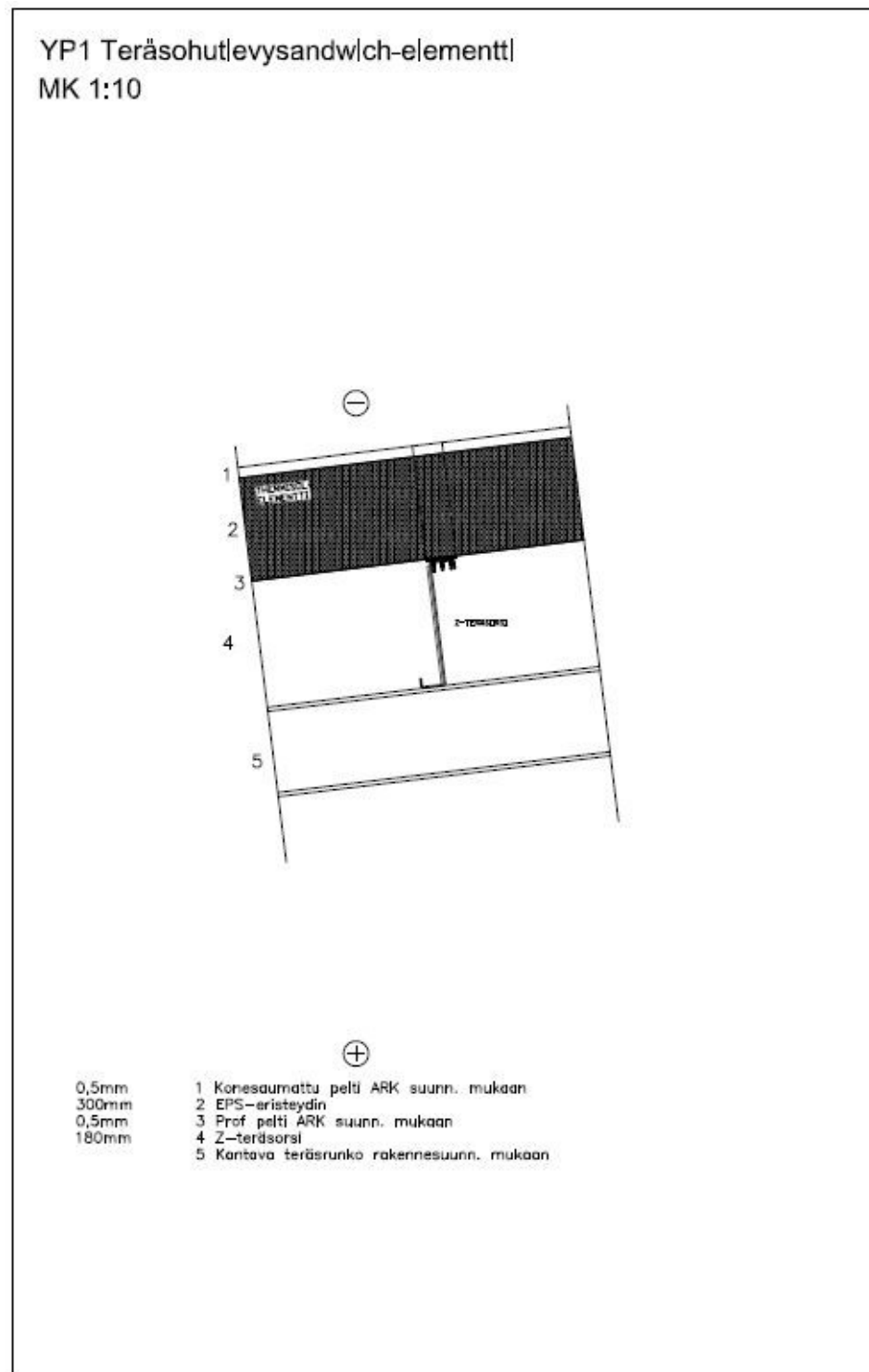
Ulkoseinän US1 rakennetyypiksi valittiin oheisen kuvan mukainen teräsohutelvyelementti. Rakennetyypin valintaan vaikuttivat arkkitehtisuunnitelmista saatava julkisivulle haluttu ulkonäkö, sekä IV-konehuoneen osastoivalle rakennusosalle asetetut vaatimukset. Lisäksi valintaan vaikutti elementtirakentamisen nopeus verrattuna paikalla tehtäviin rakenteisiin, sekä se että elementeistä tehdyillä rakenteilla rakennuksen vesikatko saatiin mahdollisimman pian umpeen ja vesitiiviiksi.



Kuva 14 Ulkoseinän rakennetyyppi US1

### 6.11 Yläpohjan rakennetyyppi YP1

Yläpohjan rakennetyypiksi YP1 valittiin oheisen kuvan mukainen teräsohutelvyelementti. Rakennetyypin valintaan vaikutti arkkitehtisuunnitelmista saatava julkisivulle haluttu ulkonäkö. Lisäksi valintaan vaikutti elementtirakentamisen nopeus verrattuna paikalla tehtäviin rakenteisiin, sekä se että elementeistä tehdyillä rakenteilla rakennuksen vesikatto saatiin mahdollisimman pian umpeen ja vesitiiviiksi.

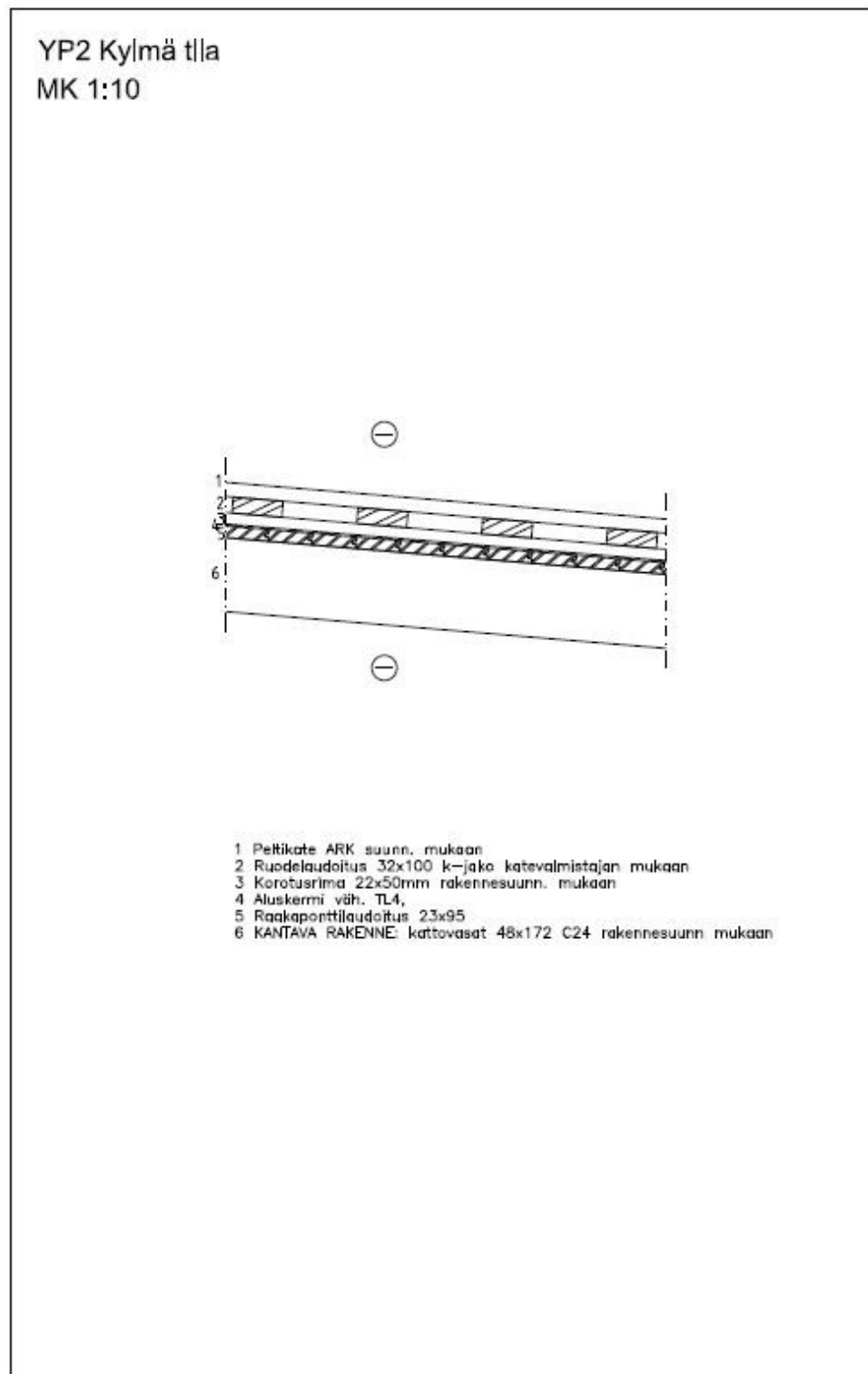


Kuva 15 Yläpohjan rakennetyyppi YP1



## 6.12 Yläpohjan rakennetyyppi YP2

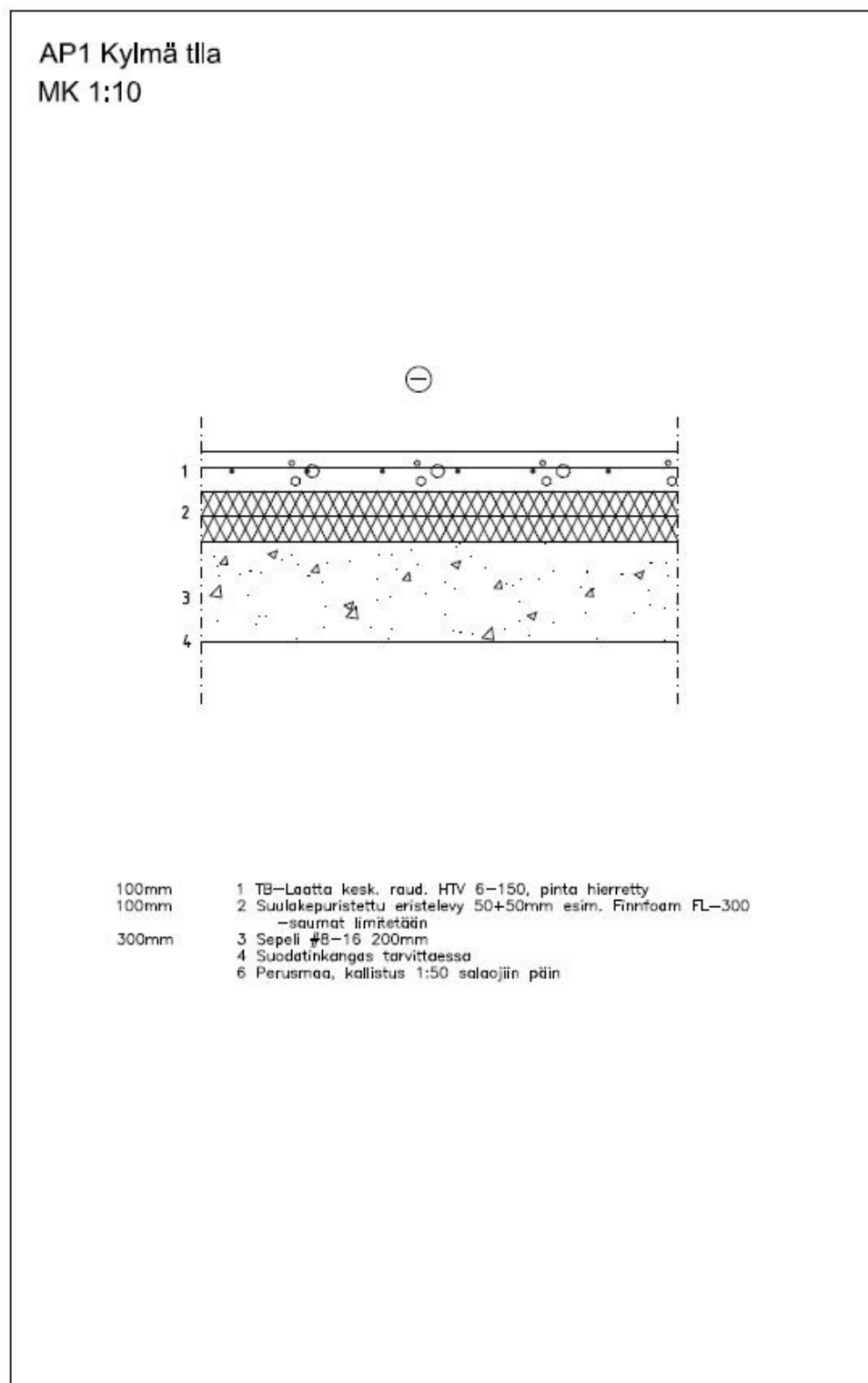
Yläpohjan rakennetyypiksi YP2 valittiin oheisen kuvan mukainen puurakenteinen yläpohjarakenne. Rakennetyypin valintaan vaikutti arkkitehtisuunnitelmista saatu julkisivulle haluttu ulkonäkö.



Kuva 16 Yläpohjan rakennetyyppi YP2

### 6.13 Alapohjan rakennetyyppi AP1

Alapohjan rakennetyypiksi AP1 valittiin oheisen kuvan mukainen maanvarainen teräsbetonirakenne.



Kuva 17 Alapohjan rakennetyyppi AP2

## 7 IV-KONEHUONEEN RAKENNESUUNNITTELU

IV-konehuoneen rakennesuunnittelu aloitettiin määrittelemällä rungossa käytettävä materiaali. Rungon materiaaliksi valittiin esivalmistetuista teräsosista koottu runko. Teräsrakenteiseen runkoon päädyttiin, koska asennusajasta haluttiin mahdollisimman lyhyt. Tällä tavoin olemassa olevan rakennuksen vesikattorakenteita ei tarvinnut pitää tarpeettomasti pitkiä aikoja tilapäisesti sääsuojattuna. Teräsrunkoa pystyttiin asentamaan yhtä aikaa uutta ilmanvaihtokonetta koottaessa, lukuun ottamatta vesikaton kannattajia ja keskimmäisen kehän kantavaa teräspalkkia. Teräsrungon etuina pidettiin myös yksinkertaisia liittymisratkaisuja oleviin rakenteisiin sekä rakenteen keveyttä. Teräsrunkoa voidaan pitää myös ympäristöystävällisenä vaihtoehtona korkean kierrätettävyytensä ansiosta. Esivalmistettu teräsrunko ei myöskään vaadi tulitöiden tekemistä rakennuspaikalla. Tulitöiden suorittaminen olisi tässä tapauksessa ollut erittäin riskialtista olemassa olevan rakennuksen yläpohjan lämmöneristeenä käytetyn kutterinlastun takia. Entiset yläpohjan eristeenä käytetyt kutterinlastut jouduttiin poistamaan ilmanvaihtokonehuoneen pohjan alaa suuremmalta alueelta. Rakennevaihtoehdoksi esitettiin myös puurakenteita ja päädyttiin käyttämään teräsrakennetta konehuoneen runkorakenteena, sekä puurakennetta konehuoneen välipohjarakenteena. Hankkeen alkuvaiheessa tutkittiin myös vaihtoehtoa, jossa koko ilmanvaihtokonehuone olisi esivalmistettu tilaelementti, joka voitaisiin nostaa yhtenä kappaleena esivalmistetun alustan päälle. Tilaelementtikonehuone jouduttiin kuitenkin hylkäämään vaihtoehtojen joukosta liian pitkän toimitusajan takia. Uuden iv-konehuoneen teräsrungon suunnitelma esitetään liitteessä 1, piirustusnumero 058-16-11.

### 7.1 Teräsrungon mitoitus

Konehuoneen rungon pilareiden profiileiksi valittiin alustavasti HE160B ulkoseinäelementtien tarvitseman tukipinnan takia. Kestävyytensä puolesta kohteessa olisi voitu käyttää pienempää poikkileikkausta pilareiden osalta. Pienempää poikkileikkausta käytettäessä, ulkoseinäelementeille olisi pitänyt tehdä tukipinnan levitys profiiliin esimerkiksi hitsaamalla tukipintaa levittävä lisäosa pilarin kylkeen. Päädyttiin kuitenkin siihen tulokseen että on kannattavampaa käyttää suoraan sopivaa profiilia kuin käyttää lisää työaika pienemmän poikkileikkauksen omaavan sopivan profiilin valmistamiseksi. Teräsrungosta tehtiin myös osien valmistuspiirustukset, joita tässä opinnäytetyössä ei käsitellä. Mitoituslaskelma esitetään kokonaisuudessaan liitteessä 2.

Rakennuksen osalle määritellään suunnittelukäyttöikä, tässä tapauksessa 50v. Rakennuksen laajennettavalle osalle määritellään seuraamusluokka,

tässä tapauksessa CC2 ja luotettavuusluokaksi RC2 taulukon 2, mukaisesti.

Seuraamusluokka	Kuvaus	Rakennuksia sekä maa- ja vesirakennuskohteita koskevia esimerkkejä
CC3	<b>Suuret</b> seuraamukset hengenmenetysten <i>tai hyvin suurten</i> taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Pääkatsomot; julkiset rakennukset, joissa vaurion seuraamukset ovat suuret (esim. konserttitalo)
CC2	<b>Keskisuuret</b> seuraamukset hengenmenetysten tai <b>merkittävien</b> taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Asuin- ja liikerakennukset; julkiset rakennukset, joissa vaurion seuraamukset ovat keskisuuret (esim. toimistorakennus)
CC1	<b>Vähäiset</b> seuraamukset hengenmenetysten <i>tai pienten tai merkityksettömien</i> taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Maa- ja metsätalousrakennukset, joissa ei yleensä oleskele ihmisiä (esim. varastorakennukset), kasvihuoneet

Seuraamusluokka	Kertoimen $K_{F1}$ arvot
CC3	1,1
CC2	1
CC1	0,9

Kuva 18 Seuraamusluokka (NA SFS-EN1990)

Rakennus jäykistetään rungon poikkisuunnassa mastopilarein ja rungon pituussuunnassa mastopilareiden väliin asennettavilla vinositeillä. Päätysseinät tuetaan tuulipilareilla perustuksiin ja katon rakenteen välityksellä jäykistäviin vinositeisiin.

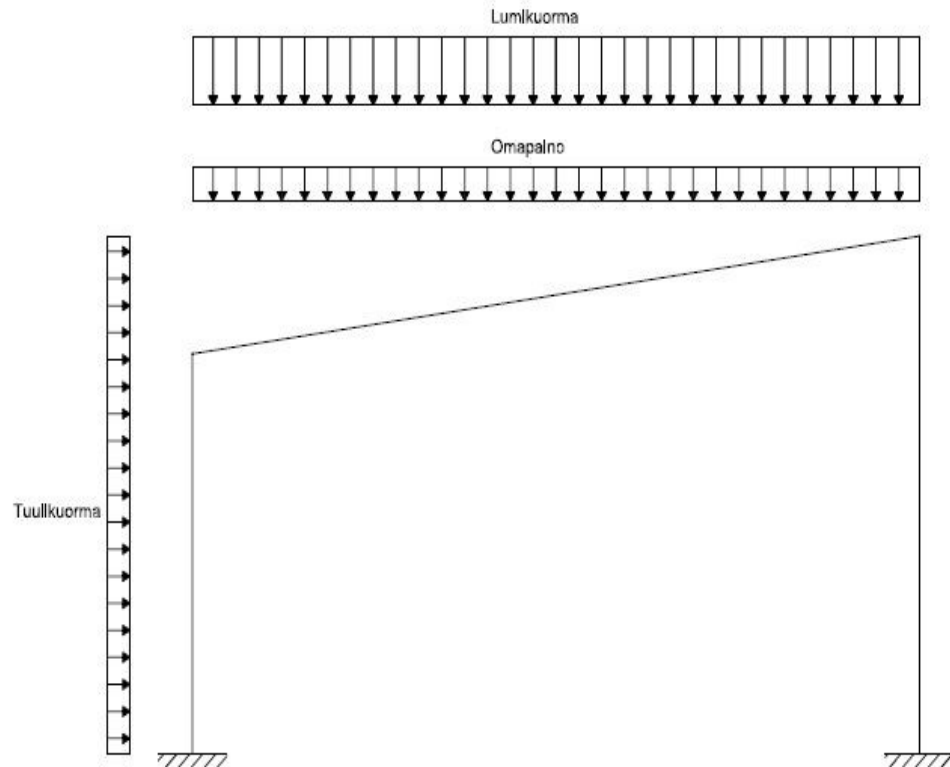
Iv-konehuoneen rungon pystykuormat koostuvat yläpohjan ja pääkannattimien omasta painosta sekä lumikuormasta. Rakennus sijaitsee Tampe-reella, joten maanpinnan lumikuorman ominaisarvoksi  $s_k$  saadaan  $2,5 \text{ kN/m}^2$ .

Katolla olevan lumikuorman ominaisarvoksi saadaan näin ollen:

$$q_k := \mu \cdot s_k = 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

### 7.1.1 Mastopilarin mitoitus:

Mastopilarin mitoitusta varten määritellään ensin tarkasteltavan rakenteen rakennemalli, sekä kyseeseen tulevat kuormitusyhdistelmät



Kuva 19 Uuden IV-konehuoneen teräsrungon rakennemalli

Iv-konehuoneen rungon vaakakuormat koostuvat tuulikuormasta, tuulen kitkavoimasta ja epätarkkuuksista.

Tuulen paineeksi, maastoluokan II perusteella kun rakennuksen kokonaiskorkeus on <10m, saatiin,

$$q_{p,0,z} := 0.63 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Rakennuksen osan pitkän sivun kokonaistuulikuormaksi  $F_{w1}$  saatiin voimakerronmenettelyllä,

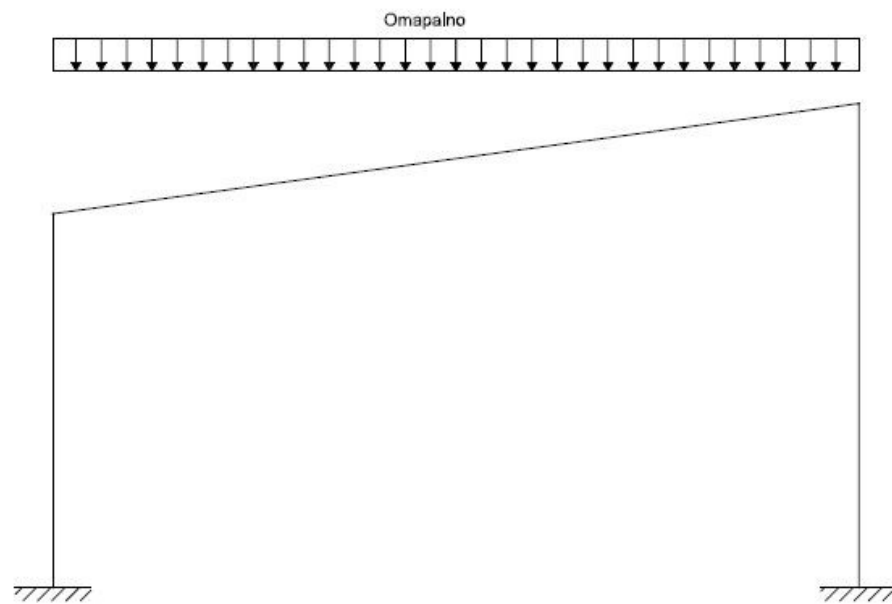
$$F_{w,1} := c_{scd} \cdot c_{f1} \cdot q_{p,0,z} \cdot A_{ref,1} = 42.431 \cdot \text{kN}$$

Rakennuksen osan päädyn kokonaistuulikuormaksi saatiin voimakerronmenettelyllä,

$$F_{w,2} := c_{scd} \cdot c_{f2} \cdot q_{p,0,z} \cdot A_{ref,2} = 15.8 \cdot \text{kN}$$

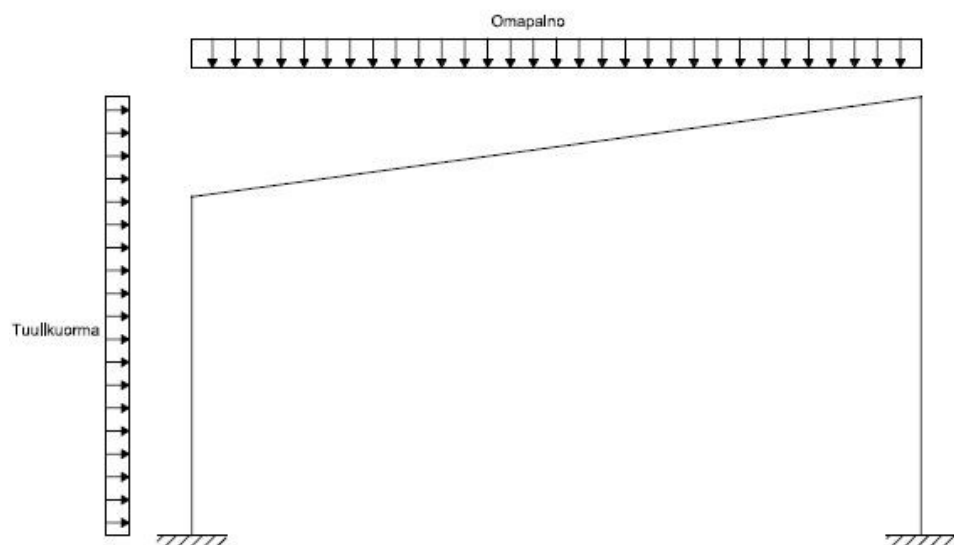
Tuulen kitkavoimia ei tässä tapauksessa tarvitse ottaa huomioon koska tässä kohteessa kaikkien tuulensuuntaisten pintojen kokonaisala on alle neljä kertaa kaikkien tuulta vastaan kohtisuorien ulkopintojen kokonaisala.

Kuormitusyhdistelmät määritellään tarkasteltavan rakenteen mukaisesti. Rakenteen mitoituksessa mitoittavana kuormitusyhdistelmänä käytetään rakenteelle epäedullisinta kuormitusyhdistelmää, jolloin rakenne saa suurimman haitallisen kuormituksen.



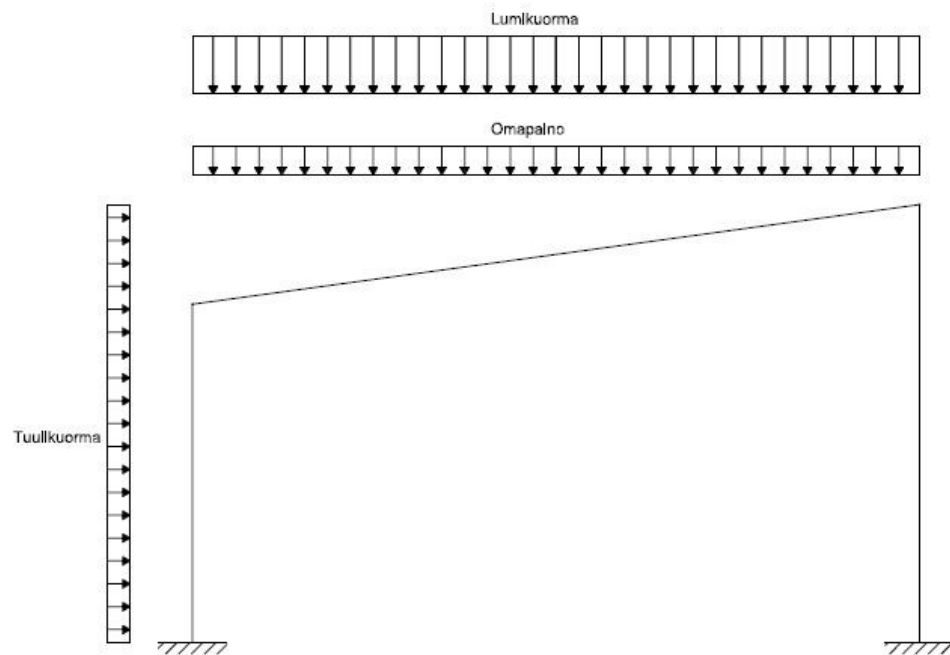
Kuva 20 Kuormitusyhdistelmä KY1

$$\text{KY1:} \quad \gamma_G * K_{Fl} * G_{kj.sup} = 1,35 * 1,0 * G_{kj.sup}$$



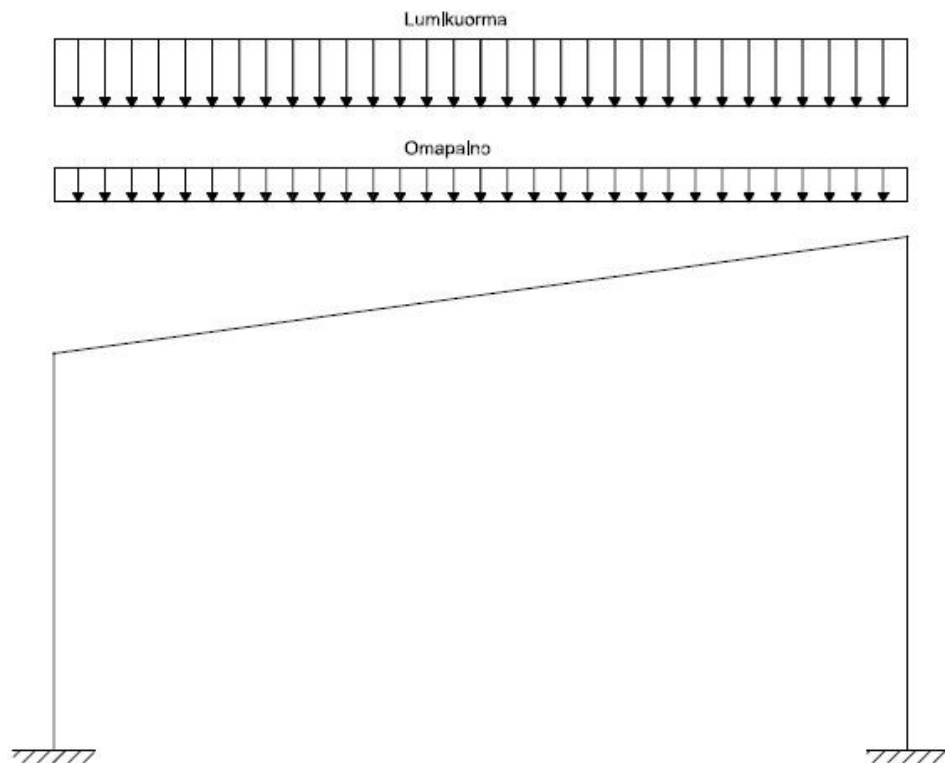
Kuva 21 Kuormitusyhdistelmä KY2

$$\text{KY2: } \gamma_{G,\text{min}} * G_{k,\text{inf}} + \gamma_{Q,1} + K_{\text{FI}} * Q_{k,1}(\text{tuuli}) = 0,9 * G_{k,\text{inf}} + 1,5 * K_{\text{FI}} * Q_{k,1}$$



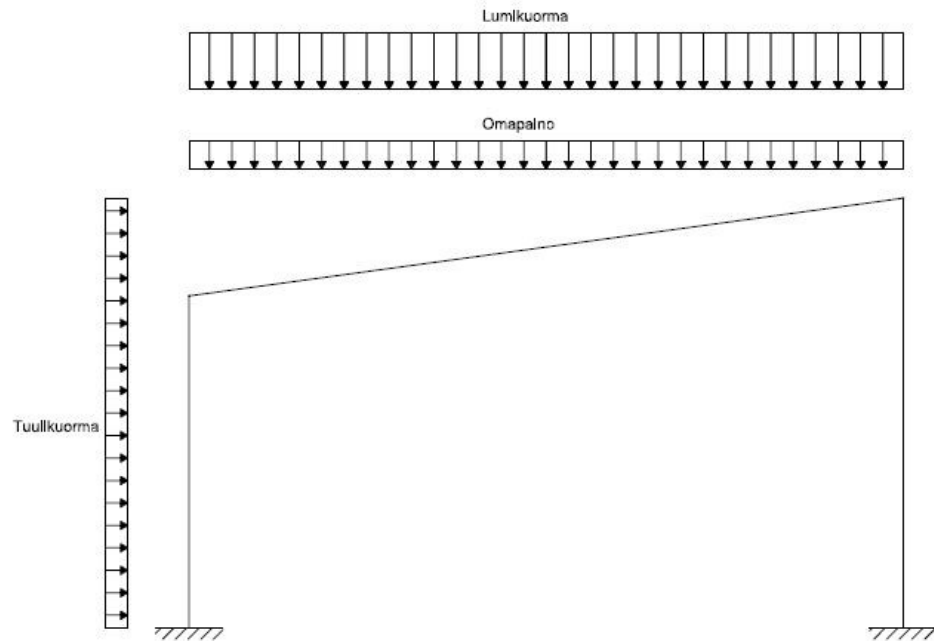
Kuva 22 Kuormitusyhdistelmä KY3

$$\text{KY3: } \gamma_G * G_{k,\text{sup}} + \gamma_{Q,1} * K_{\text{FI}} * Q_{k,1}(\text{tuuli}) + \gamma_{Q,1} * K_{\text{FI}} * \sum \psi_{o,l} * Q_{k,1}(\text{lumi}) = 1,15 * G_{k,\text{sup}} + 1,5 * 1,0 * Q_{k,1}(\text{tuuli}) + 1,5 * 1,0 * \sum 0,7 * Q_{k,1}(\text{lumi})$$



Kuva 23 Kuormitusyhdistelmä KY4

$$\text{KY4: } \gamma_G * G_{k,\text{sup}} + \gamma_{Q,1} * K_{\text{FI}} * Q_{k,1}(\text{lumi}) = 1,15 * G_{k,\text{inf}} + 1,5 * 1,0 * Q_{k,1}(\text{lumi})$$



Kuva 24 Kuormitusyhdistelmä KY5

$$\text{KY5: } \gamma_G \cdot G_{\text{kj.sup}} + \gamma_{Q.1} \cdot K_{\text{FI}} \cdot Q_{\text{k.1(lumi)}} + \gamma_{Q.1} \cdot K_{\text{FI}} \cdot \sum \Psi_{o,l} \cdot Q_{\text{k.1(tuuli)}} = 1.15 \cdot G_{\text{kj.sup}} + 1.5 \cdot 1.0 \cdot Q_{\text{k.1(lumi)}} + 1.5 \cdot 1.0 \cdot \sum 0.6 \cdot Q_{\text{k.1(tuuli)}}$$

Kuormitusyhdistelmä KY3 on mitoittava

Rakennetarkastelussa epätarkkuudet otetaan huomioon asettamalla kehänurkkiin ekvivalentit vaakavoimat  $H_{\text{eq}}$  jotka ovat epätarkkuuden ja sauvojen normaalivoimien kanssa suoraan verrannollisia.  $H_{\text{eq}} = \phi \cdot V_{\text{Ed}}$ .

$$N_{0,\text{Ed.3}} := \left[ 1.15 (g_{\text{k.1}} + g_{\text{k.2}}) + 1.5 \cdot 0.7 q_{\text{k.1}} \right] \cdot s \cdot \frac{B}{2} = 40.32 \text{ kN}$$

Ekvivalentit vaakavoimat

$$H_{\text{E.d}} := q_{\text{w.d}} \cdot L = 27.358 \text{ kN}$$

$$V_{\text{E.d}} := 2 \cdot N_{0,\text{Ed.3}} = 80.64 \text{ kN}$$

$$H_{\text{E.q}} := \phi \cdot N_{0,\text{Ed.3}} = 0.112 \text{ kN}$$

$$H_{\text{E.d}} < 0.15 V_{\text{E.d}} = 0$$

Epätarkkuudet joudutaan huomioimaan

Ratkaistaan sivusiirtymä pilariksi kaavailun HE160B poikkileikkausarvoilla:



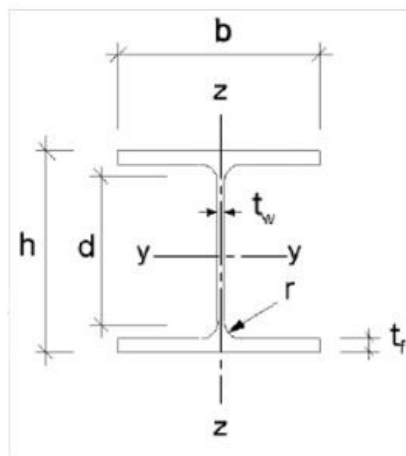
$$\delta_{HEd} := \frac{(H_E \cdot q \cdot H^3)}{3 \cdot E \cdot I_y} = 0.53 \text{ mm}$$

$$\alpha_{cr} := \left( \frac{H_E \cdot q}{V_{E,d}} \right) \cdot \frac{H}{\delta_{HEd}} = 10.984$$

$$\alpha_{cr} > 10 = 1$$

Mikäli ehto  $\alpha_{cr} > 10$  täyttyy, toisen kertaluvun vaikutusta ei tarvitse huomioida. Tällöin kehää tarkastellaan sivusiirtymättömänä rakenteena.

Valitaan poikkileikkaukseksi alustavasti HE160B ja tarkastetaan poikkileikkauksen kestävyys.



Kuva 25 Profiilin poikkileikkauksen merkinnät ja akselisto (L. Martikainen, J.Havula 2014, luentomoniste)

Poikkileikkausluokan määrittämisen tarkoitus on määrittellä tapahtuuko poikkileikkauksessa paikallista lommahtamista ja rajoittaako lommahdus poikkileikkauksen kestävyyttä tai kiertymiskykyä. Poikkileikkaukset jaetaan standardin (SFS-1993-1-1 2006) mukaan neljään eri poikkileikkausluokkaan. Poikkileikkausluokissa 1-3 koko poikkileikkaus huomioidaan tehollisena. Poikkileikkausluokassa 4 poikkileikkaukselle määritellään tehoton alue, joka otetaan huomioon poikkileikkauksen kestävyystarkastelussa. Poikkileikkauksen poikkileikkausluokka määritellään erikseen poikkileikkauksen eri osille. Poikkileikkauksessa esimerkiksi laippa ja uuma voivat kuulua eri poikkileikkausluokkaan. Poikkileikkausten poikkileikkausluokitus riippuu puristettujen taso-osien paksuuden ja leveyden keskinäisistä suhteista. Poikkileikkausluokka voi olla erilainen samassa profiilissa tarkasteltaessa taivutusta ja puristusta. Määrittämiseen vaikuttaa myös käytettävä teräslaji, joka määrittää poikkileikkausluokan raja-arvon. Määritellään valitulle poikkileikkaukselle poikkileikkausluokka kuvien 2 ja 3 mukaisesti.

Poikkileikkauksiluokka		Taivutetut taso-osat	Puristetut taso-osat	Taivutetut ja puristetut taso-osat <sup>a)</sup>			
		Taivutus ko. akselin suhteen					
Taso-osan jännitysjaakauma (puristus positiivinen)							
1	$b/t \leq 72\epsilon$	$b/t \leq 33\epsilon$	$kun \alpha > 0,5: b/t \leq \frac{396\epsilon}{13\alpha-1}$ $kun \alpha \leq 0,5: b/t \leq \frac{36\epsilon}{\alpha}$				
2	$b/t \leq 83\epsilon$	$b/t \leq 38\epsilon$	$kun \alpha > 0,5: b/t \leq \frac{456\epsilon}{13\alpha-1}$ $kun \alpha \leq 0,5: b/t \leq \frac{41,5\epsilon}{\alpha}$				
Taso-osan jännitysjaakauma (puristus positiivinen)							
3	$b/t \leq 124\epsilon$ <sup>c)</sup>	$b/t \leq 42\epsilon$ <sup>d)</sup>	$kun \psi > -1: b/t \leq \frac{42\epsilon}{0,67+0,33\psi}$ <sup>e)</sup> $kun \psi \leq -1: b/t \leq 62\epsilon(1-\psi)\sqrt{(-\psi)}$ <sup>f)</sup>				
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	$f_y$	235	275	355	420	460	500
	$\epsilon$	1,0000	0,9244	0,8136	0,7480	0,7148	0,6856
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	$f_y$	550	600	620	650	690	700
	$\epsilon$	0,6537	0,6258	0,6157	0,6013	0,5836	0,5794
a) Varmalla puolella oleva arvio saadaan, kun poikkileikkauksiluokka määritetään puhtaan puristuksen mukaan b) Puristetun osan korkeuden määrittäminen ( $\alpha$ -kerroin), ks. kohta 2.7.1 c) EN 1993-1-5 mukaan raja-arvoksi saadaan: $b/t \leq 121,43\epsilon$ d) EN 1993-1-5 mukaan raja-arvoksi saadaan: $b/t \leq 38,25\epsilon$ e) EN 1993-1-5 mukaan raja-arvo riippuu lommahduskertoimesta $k_\sigma$ ja jännityssuhteesta $\psi$ f) Kohtaa $\psi \leq -1$ käytetään, kun joko puristusjännitys $\sigma < f_y$ tai vedetyn puolen venymä $\epsilon_y > f_y/E$							

Kuva 26 Kahdelta reunalta tuetut puristetut taso-osat (Ongelin & Valkonen 2012 s.83)

Poikkileikkausluokka	Puristetut taso-osat	Puristetut ja taivutetut taso-osat <sup>a)</sup>					
		Vapaa reuna on puristettu	Vapaa reuna on vedetty				
Taso-osan jännitysjaakauma (puristus positiivinen)							
1	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha \cdot \sqrt{\alpha}}$				
2	$c/t \leq 10\epsilon$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha \cdot \sqrt{\alpha}}$				
Taso-osan jännitysjaakauma (puristus positiivinen)							
3	$c/t \leq 14\epsilon$ <sup>b)</sup>	$c/t \leq 21\epsilon \cdot \sqrt{k_{\sigma}}$ <sup>c)</sup>					
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	$f_y$	235	275	355	420	460	500
	$\epsilon$	1,0000	0,9244	0,8136	0,7480	0,7148	0,6856
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	$f_y$	550	600	620	650	690	700
	$\epsilon$	0,6537	0,6258	0,6157	0,6013	0,5836	0,5794

a) Varmalla puolella oleva arvio saadaan, kun poikkileikkausluokka määritetään puhtaan puristuksen mukaan  
b) EN 1993-1-5 mukaan raja-arvoksi saadaan:  $c/t \leq 13,96\epsilon$   
c) EN 1993-1-5 mukaan raja-arvoksi saadaan:  $c/t \leq 21,29\epsilon \cdot \sqrt{k_{\sigma}}$

Kuva 27 Yhdeltä reunalta tuetut puristetut taso-osat (Ongelin & Valkonen 2012 s.97)

Laipat:

$$C_f := \frac{(b_3 - t_w - 2 \cdot r)}{2} = 61 \cdot \text{mm}$$

$$\frac{C_f}{t_f} < 9 \cdot \epsilon = 1$$

Poikkileikkausluokka 1

Uuman puristus:

$$c_w := (h_3 - 2 \cdot t_f - 2 \cdot r) = 104 \cdot \text{mm}$$

$$\frac{C_f}{t_f} < 9 \cdot \epsilon = 1$$

Poikkileikkausluokka 1

Uuman taivutus:

$$\frac{c_w}{t_w} < 72 \cdot \varepsilon = 1$$

Poikkileikkausluokka 1

Tarkastetaan poikkileikkauksen puristuskestävyys:

$$N_{c,Rd} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 1927.65 \text{ kN}$$

$$N_{c,Rd} \geq N_{0,Ed.3} = 1 \quad \text{OK}$$

Tarkastetaan poikkileikkauksen taivutuskestävyys:

Taivutuskestävyyden mitoitusehto (SFS-EN 1993-1-1, kohta 6.2.5.).

$$M_{c,y,Rd} := W_{ply} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 125.67 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{c,y,Rd} \geq M_{y,0,Ed.3} = 1 \quad \text{OK}$$

Tarkastetaan poikkileikkauksen leikkauskestävyys:

Leikkausvoimakestävyyden mitoitusehto (SFS EN-1993-1-1, kohta 6.2.6).

Leikkauskestävyys voidaan määrittää plastisuusteorian mukaan koska kimmoteorian mukainen paikallinen leikkausjännityksen maksimiarvo ei rajoita poikkileikkauksen kestävyttä.

Uuman suuntainen kestävyys:

$$V_{plw} := A_v \cdot \frac{\left( \frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{M0}} = 361.548 \text{ kN}$$

$$V_{plw} \geq V_{E,d} = 1 \quad \text{OK}$$

Laipan suuntainen kestävyys:

$$V_{pIf} := A_w \cdot \frac{\left(\frac{f_y}{\sqrt{3}}\right)}{\gamma_{M0}} = 893.213 \text{ kN}$$

$$V_{pIf} \geq V_{E,d} = 1 \quad \text{OK}$$

Uuman lommahdus:

$$\frac{h_w}{t_w} < 72 \cdot \frac{\varepsilon}{\eta} = 1 \quad \text{OK, ei lommahdusta}$$

Poikkileikkauksen kestävyys taivutuksessa, leikkauksessa ja normaalivoimaa vastaan. Poikkileikkaus tarkastetaan vain taivutukselle ja normaali-voimalle.

Vahvemman akselin plastiseen momenttikestävyyteen ei jouduta tekemään vähennyksiä, jos seuraavat ehdot toteutuvat:






$$N_{Ed} < 0.25 \cdot N_{p1,Rd} = 1 \quad \text{OK}$$

$$N_{Ed} < 0.5 h_w \cdot t_w \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 1 \quad \text{OK}$$

Eli vähennyksiä ei tarvitse tehdä.

Tarkastetaan poikkileikkauksen nurjahduskestävyys:

Nurjahduspituudet riippuvat pilarin tuentojen jäykkyyksistä. Konehuoneen poikkisuunnassa perustamistapa oletetaan täysin jäykäksi ja mastopilarin nurjahduskertoimeksi 2.18. Konehuoneen pituussuunnassa pilari on molemmista päistään nivelellinen ja oletetaan että ulkoseinärakenne ei tue pilaria heikommassa suunnassa, jolloin nurjahduskerroin on 1.0.

Molemmista päistä nivelöity pilari	Toisesta päästä jäykästi kiinnitetty pilari	Molemmista päistä jäykästi kiinnitetty pilari	Molemmista päistä jäykästi kiinnitetty pilari, toinen kiinnityskohta sivusiirtävä	Toisesta päästä jäykästi kiinnitetty ja toisesta päästä nivelöity pilari
				
$L_{cr} = 1,0 L$	$L_{cr} = 2,0 L$	$L_{cr} = 0,5 L$	$L_{cr} = 1,0 L$	$L_{cr} = 0,7 L$

Kuva 28 teoreettisia nurjahduspituuksia (Ongelin & Valkonen 2012 s.396)

Nurjahduskestävyyden mitoitusehto (SFS-EN 1993-1-1, kohta 6.3.1.1).

Nurjahduskestävyys y – y akselin suhteen:

$$N_{b,y,Rd} > N_{Ed} = 1 \quad \text{OK}$$

Nurjahduskestävyys z – z akselin suhteen:

$$N_{b,z,Rd} > N_{Ed} = 1 \quad \text{OK}$$

Tarkastetaan poikkileikkauksen kiepahduskestävyys:

Kiepahduskestävyyden mitoitusehto (SFS-EN 1993-1-1, kohta 6.3.2.1).

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} < 1 = 1 \quad \text{OK}$$

Valitaan käytettäväksi profiiliksi HE160B, teräslaatu S355J2, mitoitusehtojen täytyttyä.

## 7.1.2 Tuulipilarin mitoitus

Tuulipilarin poikkileikkaus on HE160B

Ekvivalentit vaakavoimat:

$$H_{Ed} := q_{w,d,2} \cdot L = 10.943 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} := 2 \cdot N_{0,E,d} = 20.16 \text{ kN}$$

$$H_{Ed} > 0.15 \cdot V_{Ed} = 1 \quad \text{OK}$$

Sivusiirtymiin liittyvät epätarkkuudet voidaan jättää huomiotta mikäli ehto  $H_{ed} > 0.15 \cdot V_{Ed}$  täyttyy.

Toisen kertaluvun vaikutusta ei tarvitse ottaa huomioon.

$$N_{0Ed.3} := \left[ 1.15(g_{k.1} + g_{k.2}) + 1.5 \cdot 0.7 q_{k.1} \right] \cdot \frac{s}{2} \cdot \frac{B}{2} = 20.16 \text{ kN}$$

Tarkastetaan poikkileikkauksen puristuskestävyys:

$$N_{c.Rd} > N_{0Ed.3} = 1 \quad \text{OK}$$

Tarkastetaan poikkileikkauksen taivutuskestävyys:

Taivutuskestävyyden mitoitusehto. (SFS-EN 1993-1-1, kohta 6.2.5.).

$$M_{c.y.Rd} > M_d = 1 \quad \text{OK}$$

Tarkastetaan poikkileikkauksen leikkauskestävyys:

Leikkausvoimakestävyyden mitoitusehto (SFS EN-1993-1-1, kohta 6.2.6).

Uuman suuntainen kestävyys:

$$V_{plw} \geq V_{E.d} = 1 \quad \text{OK}$$

Uuman lommahdus

$$\frac{h_w}{t_w} < 72 \cdot \frac{\varepsilon}{\eta} = 1 \quad \text{OK, ei lommahdusta}$$

Poikkileikkauksen kestävyys taivutuksessa, leikkauksessa ja normaalivoimaa vastaan. Poikkileikkaus tarkastetaan vain taivutukselle ja normaali-voimalle.

Vahvemman akselin plastiseen momenttikestävyyteen ei jouduta tekemään vähennyksiä, jos seuraavat ehdot toteutuvat:

$$N_{Ed} < 0.25 \cdot N_{pl.Rd} = 1 \quad \text{OK}$$

$$N_{Ed} < 0.5 h_w \cdot t_w \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 1 \quad \text{OK}$$

Vähennystä ei tarvitse tehdä.

Tarkastetaan poikkileikkauksen nurjahduskestävyys:

Nurjahduskestävyyden mitoitusehto (SFS-EN 1993-1-1, kohta 6.3.1.1).

Nurjahduskestävyys y – y akselin suhteen:

$$N_{b,y,Rd} > N_{Ed} = 1 \quad \text{OK}$$

Nurjahduskestävyys z – z akselin suhteen:

$$N_{b,z,Rd} > N_{Ed} = 1 \quad \text{OK}$$

Tarkastetaan poikkileikkauksen kiepahduskestävyys:

Kiepahduskestävyyden mitoitusehto (SFS-EN 1993-1-1, kohta 6.3.2.1).

$$\frac{M_d}{M_{b,Rd}} < 1 = 1 \quad \text{OK}$$

Valitaan käytettäväksi profiiliksi HE160B, teräslaatu S355J2, mitoitusehtojen täytyttyä.

### 7.1.3 Jäykisteet

Rakennuksen rungon täytyy säilyttää stabiiliutensa kuormien vaikuttaessa siihen kaikissa olosuhteissa. Rungon stabiiliudella tarkoitetaan sitä että rakenteet tai rakenneosat eivät taivu yli sallitun rajan, kierry tai siirry jäykkänä kappaleena, kiepahda, nurjahda, lommahda tai saa pysyviä, haitallisia muodonmuutoksia.

Mitoitetaan vinojäykisteet:

$$F_{d,diag.1} := 1.5 k_{fi} \cdot \frac{F_{w,2}}{(2 \cdot \cos(58))} = 99.432 \text{ kN} \quad \text{Sauvavoima diagonaalille 1}$$

$$F_{d,diag.2} := 1.5 k_{fi} \cdot \frac{F_{w,1}}{(2 \cdot \cos(64))} = 81.21 \text{ kN} \quad \text{Sauvavoima diagonaalille 2}$$

Jäykisteen 1 sauva on 3.2m pitkä ja suurin sauvavoima on 99kN

Kokeillaan putkiprofiilin 100x100x4 poikkileikkausarvoilla

Päädyn jäykistys:



$$N_{b.Rd.100.1} > F_{d.diag.1} = 1 \quad \text{OK}$$

Pituussuuntainen jäykistys:

$$N_{b.Rd.100.2} > F_{d.diag.2} = 1 \quad \text{OK}$$

Valitaan käytettäväksi profiiliksi p-100x100x4, teräslaatu S355J2, mitoitus-  
tusehtojen täytyttyä.

Pulttiliitoksen mitoitus:

Liitos on 1-leikkeinen ja siinä on 2 ruuvia

$$F_{Rd} := 1 \cdot 2 \cdot F_{v.Rd} = 160.592 \text{ kN}$$

$$F_{Rd} \geq N_{b.Rd.100.2} = 1 \quad \text{OK}$$

Tarkastetaan liitoslevyjen kestävyys:

$$F_{b.Rd} := \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d_t}{\gamma_{M2}} = 90.667 \text{ kN}$$

$$F_{b.Rd} \leq \frac{1.5 f_u \cdot d_t}{\gamma_{M2}} = 1 \quad \text{OK}$$

$$N_{p1.Rd.levy} := \frac{t_1 \cdot b \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 355 \text{ kN}$$

$$N_{u.Rd} := \frac{0.9 A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = 235.008 \text{ kN}$$

$$N_{p1.Rd.levy} > N_{u.Rd} = 1 \quad \text{OK}$$

Tarkastetaan hitsausliitoksen kestävyys:

$$F_{w.Rd} := 2 \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} \cdot a \cdot l = 360.624 \text{ kN}$$

$$F_{w.Rd} \geq F_{Ed} = 1 \quad \text{OK}$$

#### 7.1.4 IV-konehuoneen välipohjan kannatinpilarit

IV-konehuoneen välipohja päätettiin tukea toisesta päästään olemassa olevan kantavan seinän varaan ja toisesta päästään uuden teräsrungon (pilarit ja palkki) varaan. Kohteesta ei ollut enää olemassa tarvittavia alkuperäisiä rakennesuunnitelmia, joiden avulla olisi voitu määrittellä olevan alalaattapalkiston kapasiteetti, mikä olisi mahdollistanut olevien rakenteiden ainakin osittaisen hyödyntämisen uuden ilmanvaihtokonehuoneen kantavina rakenteina. Päätettiin että vanhaa alalaattapalkistoa ei pyritä hyödyntämään IV-konehuoneen kantavana rakenteena. Rakenteiden lujittaminen betonirakenteisena ei olisi myöskään ollut vaihtoehto rakennushankkeen erittäin kireän aikataulun vuoksi. Olevien betonirakenteiden lujittaminen olisi vaatinut paljon muotti- rauditus- ja valutöitä. IV-konehuoneen välipohjaa kannattelevat teräspilarit perustettiin kalliolle koska koko rakennus on perustettu suoraan kalliolle koko rakennuksen osalta. Pilarit sijoitettiin olemassa olevien teräsbetonipilareiden viereen sekä olemassa olevan pilarilinjan puoliväliin. Olemassa olevien pilareiden sijaitessa jaolla k-5000mm toisiinsa nähden, todettiin alustavaa pilareiden päähän tulevan teräspalkin mitoitus- ja tehdessä, että em. jänneväliällä teräspalkin poikkileikkauksesta tulee niin suuri että palkin asennus sisäkautta olemassa olevan alalaattapalkiston alle ei välttämättä onnistu. Päädyttiin puolittamaan muutoin syntyvä, tässä tapauksessa haitallisen pitkä jänneväli, jänneväliä lyhentämällä eli lisäämällä kantavien pilareiden määrää. IV-konehuoneen kantavien pilareiden määräksi saatiin näin ollen 5kpl. Uusia teräspilareita kuormittavat rakenteiden omat painot, sekä välipohjan hyötykuorma. Rakenteiden omapainona on laskennassa käytetty  $2,5 \text{ kN/m}^2$  ja hyötykuormana  $5,0 \text{ kN/m}^2$ .

Pilareita varten suunniteltiin perustus kallionvaraiseksi. Perustus suunniteltiin olemassa olevan teräsbetonipilarin kylkeen siten että uusi perustus on kiinni vanhassa pilarissa. Pilariperustus jouduttiin tekemään rakennuksen kellaritilassa sijaitsevaan kaivamattomaan tilaan. Tilaan pääsemiseksi tehtiin kellarin sisällä tiilimuurattuun väliseinään aukkoja 5 kpl aina pilarin tulevan perustuksen kohdalle siten että pilarin valua varten tehtävät, kallion pinnan huolellinen puhdistaminen muottityöt, valutyöt ja muottien purkutyöt pystyttiin suorittamaan. Pilariperustuksen suunnitelma esitetään liitteessä 1, piirustusnumero 058-16-8.

#### 7.1.5 Pilarin mitoitus

Mitoitetaan uuden IV-konehuoneen välipohjan kannatinpilari, valitaan profiiliksi alustavasti p-120x120x5. Mitoituslaskelma esitetään kokonaisuudessaan liitteessä 6.

Pilarin päähän vaikuttava voima

$$N_{E,d} := 324 \text{ kN}$$

Määritellään poikkileikkausluokka:

$$\frac{c}{t} \leq 38 \cdot \varepsilon = 1 \quad \text{Poikkileikkausluokka 2}$$

Tarkastetaan poikkileikkauksen puristuskestävyys:

$$N_{c,Rd} := \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 656.75 \text{ kN}$$

$$N_{E,d} < N_{c,Rd} = 1 \quad \text{OK}$$

Rakenteeseen ei oleteta syntyvän vaakavoimia

Tarkastetaan poikkileikkauksen nurjahduskestävyys:

$$N_{b,Rd} := \chi \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 424.257 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd} > N_{E,d} = 1 \quad \text{OK}$$

Tarkastetaan pohjalevyn kestävyys:

$$N_{pl,Rd,levy} := \frac{t_1 \cdot b \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 532.5 \text{ kN}$$

$$N_{u,Rd} := \frac{0.9 A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = 433.296 \text{ kN}$$

$$N_{pl,Rd,levy} > N_{u,Rd} = 1 \quad \text{OK}$$

Profiili p-120x120x5 kestää, valitaan profiiliksi p-120x120x5, teräslaatu S355J2.

Pilarin palonsuojaus hoidetaan täyttämällä se betonilla. Pilarin sisään sijoitetaan 2kpl T10 harjateräksiä estämään kuivumiskutistumishalkeamia.

### 7.1.6 IV-konehuoneen välipohjan kantava teräspalkki

Edellisessä kappaleessa käsiteltyjen teräspilareiden päähän suunniteltiin kantava teräspalkki, jonka varaan uuden ilmanvaihtokonehuoneen välipohjapalkit toisesta päästään tukeutuvat. Kantava palkki pystyttiin sijoittamaan ainoastaan olemassa olevan alalaattapalkiston alapuolelle, koska vesikaton yläpuolelle tehtävien rakenteiden kokonaiskorkeus haluttiin pitää mahdollisimman matalana. Kantavan palkin lisäksi tarvittiin erillinen teräsosa, jolla tulevan liimapuupalkin tukipiste saatiin siirrettyä alalaattapalkiston alalaatan yläpuolelle. Teräspalkki mitoitettiin Insinööritoimisto Pauli Närhen tekemän Pupax X5 mitoitushjelman avulla. Mitoitushjelma noudattaa Eurocode 3:a, teräsrakenteiden suunnittelunormia. Palkki mitoitettiin neljäaukkoisena rakenteena. Palkkia kuormittavat rakenteiden oma paino sekä IV-konehuoneen hyötykuorma. Rakenteiden omana painona on laskennassa käytetty  $2,5 \text{ kN/m}^2$ , sekä hyötykuormana  $5,0 \text{ kN/m}^2$ . Käytettäväksi poikkileikkaukseksi valittiin HE160B, teräslaatu S355J2. Teräspalkin palonsuojaukseksi suunniteltiin kotelointi kaksinkertaisella palonsuojakipsilevyllä. Suunnitelma esitetty liitteessä 1, piirustusnumero 058-16-8. Teräspalkin mitoitustaulu esitetty liitteessä 8.

### 7.1.7 IV-konehuoneen välipohja

Uuden IV-konehuoneen välipohjarakennetta suunniteltaessa varteenotettaviksi vaihtoehtoisiksi nousivat puurakenteinen välipohja sekä teräsrakenteinen välipohjarakenne. Teräsrakenteisena toteutettavan välipohjan kohdalla päädyttiin siihen, että mikäli olisi valittu käytettäväksi esimerkiksi kantavat teräspalkit ja kantava poimulevy, olisi poimulevyn päälle täytynyt tehdä vielä pintavalu palo- ja ääniteknisten asioiden vuoksi. Kireän aikataulun vuoksi pintavalulle ei olisi kuitenkaan jäänyt tarpeeksi aikaa kuivua että lattianpinnoite olisi voitu asentaa turvallisesti. Lattianpinnoitteen tuli olla vesitiivis, mutta lattianpinnoite ei olisi mahdollistanut betonin kuivumista ylöspäin, eikä kantava poimulevy alaspäin, ja näin ollen betoniin olisi jäänyt liikaa kosteutta, jolla ei olisi ollut mahdollisuutta kuivua. Lisäksi uusien teräsrakenteiden liittyminen vanhoihin rakenteisiin olisi ollut hankalampaa. Teräsrakenteisena välipohjan runko olisi ollut edullisempi toteuttaa. Päädyttiin käyttämään välipohjan pääkannattajina liimapuupalkkeja  $140 \times 540$ , lujuusluokka GL30c,  $k \sim 1200 \text{ mm}$  siten, että liimapuupalkki jää osittain olevan alalaattapalkiston sisään. Liimapuut tilattiin määrämittaisina, asennusvalmiina kappaleina. Liimapuupalkiston päälle suunniteltiin kaksinkertainen ristiin asennettava, työmaalla liimattu yhtenäinen levyrakenne, joka pinnoitettiin polyuretaanipinnoitteella. Polyuretaanipinnoitteen etuna puurakenteisessa välipohjassa pidetään suurta murtovenymää ( $\sim 700\%$ ) joka mahdollistaa rakenteissa tapahtuvien taipumien muodostumisen ilman, että pinnoite vaurioituu. Muita pinnoitusvaihtoehtoja olisivat olleet akryylibetoni. Akryylibetoni ei mielestäni sovellu suoraan puurakenteen päälle levitettäväksi, koska akryylibetonilla ei ole riittäviä murtovenymäominaisuuksia. Märkätilamuovimatto olisi hyvä vaihtoehto polyuretaanipinnoitteelle. Polyuretaanipinnoitteella on

kuitenkin paremmat iskunkesto- ja murtovenymäominaisuudet kuin muovimatolla. Polyuretaanipinnoitteen asennus- ja kuivumisaika on lyhyt (~1vrk), mikä mahdollistaa nopean asennusaikataulun heti pinnoituksen jälkeen. Tässä korjausrakennushankkeessa rakennus- ja asennustöiden sujuminen ilman viivästyksiä nousi ensiarvoisen tärkeään asemaan. Liimapuupalkit mitoitettiin Finnwood 2.3 SR1 mitoitushjelmalla. Suunnitelma esitetään liitteessä 1, piirustusnumero 058-16-7. Mitoitusraportti esitetään liitteessä 9.

#### 7.1.8 Olevien teräsbetonipilareiden kantavuuden arviointi

Olevien teräsbetonipilareiden kantavuuden arvioinnissa käytettiin alkuperäisiä pilareiden rakennepiirustuksia, sekä Hilti PS 50 rakenneskanneria rakennepiirustusten tukena. Alkuperäisistä piirustuksista pystyttiin määrittämään pääterästen koko ja teräslaatu. Poikkileikkauksen todellinen koko mitattiin kohdekäynnillä. Rakenneskannerilla varmistettiin pääraudoituksen sijainti mittaamalla pääraudoituksen peitepaksuudet yhteensä kymmenestä pilarista. Mittauspisteitä saatiin yhteensä 100 kpl. Näin ollen voitiin varmistaa alkuperäisten suunnitelmien paikkansapitävyys. Rakenneskanneria käytettäessä käyttäjän vastuulla on tulosten oikeanlainen tulkinta, lähinnä siksi että pystytään havaitsemaan ja tunnistamaan mittaustilanteessa mahdolliset muut raudat, joita skanneri havaitsee. Muita skannerin havaitsemia raudoituksia voivat olla esimerkiksi haka- tai lenkkiraudat. Myös raudoituksen aputeräksiä tai metallisia sähkönsuojaputkia saatetaan havaita betonirakennetta tutkittaessa. Muut, kuin teräsrakenteet skanneri ilmoittaa erillisin symbolein, joten muiden materiaalien havainnointi pääterästen sijaan on epätodennäköistä. Lisäksi on epätodennäköistä että kantaviin teräsbetonista valmistettuihin pilareihin olisi tehty erillisiä sähkönsuojaputkia tai muita talotekniikan vaattimia reittejä. Rakennuksissa jotka on rakennettu ennen vuotta 1960, on yleisesti käytetty kantavina teräsbetonirakenteina suuren poikkileikkauksen omaavia pystyrakenteita, jolloin pystyrakenteissa voi olla paljon ylimääräistä kapasiteettia. Alkuperäisen rakennusvuoden -60 aikaan rakenteita suunniteltaessa ei kuitenkaan ole käytetty ylimääräistä varmuutta. Vanhoissa rakenteissa on lisäksi suuret laadunvaihtelut joko betonin laadussa tai rakenteeseen alkuperäisistä suunnitelmista poiketen tehdyt muutokset. Materiaalit ovat myös muuttuneet vuosien varrella. Rakenneskannerilla saadaan kuitenkin jossain määrin luotettava selvyyys pääterästen todellisesta sijainnista rakenteessa. Tässä korjausrakennushankkeen kohteena olevassa kiinteistössä on ennen toiminut kirjapaino, eli rakenteet on mitoitettu nykyistä käyttötarkoitusta suuremmille kuormituksille, mikä osaltaan selittää myös suuria poikkileikkauksia. Rakennekatselmuksen yhteydessä tarkastettiin silmämääräisesti kaikki näkyvillä olevat teräsbetonipilarit mahdollisten vaurioiden havaitsemiseksi. Yhtään vauriota ei havaittu. Vanhojen rakenteiden kapasiteettia voidaan tarkastella myös kokeellisesti esimerkiksi kuormituskokein, sekä käytetyn betonin lujuuden puristuskokeiden perusteella saatujen tulosten perusteella. Tässä rakennushankkeessa tultiin kuitenkin sekä rakennustarkastajan että

tilaajan kanssa siihen tulokseen, että laskennallisesti pilareiden ylimääräisen kapasiteetin osoittaminen on riittävän luotettava tapa varmistua rakenteen kyvystä ottaa vastaan lisääntyvät kuormitukset.

Olevalle teräsbetonipilarille laskettiin kapasiteetti käyttäen vanhoja piirustuksista saatuja materiaaleille annettuja lujuusarvoja. Vanhoista piirustuksista saatiin teräkselle lujuusarvo A22 joka tarkoittaa teräslaattaa, jonka myötöraja on 220MPa. Betonin lujuusluokaksi saatiin vanhojen piirustusten perusteella K200 eli lujuusluokkaa vastaava merkintä on nykyisin C16/20. Olemassa olevan pilarin poikkileikkauksen puristuskestävyydeksi  $N_{Rd}$  saatiin 1172 kN. Uusien ja vanhojen rakenteiden yhteenlasketuksi mitoitusarvoksi  $N_d$  saatiin 1059 kN. Eli koska  $N_{Rd} > N_d$ , olemassa olevien teräsbetonipilareiden kapasiteetti riittää kattamaan lisääntyneet kuormat.

Laskentalujuus [MPa]	Merkinnät		
	1940-1954	1954-1976	1976-1980
$f_{ck}$		[kp/cm <sup>2</sup> ]	[MN/m <sup>2</sup> ]
9,7	1:3:3	K150	K15
13,0	1:2:2	K200	K20
16,2	-	K250	K25
19,5	-	K300	K30
22,7	-	K350	K35
26,0	-	K400	K40
29,2	-	K450	K45
32,5	-	K500	K50
39	-	-	K60

Taulukko 1 Betonin lujuusmerkinnät 1940 – 1980 (Teräsbetonirakenteiden palomitoitus korjausrakentamisessa (Juho Keitaanniemi 2012 s.30))

### 7.1.9 Peruspultit

HPM16L-peruspultit ovat betonirakenteeseen ennen betonin kovettumista asennettavia teräsosia, jotka siirtävät niihin liittyvistä rakenneosista tulevat peruspultin tangon suuntaiset voimat peruspilariin tai anturaan. Pultit ankkuroituvat ankkurointilevyjen avulla (HPM/L). Mitoitus tehtiin Peikko designerin avulla. Kohteessa päädyttiin käyttämään HPM16L peruspultteja uuden ilmanvaihtokonehuoneen teräsrungon ankkurointiin lähinnä matalan peruspilarin kaulan takia. Peruspultin pitkä mallia käytettiin.

tettäessä peruspilarin kaulan olisi pitänyt olla huomattavasti korkeampi, jolloin rakenne olisi tullut osittain ulkoseinäelementin sisään ja aiheuttanut näin ollen ylimääräisiä sovituksia työmaalla, sekä rakenteen lämmöneristävyyden heikkenemistä. Suunnitelma esitetään liitteessä 1, piirustusnumero 058-16-10. HPM16L peruspulttien mitoitusraportti esitetään liitteessä 3.



Kuva 29 Peruspultti HPM16L (Peikko Group Oy 2017)

HPM20P-ankkurointipultit siirtävät veto-, puristus- ja leikkausrasituksen teräsbetoniperustuksiin. Pitkissä peruspulttimalleissa veto- ja puristusvoimat siirretään pultin harjatangon tartunnan kautta peruspilariin tai pilarianturaan. Peruspulttien mitoitus tehtiin Peikko designerin avulla. HPM20P peruspulttien mitoitusraportti liitteenä 7.



Kuva 30 Peruspultti HPM20P (Peikko Group Oy 2017)

### 7.1.10 Pääkannattajat

Uuden IV-konehuoneen katon pääkannattajiksi valittiin teräspalkit IPE300, teräslaatu S355J2. Pääkannattajat tukeutuvat nivelellisesti teräspilareiden päihin. Pääkannattajia kuormittavat yläpohjan kattoelementtien oma paino, teräs z orsien oma paino, ripustuskuorma sekä katon lumi-kuorma. Pääkannattajat mitoitettiin Insinööritoimisto Pauli Närhen Pupax X5 mitoitusohjelmalla. Mitoitusraportti esitetään liitteessä 7.

### 7.1.11 TeräSORRET

Uuden ilmanvaihtokonehuoneen katon orsiksi valittiin Ruukin kylmämuovattut teräs z-orret, tyyppi LP-Z250. Z-profiili soveltuu hyvin katto-orreksi sekä ulkoseiniin vaaka- tai pystyorsiksi. Z-orret ovat kevyitä ja nopeita asentaa. Orren paksuus ja profiilin korkeus määräytyvät kuormituksen ja jännevälin mukaan. Z-orsien mitoitus tehtiin Ruukin PurCalc mitoitusohjelmalla. Teräsorsien mitoitusraportti esitetään liitteessä 5.

### 7.1.12 Ulkoseinäelementit

Uuden ilmanvaihtokonehuoneen ulkoseiniin suunniteltiin peltikivivillaydin-pelti teräsohutlevysandwich-elementit. Elementtien tuli täyttää EI60 palonkestoluokkavaatimus, sekä lämpimille tiloille asetettu u-arvovaatimus  $0,17 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Elementin tyyppiä valittiin Turun Pelti- ja Eristys Oy:n valmistama TSP240 RW, jonka paloluokka on EI240 ja u-arvo  $0,16 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Elementeistä tehtiin elementtikaaviot ja valmistusluettelot, jotka on esitetty liitteessä 1, piirustusnumero 058-16-14. Elementtien ulkopintaan suunniteltiin ristiinkoolaus tuuletuksen varmistamiseksi, sekä erillinen rivipeltiverhous, ARK-suunnittelun mukaisen ulkonäön aikaansaamiseksi.

### 7.1.13 Kattoelementit

Uuden ilmanvaihtokonehuoneen vesikattorakenteeksi suunniteltiin konesaumattavat pelti-EPS-ydin-pelti teräsohutlevysandwich-elementit. Elementeiksi valittiin ThermiSol-kattoelementit niiden nopean asennuksen sekä keveytensä johdosta. Kattoelementin tyyppi on R3MM-300. ThermiSol kattoelementillä saadaan samalla kertaa valmis ARK-suunnittelun mukainen vesikatto ja sisäpinta. U-arvo 300 mm paksulle kattoelementille on  $0,12 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Suunnitelma kattoelementeistä, sekä elementtikaavio ja valmistusluettelo esitetään liitteessä 1, piirustusnumero 058-16-13.



## 8 PUURAKENTEISTEN VÄLIPOHJIEN RAKENNESUUNNITTELU

Puurakenteisen välipohjien runko koostuu kehäpalkista, kantavasta palkistosta ja sen päälle kiinnitettävästä aluslattialevystä. Kehäpalkki kiertää aukon kokonaan. Välipohjarakenteen suunnitteluun vaikuttavat erilaiset lämmöneristys-, paloeristys- ja ääneneristysvaatimukset. Lattian pintarakenteet rakennetaan aluslattialevyn päälle. Ääneneristysvaatimuksista riippuen aluslattialevyn päälle, ennen varsinaista lattian pintarakennetta, voidaan asentaa äänenvaimennusmateriaalia vaatimustasosta riippuen. Välipohjarakenne voidaan palonkestovaatimuksista riippuen suojata alapuolista, yläpuolista tai molemminpuolista paloa vastaan erillisin rakentein. Lämmöneristysvaatimuksesta riippuen välipohja tulee eristää asianmukaisesti siten että rakenteelle asetettu energiatehokkuusvaatimus täyttyy. Rakenteen tulee myös kestää rakenteelle tapauskohtaisesti määritellyt kuormitukset.

### 8.1.1 Välipohjarakenne VP1

Välipohjarakenteeksi VP1 valittiin puurakenteinen välipohja. Välipohja oli tarkoitus rakentaa olemassa olevan, käytöstä poistuvan porrasaukon tilalle. Uuden välipohjarakenteen päälle suunniteltiin uudet henkilökunnan sosiaalitilat. Välipohjarakenteelle VP1 ei muodostunut palonkesto-, lämmöneristys- tai ääneneristysvaatimuksia. Välipohjarakennevaihtoehtoja verrattaessa puurakenteisen välipohjan eduiksi katsottiin rakenteen helppo toteuttamistapa, rakentamistyön nopeus, sekä erillisenä tehtävä pintabetonilaatta. Pintabetonilaataksi valittiin nopeasti kuivuvasta lattiainmassasta tehtävä keskeisesti raudoitettu pintavalu, johon voitiin asentaa lattialämmitys märkätiloihin ja joka mahdollisti nopean vedeneristyksen tai lattianpäällysteen asennuksen. Teräsbetonirakenteisen välipohjan rakentaminen olisi edellyttänyt paljon muottitöitä ja lisäksi betonin pitkä kuivumisaika ei olisi mahdollistanut nopeaa rakennusaikataulua. Suunnitelmat 058-16-2 sekä 058-16-3 liitteenä 1. Välipohjarakenteen mitoitusraportti liitteenä 10.

### 8.1.2 Välipohjarakenne VP2

Välipohjarakenteeksi VP2 valittiin puurakenteinen välipohja. Välipohja oli tarkoitus rakentaa olemassa olevan, toisen käytöstä poistuvan porrasaukon tilalle. Uuden välipohjarakenteen päälle jäi hieman muuttunut käytävätila. Välipohjarakenteelle VP2 määriteltiin palonkestoluokaksi REI60, mutta ääneneristävyydelle tai lämmöneristävyydelle ei vaatimusta. Palonsuojaus alapuolista paloa vastaan toteutettiin kahdella päällekkäisellä Gyproc GF 15 Fireprotect-levykerroksella. Palonsuojaus yläpuolista paloa vastaan hoidettiin lattianpäällysteen alle rakennettavalla keskeisesti raudoitettulla pintabetonilaatalla. Välipohjarakennevaihtoehtoja ver-

rattaessa puurakenteisen välipohjan eduiksi katsottiin jälleen rakenteen helppo toteuttamistapa, rakentamistyön nopeus, sekä erillisenä tehtävä pintabetonilaatta. Pintabetonilaataksi valittiin nopeasti kuivuvasta lattiama-  
 tiasta tehtävä keskeisesti raudoitettu pintavalu, joka mahdollisti nopean lattia-  
 päällysteen asennuksen. Teräsbetonirakenteisen välipohjan rakentaminen olisi edellyttänyt paljon muottitöitä ja lisäksi betonin pitkä kuivumisaika ei olisi mahdollistanut nopeaa rakennusaikataulua. Suunnitelmat, piirustusnumeroin 058-16-15 ja 058-16-16, esitetään liitteessä 1. Välipohjarakenteen mitoitusraportti esitetään liitteessä 11.

## 9 UUDEN PÄÄPORTAIKON RAKENNESUUNNITTELU

Rakennukseen suunnitellun uuden keskitetyn pääportaikon rakentamisen suunnittelu alkoi vanhojen rakennekuvien tutkimisella. Vanhoista kuvista pystyttiin selvittämään välipohjalaatan pääraudoituksen suunta. Välipohjalaatan todettiin olevan yhteen suuntaan kantava teräsbetonilaatta. Välipohjan rakennetta tarkasteltiin vielä poraamalla kolme reikää uuden porrasaukon kohdalle koko rakenteen läpi. Oleva rakenne todettiin samanlaiseksi kuin se on suunnitelmissa esitetty. Oleva rakenne käsittää ylhäältäpäin lukien lattia-  
 päällysteen, tasoitekerroksen (~10 mm), pintavalun (~80 mm), eristekerroksen (~50 mm) lastubetonilevyn, sekä kantavan TB-laatan (h=180 mm). Todettiin että mikäli välipohjarakenteeseen tehdään suunnitellun muotoinen ja kokoinen aukko, niin välipohjan ulokeeksi jäävä osa joudutaan tukemaan muulla tavoin koska laatan pääteräket katkeavat aukon kohdalta kokonaan. Uloke päätettiin tukea teräspilareilla kellarikerroksen lattiapinnan alapuolelle, kallionvaraisesti. Pilareiksi valittiin p150x150x4 pelkästään ulkonäön perusteella. Pilareita kuormittaa välipohjan omapaino, kevyiden väliseinien oma paino, sekä 1.kerroksen hyötykuorma. Pilareiden päihin suunniteltiin kantavat teräspalkit uuden elementtiporta-  
 an kiinnitystä varten sekä purku- että asennustyön helpottamiseksi, jolloin erillisiä tartuntoja olevasta välipohjarakenteesta pilareiden päihin ei tarvita.

Pilareiden alapäähän, ja uuden elementtiporta-  
 an alle maanvaraiseen laattaan suunniteltiin laatan vahvennos piirustuksen 058-16-17 mukaisesti. Pilarin alapää kiinnittyy SBKL200x200 kiinnityslevyyn. SBKL kiinnityslevy on ennen betonin kovettumista betonivaluun asennettava sileillä tyssä-  
 tartunnoilla varustettu kiinnityslevy. Liittyvät rakenteelliset kiinnitykset levyyn tehdään hitsaamalla. Alapohjalaatan vahvennokselle ei tehty murtumistarkastelua koska pilarin kuormitus on pieni, ja laatan vahvennos ulottuu kallion pintaan saakka. Välipohjan tukirakenteet suunniteltiin siten että uusi porrasaukko sahataan vasta, kun jäljelle jäävän välipohjan tukirakenne on asennettu. Uusi tukirakenne mahdollistaa purkutyön siten, että sahatut palat voidaan poistaa missä tahansa järjestyksessä, il-

man että ympäröivät rakenteet vaurioituvat. Pilarin päähän vaikuttava voima  $N_d \sim 7.1$  kN. Alapohjalaattaa vahvistettiin myös uuden teräsrakenteisen elementtiportaan alta koska alkuperäisen alapohjalaatan paksuus on ainoastaan 60mm ja alapohjalaatan teräkset sijaitsevat osittain hiekkassa betonin sijaan. Suunnitelmat esitetään liitteessä 1, piirustusnumerot 058-16-17 ja 058-16-18.

## 10 UUDEN SISÄÄNKÄYNNIN KATOKSEN RAKENNESUUNNITTELU

Uusi sisäänkäynti rakennuksen kellarikerroksesta ulos tarvittiin muutostöiden yhteydessä muuttuneiden poistumisteiden takia. Poistumistienä toimineen porraskäytävän sulkemisen takia poistumismatka muuta kautta olisi tullut liian pitkäksi. Uuden sisäänkäyntikatoksen rakennesuunnittelun lähtökohtana toimi ARK-suunnitelmien mukainen haluttu ulkonäkö. Uuden sisäänkäynnin lattiapinnan sijaitessa noin 600mm alempana vallitsevaan maanpinnan korkeuteen nähden, jouduttiin sisäänkäyntikatoksen sivuille suunnittelemaan matalat tukimuurit, sekä tukimuurien väliin lämmitetty teräsbetonirakenteinen portaikko. Katoksen kantavina rakenteina toimivat maanvaraisesti perustetut matalat tukimuurit, joiden päällä on kantavat teräspilarit ja puurakenteinen katos. Katosta kuormittavat korotettu lumikuorma ja tuulikuorma. Kinostumiskuormaksi saatiin räystäällä  $4.89$  kN/m<sup>2</sup> ja korkeampaa rakennusosaa vasten  $5.28$  kN/m<sup>2</sup>. Sisäänkäyntikatoksen suunnitelmat esitetään liitteessä 1, piirustusnumerot 058-16-4 ja 058-16-5. Katoksen kantavien puurakenteiden mitoitusraportit esitetään liitteissä 12 ja 13.

## 11 PALOKATKODETALJIT

Rakennusvalvontaviranomainen lupapäätöstä tehdessään harkitsee kohteen laadun ja laajuuden perusteella, tarvitaanko kohteelle palokatko-suunnitelmaa. Palokatkosuunnitelmassa varmistetaan työn toteutus ja tarkastaminen siten, että rakennuksesta tulee palokatkosuunnitelman ja siinä esitettyjen vaatimusten mukainen ja että vaatimusten täytyminen voidaan osoittaa tarkastusasiakirjan avulla. Tähän suunnitelmaan liittyvät työmenetelmät, henkilöiden pätevyudet, tarkastaminen ja tarkastusten dokumentointi, sekä palokatkojen merkitseminen. Toteutumapiirustuksen ja käytettyjen rakennustuotteiden tarkastus- ja huolto-ohjeet liitetään rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeeseen.

Tässä rakennushankkeessa viranomainen edellytti ainoastaan palokatko-detalleiden määrittämisen. Palokatkodejaljit sisältävät kohteen paloosastoivat rakennetyypit ja niiden paloluokat, läpivietävät asennukset, läpivientiaukkojen koot ja sijainnit, läpivientien yksityiskohtaiset detalli-

kuvat sekä mahdolliset rakenteelle asetetut erityisvaatimukset. Palokat-  
kodetaljit esitetään liitteessä 1, piirustusnumero 058-16-19.

## 12 YHTEENVETO

Laskelmien perusteella päädyttiin käyttämään seuraavia poikkileikkauk-  
sia:

Uuden IV-konehuoneen teräsrungon pilarit:

**HE160B S355J2**

Uuden IV-konehuoneen teräsrungon vinojäykisteet:

**RHS100x100x4 S355J2**

Uuden IV-konehuoneen katon pääkannattajat:

**IPE300 S355J2**

Uuden IV-konehuoneen vesikaton sekundääriorret:

**Ruukki LP-Z-250 S350GD**

Uuden IV-konehuoneen teräsrungon peruspultit:

**Peikko 4xHPM16L**

Uuden IV-konehuoneen välipohjan kannatinpilarit:

**RHS 120x120x5 S355J2**

Uuden IV-konehuoneen kannatinpilareiden peruspultit:

**Peikko 2xHPM20P**

Uuden IV-konehuoneen välipohjan liimapuupalkit:

**140x540 GL30c**

Välipohjarakenteen VP1 välipohjapalkit:

**48x198 C24**

Välipohjarakenteen VP2 välipohjapalkit:

**48x198 C24**

Uuden sisäänkäyntikatoksen katon kannatinpalkki:

**2x48x172 C24**

Uuden sisäänkäyntikatoksen kattovasat:

**48x172 C24**

## 13 POHDINTA

Tässä opinnäytetyössä tutustuttiin monipuoliseen korjausrakennushankkeeseen ja siihen liittyvään rakenteiden mitoitukseen eurokoodien mukaisesti. Haasteellisinta käsinlaskentaa ajatellen on tarvittavan materiaalin löytäminen suunnittelunormeista etenkin liitosten osalta. Tämän opinnäytetyön kohteena olevan korjausrakennushankeen aikataulu aiheutti usein päänvaivaa koska rakennuksessa oli useita kohtia joiden olevia rakenteita ei päästy kunnolla tutkimaan ennen kuin rakenteita oli avattu. Tämä taas johti siihen että suunnitelmia päästiin tekemään lopulliseen muotoonsa vasta kun olevat rakenteet oli tarkastettu ja uusien rakenteiden liittymäkohdat ja niihin liittyvät ympäröivät rakenneosat olivat esillä. Rakennesuunnitteluprosessi siis jatkui käytännössä koko rakennushankkeen ajan.

## LÄHTEET

Betoninormit 1965. 1965. Suomen Betoniyhdistys r.y. ja Rakennusinsinööriyhdistys r.y. Vammala, Vammalan Kirjapaino Oy.

Joints Oy. 2016. [Viitattu 30.5.2017] <http://www.luki.fi/wp-content/uploads/2016/06/2.-Rakenteet-Joints-Oy-060416.pdf>

Keitaanniemi J, 2012. Teräsbetonirakenteiden palomitoitus korjausrakentamisessa. Diplomityö 2012 saatavana: <https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/21684/Keitaanniemi.pdf?sequence=1>

Leskelä, M.V. 2005. Betonirakenteiden suunnittelu ja mitoitus 2005: by 210. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.

Metsä Wood. Ei päiväystä. Finnwood 2.3 SR1. [Verkkosivu]. [Viitattu 5.4.2017]. Saatavana: [http://www.metsawood.com/fi/\(Etusivu|Työkulut|Finnwood\)](http://www.metsawood.com/fi/(Etusivu|Työkulut|Finnwood))

Ongelin, P & Valkonen, I. 2010. Hitsatut profiilit EN 1993 –käsikirja. [Verkkokirja]. Hämeenlinna: Rautaruukki Oyj. [Viitattu 3.6.2017]. Saatavana: [http://software.ruukki.com/Handbooks+and+Guides/Ruukki-Hitsatut-Profiilit-Kasikirja-2010\\_PDF-versio.pdf](http://software.ruukki.com/Handbooks+and+Guides/Ruukki-Hitsatut-Profiilit-Kasikirja-2010_PDF-versio.pdf)

Ongelin, P & Valkonen, I. 2012. Rakenneputket EN 1993 –käsikirja. [Verkkokirja]. Hämeenlinna: Rautaruukki Oyj. [Viitattu 3.6.2017]. Saatavana: [https://software.ruukki.com/Ruukki-Rakenneputket-Kasikirja-2012\\_PDF-versio.pdf](https://software.ruukki.com/Ruukki-Rakenneputket-Kasikirja-2012_PDF-versio.pdf)

Peikko Group Oy. 2017. Peruspultit. [Viitattu 30.5.2017]. <http://www.peikko.fi/product-fi/p=HPM-harjater%C3%A4spultti>

Puuinfo Oy. 2011. Puurakenteiden suunnittelu: Lyhennetty suunnitteluohje. 3. painos. [Verkojulkaisu]. [Viitattu 15.4.2017]. Saatavana: <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/eurokoodi-5-lyhennetty-ohje-puurakenteiden-suunnittelu/eurokoodi-5-lyhennetty-ohje-puurakenteiden-suunnittelu/eurokoodi5lyhennettysuunnitteluohjeweewwwkolmaspainos10913rilinkorjauksin.pdf>

RIL 201-1-2011. 2011. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL ry.

Ruukki Group Oy. 2017. Ei päiväystä. PurCalc. Haettu 10.7.2016 <https://software.ruukki.com/PublishedService?file=page&pageID=9&itemcode=1-1-3-2>

SFS-EN 1990. 2006. Eurokoodi. Rakenteiden suunnitteluperusteet. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

SFS-EN 1993-1-1. 2005. Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.


Teräsrakenneyhdistys ry. 2004. Betonitäyteen teräsluottopilarin suunnitteluohje.

Teräsrakenneyhdistys ry. 2010. Teräsrakenteiden suunnittelu ja mitoitus: Eurocode 3 -oppikirja. Helsinki: Teräsrakenneyhdistys ry.

## Liite 1

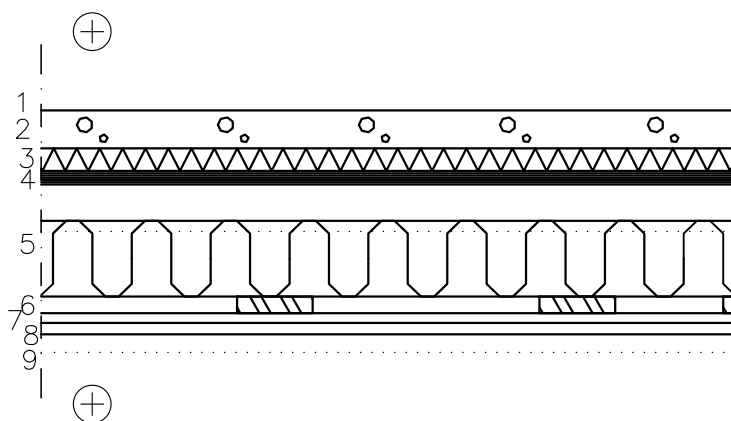
RAKENNESUUNNITELMAT	Piirustusnumero	Mittakaava
Rakennetyypit	058-16-1	1:10
Välipohjan tasopiirustus	058-16-2	1:50
Leikkaukset L01 ja L02	058-16-3	1:20
Salaojat, perustukset	058-16-4	1:20
Tukimuurin raud. TB-laatta, vesikatto	058-16-5	1:20
Leikkaukset L03, L04 ja L05	058-16-6	1:20
IV-konehuoneen välipohja	058-16-7	1:50
IV-KH-Rakenneleikkaus	058-16-8	1:20
Leikkaus A – A	058-16-9	1:50
IV-KH-Peruspultit	058-16-10	1:50
IV-KH-Teräsrunko	058-16-11	1:50
IV-KH-Teräsrunko detaljit	058-16-12	1:10
IV-KH-Kattoelementtikaavio	058-16-13	1:100
IV-KH-Seinäelementtikaavio	058-16-14	1:100
Välipohjan tasopiirustus	058-16-15	1:50
Leikkaus L06	058-16-16	1:20
Porrasaukko, porrashuoneen alapohja	058-16-17	1:50
Leikkaukset L07 ja L08	058-16-18	1:20
Palokatkodetaljit	058-16-19	ei mittakaavaa



K.OSA Nurmi	KORTTELI/TILA Aitoranta	TONTTI/RNo 4: 87	RAKENNUSLUVAN TUNNUS			
RAKENNUSOIMENPIDE MUUTOSTYÖ			PIIRUSTUSLAJI RAKENNEPIIRUSTUS		JUOKS.No 1	
RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE Suomen Adventtikirkko Ketarantie 4 33680 TAMPERE			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ Rakennetyypit		MITTAKAAVAT 1:10	
Insinööritoimisto Timo Poikonen T: mi Koljonseläntie 7 as 82 34260 TERÄLAHTI  Allekirjoitus 			SUUN.ALA RAK	TYÖ No 058-2016	PIIR.No 058-16-1	
			PÄIVÄYS 25.4.2016	YHT.HENK. Timo Poikonen +358 50 3501882		

# VP1 Kantava välipohja, lämmin tila

MK 1:10

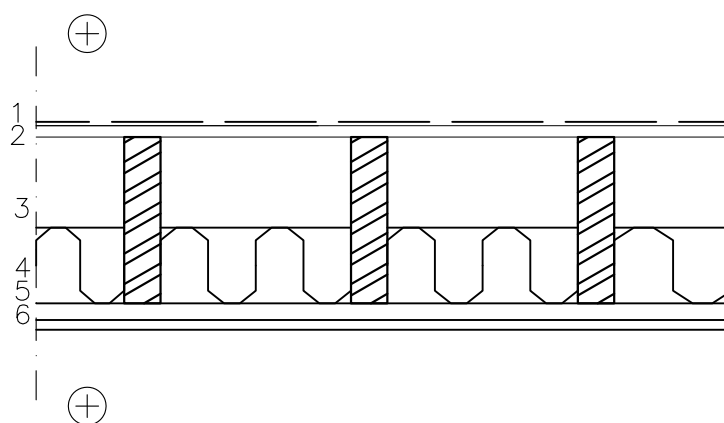


60mm  
30mm  
18mm  
148mm  
22mm  
13mm  
15mm

- 1 PINTAMATERIAALI TAI -KÄSITTELY HUONESELOSTUKSEN MUKAAN
- 2 TB-pintalaatta raud. HTV5-150 keskeisesti
- 3 Askeläänieriste
- 4 Rakennuslevykerros vaneri ympäröpontattu, liimaus
- 5 Kantavarakenne 48x198 k400, välissä äänenerite min. villa 100mm
- 6 KOOLAUS 22x100mm k400
- 7 KIPSILEVY 13mm esim. Gyproc GN
- 8 Palonsuojakipsilevy esim. Gyproc GFE
- 9 PINTAMATERIAALI TAI -KÄSITTELY HUONESELOSTUKSEN MUKAAN

# VP4 Kantava välipohja, lämmin tila

MK 1:10



- |       |   |
|-------|---|
| 18mm  | 1 PINTAMATERIAALI TAI -KÄSITTELY HUONESELOSTUKSEN MUKAAN  |
| 220mm | 2 RAKENNUSLEVYKERROS (vaneri 18mm) liimataan lattiakannattajiin työmaalimauksena                  |
|       | 3 KANTAVA RAKENNE:<br>välipohjakannattajat 48x198mm k400 +välissä<br>ääneneriste min. villa 100mm |
| 22mm  | 4 KOOLAUS 22x100mm k300   |
| 13mm  | 5 KIPSILEVY 13mm esim. Gyproc GN  |
|       | 6 PINTAMATERIAALI TAI -KÄSITTELY HUONESELOSTUKSEN MUKAAN  |

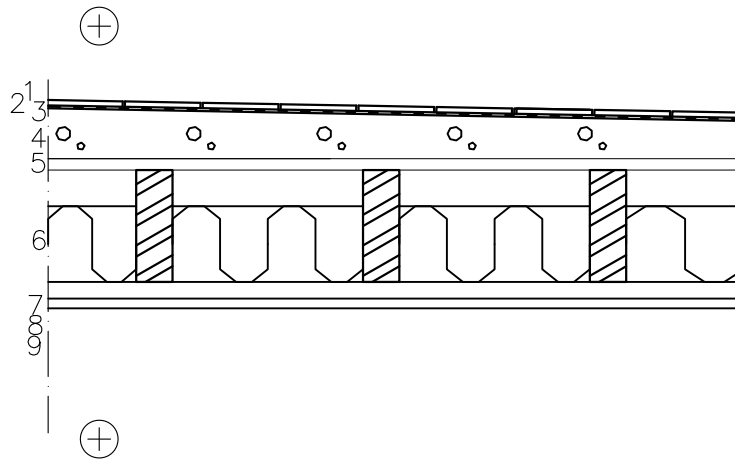
PALONKESTOLUOKKA:

R60

RAKENTEESSA OLEVIEN ERISTEIDEN SISÄLTÄMÄ PALOKUORMA < 15 MJ/m<sup>2</sup>

# VP2 Kantava välipohja, märkätila

MK 1:10



- |              |  |
|--------------|--|
|              | 1 KERAAMISET LAATAT HUONESELOSTUKSEN MUKAAN  |
|              | 2 KINNITYSLAASTI: esim. Weber Vetonit RF   |
|              | 3 VEDENERISTE: esim. Weber Vetonit WP  |
| 60...80.. mm | 4 KALLISTUSVALU: kaadot väh. 1:100<br>esim Weber Vetonit 6000 tasoitus esim. Weber Vetonit 3100 ennen vedeneristettä                               |
| 18mm         | 5 RAKENNUSLEVY esim. OSB 18mm ympäröintattu kiinnitys välipohjakannattajiin<br>liima+ ruuvaus: kosteudenkestävä puuliima B3 +ruuvaus 4,5x42mm k150 |
| 148mm        | 6 KANTAVA RAKENNE: välipohjakannattajat 48x198mm k400 +välissä<br>ääneneriste min. villa 100mm   |
| 22mm         | 7 KOOLAUS 22x100mm k300  |
| 13mm         | 8 KIPSILEVY 13mm esim. Gyproc GN   |
|              | 9 PINTAMATERIAALI TAI -KÄSITTELY HUONESELOSTUKSEN MUKAAN   |

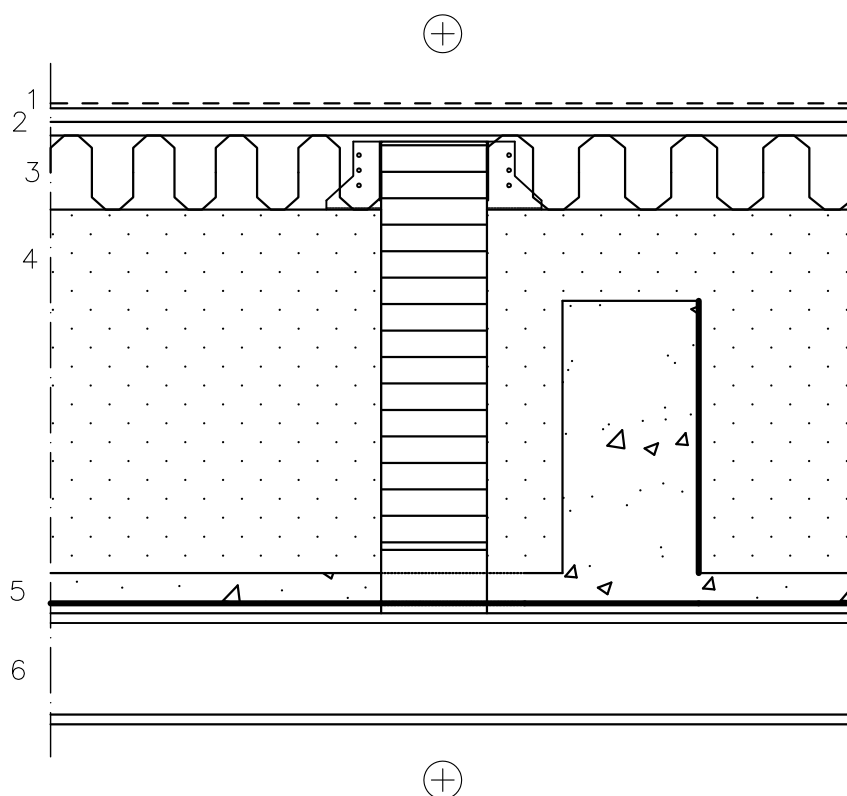
KÄYTETTÄVÄ SERTIFIOITUA VEDENERISTYSJÄRJESTELMÄÄ, JA VEDENKESTÄVÄÄ KINNITYSLAASTIA VEDENERISTYSTÖISSÄ NOUDATETAAN VALITUN VEDENERISTYSJÄRJESTELMÄN VALMISTAJAN TYÖOHJEITA

EI PALONKESTOLUOKKAVAATIMUSTA

RAKENTEESSA OLEVIEN ERISTEIDEN SISÄLTÄMÄ PALOKUORMA < 15 MJ/m<sup>2</sup>

# VP3a Vaihtoehto 1 iv-konehuoneen välipohja

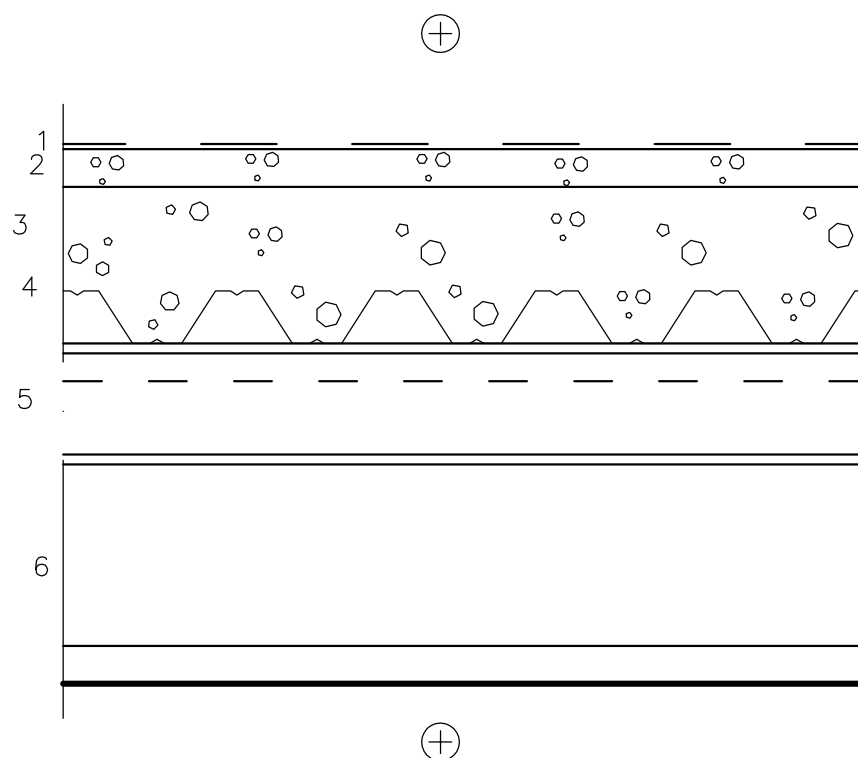
MK 1:10



- |           |  |
|-----------|--|
| 2mm       | 1 Polyuretaanipinnoite esim. Nanten PU-flex                                    |
| 18 + 18mm | 2 2x 18mm vaneri rakennesuunn. mukaan  |
| 98mm      | 3 48x98 C24 k400 rakennesuunn. mukaan  |
| 0.7mm     | 4 Kantavat LP-palkit 140x540 k1100 rakennesuunn. mukaan välissä kivillä ~450mm |
|           | 5 Oleva alalaattapalkisto, ei kannatusta iv konehuoneelle                      |
|           | 6 Kantava teräsrunko rakennesuunn. mukaan (palonsuojataan)                     |

# VP3b Vaihtoehto 2 iv-konehuoneen välipohja

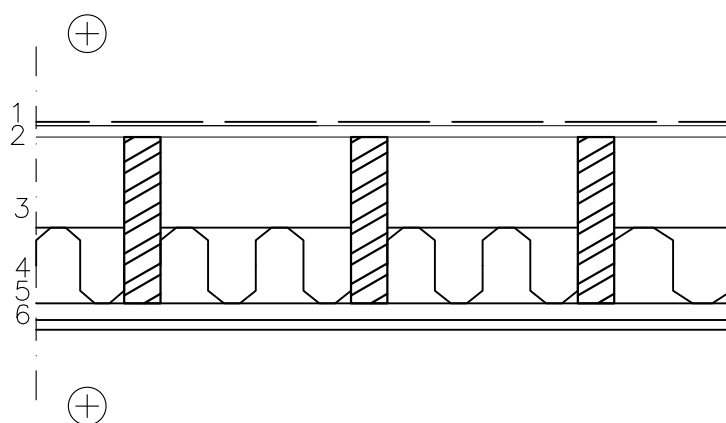
MK 1:10



- |           |  |
|-----------|--|
| 2mm       | 1 Polyuretaanipinnoite esim. Nanten PU-flex        |
| 50...30mm | 2 Pintalaatta                                      |
| 120mm     | 3 TB- laatta raudoitus rakennesuunn. mukaan        |
| 0.7mm     | 4 Kantava poimulevy                                |
|           | 5 Teräsrunko rakennesuunn. mukaan (palonsuojataan) |
|           | 6 Oleva alalaattapalkisto                          |

# VP4 Kantava välipohja, lämmin tila

MK 1:10



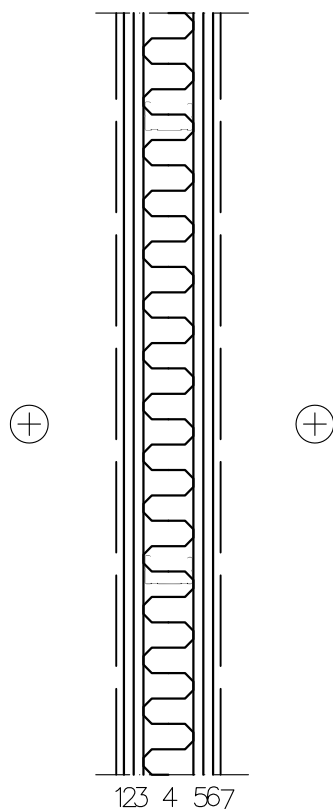
- |       |   |
|-------|---|
| 18mm  | 1 PINTAMATERIAALI TAI -KÄSITTELY HUONESELOSTUKSEN MUKAAN  |
| 220mm | 2 RAKENNUSLEVYKERROS (vaneri 18mm) liimataan lattiakannattajiin työmaalimauksena                  |
|       | 3 KANTAVA RAKENNE:<br>välipohjakannattajat 48x198mm k400 +välissä<br>ääneneriste min. villa 100mm |
| 22mm  | 4 KOOLAUS 22x100mm k300   |
| 13mm  | 5 KIPSILEVY 13mm esim. Gyproc GN  |
|       | 6 PINTAMATERIAALI TAI -KÄSITTELY HUONESELOSTUKSEN MUKAAN  |

PALONKESTOLUOKKA:

R60

RAKENTEESSA OLEVIEN ERISTEIDEN SISÄLTÄMÄ PALOKUORMA < 15 MJ/m<sup>2</sup>

VS1 Ei kantava, osastoiva, ääntä vaimentava teräsrankarunkoinen väliseinä  
MK 1:10



- |       |   |
|-------|---|
|       | 1 PINTAMATERIAALI TAI –KÄSITTELY, huoneselityksen mukaan                            |
| 13 mm | 2 KIPSILEVY–erikoiskova esim. Gyproc GEK  |
| 13 mm | 3 KIPSILEVY–normaali esim. Gyproc GN  |
| 66 mm | 4 TERÄSRANKARUNKO 66x40 mm esim. Gyproc ELPR k600 + min. villa esim. Isover AKU50mm |
| 13 mm | 5 KIPSILEVY–normaali esim. Gyproc. GN   |
| 13 mm | 6 KIPSILEVY–erikoiskova esim. Gyproc GEK  |
|       | 7 PINTAMATERIAALI TAI –KÄSITTELY, huoneselityksen mukaan                            |

PALONKESTOLUOKKA EI 60

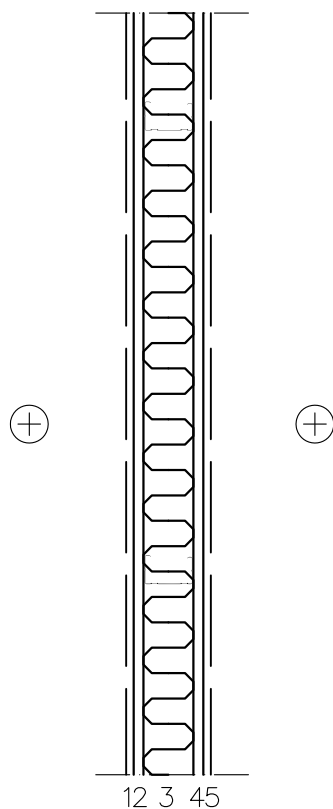
Ilmääneneristävyys  $R'w$  48 dB

Seinän maksimikorkeus 4000mm

RAKENTEESTA OLEVAN ERISTEEN SISÄLTÄMÄ PALOKUORMA < 4 MJ/m<sup>2</sup>



# VS2 Ei kantava teräsrankarunkoinen ääntä vaimentava väliseinä MK 1:10



- 13 mm 1 PINTAMATERIAALI TAI –KÄSITTELY, huoneselityksen mukaan  
66 mm 2 KIPSILEVY–erikoiskova esim. Gyproc GEK  
13 mm 4 TERÄSRANKARUNKO 66x40 mm esim. Gyproc ELPR k600 + min. villa esim. Isover AKU50mm  
6 KIPSILEVY–erikoiskova esim. Gyproc GEK  
7 PINTAMATERIAALI TAI –KÄSITTELY, huoneselityksen mukaan

EI PALONKESTOLUOKKAVAATIMUSTA

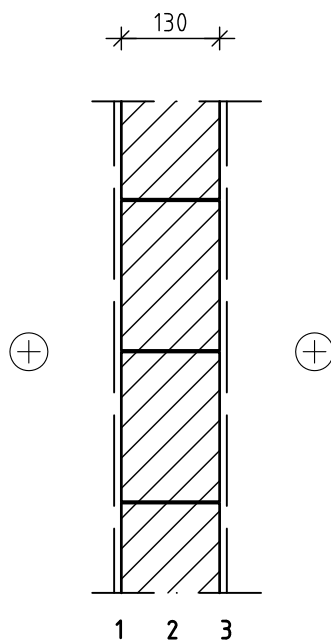
Ilmääneneristävyys  $R'_w$  40 dB

Seinän maksimikorkeus 4000mm

RAKENTEESSA OLEVAN ERISTEEN SISÄLTÄMÄ PALOKUORMA < 4 MJ/m<sup>2</sup>

# VS3 Kantava, osastoiva väliseinä

MK 1:10



- 1 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan
- 2 Kahi-harkko 130 mm, ohutsaumamuurattuna
- 3 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan

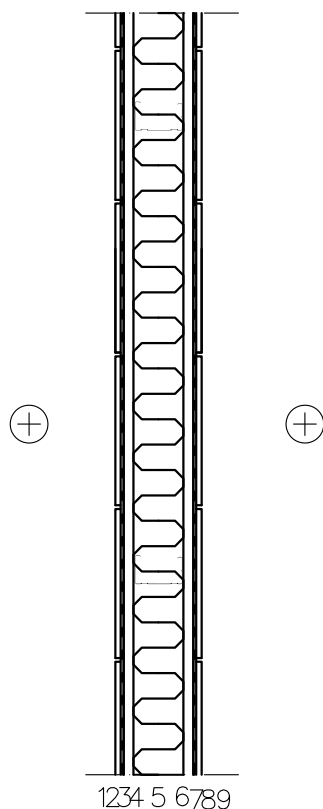
Ilmääneneristävyys  $R'w$  49,5 dB

PALONKESTOLUOKKA:

EI 180	(osastoiva kantamaton)
REI 120	umpinainen
REI 90	reiällinen

# VS4 Ei kantava teräsrankarunkoinen väliseinä, märkätila - märkätila

## MK 1:10



- 1 KERAAMISET LAATAT HUONESELOSTUKSEN MUKAAN
- 2 KIIINNITYSLAASTI: esim. Weber Vetonit RF
- 3 VEDENERISTE: esim. Weber Vetonit WP
- 13 mm 4 KIPSILEVY-erikoiskova esim. Gyproc GEK
- 66 mm 5 TERÄSRANKARUNKO 66x40 mm esim. Gyproc ELPR k600 + min. villa esim. Isover AKU50mm
- 13 mm 6 KIPSILEVY-erikoiskova esim. Gyproc GEK
- 7 VEDENERISTE: esim. Weber Vetonit WP
- 8 KIIINNITYSLAASTI: esim. Weber Vetonit RF
- 9 KERAAMISET LAATAT HUONESELOSTUKSEN MUKAAN

KÄYTETTÄVÄ SERTIFIOITUA VEDENERISTYSJÄRJESTELMÄÄ, JA VEDENKESTÄVÄÄ KIIINNITYSLAASTIA VEDENERISTYSTÖISSÄ NOUDATETAAN VALITUN VEDENERISTYSJÄRJESTELMÄN VALMISTAJAN TYÖOHJEITA

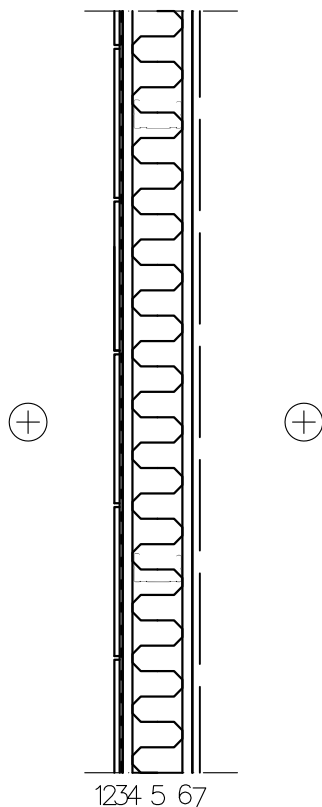
EI PALONKESTOLUOKKAVAATIMUSTA

Ilmääneneristävyyys  $R'w$  44 dB

Seinän maksimikorkeus 3000mm

RAKENTEESSA OLEVAN ERISTEEN SISÄLTÄMÄ PALOKUORMA  $< 4 \text{ MJ/m}^2$

# VS5 Ei kantava teräsrankarunkoinen väliseinä, märkätila - kuiva tila MK 1:10



- 1 KERAAMISET LAATAT HUONESELOSTUKSEN MUKAAN
- 2 KIIINNITYSLAASTI: esim. Weber Vetonit RF
- 3 VEDENERISTE: esim. Weber Vetonit WP
- 13 mm 4 KIPSILEVY-erikoiskova esim. Gyproc GEK
- 66 mm 5 TERÄSRANKARUNKO 66x40 mm esim. Gyproc ELPR k600 + min. villa esim. Isover AKU50mm
- 13 mm 6 KIPSILEVY-erikoiskova esim. Gyproc GEK
- 7 PINTAMATERIAALI TAI -KÄSITTELY HUONESELOSTUKSEN MUKAAN

KÄYTETTÄVÄ SERTIFIOITUA VEDENERISTYSJÄRJESTELMÄÄ, JA VEDENKESTÄVÄÄ KIIINNITYSLAASTIA VEDENERISTYSTÖISSÄ NOUDATETAAN VALITUN VEDENERISTYSJÄRJESTELMÄN VALMISTAJAN TYÖOHJEITA

EI PALONKESTOLUOKKAVAATIMUSTA

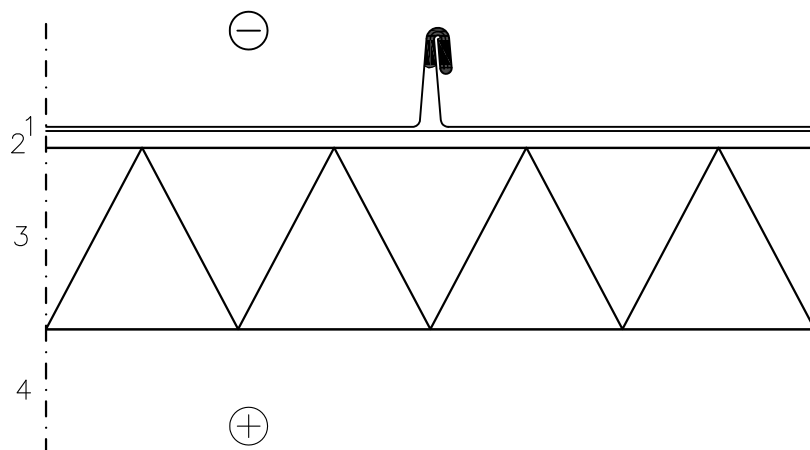
Ilmaääneneristävyys  $R'_w$  44 dB

Seinän maksimikorkeus 3000mm

RAKENTEESSA OLEVAN ERISTEEN SISÄLTÄMÄ PALOKUORMA < 4 MJ/m<sup>2</sup>

# US1 Ei kantava osastoiva ulkoseinä

MK 1:10



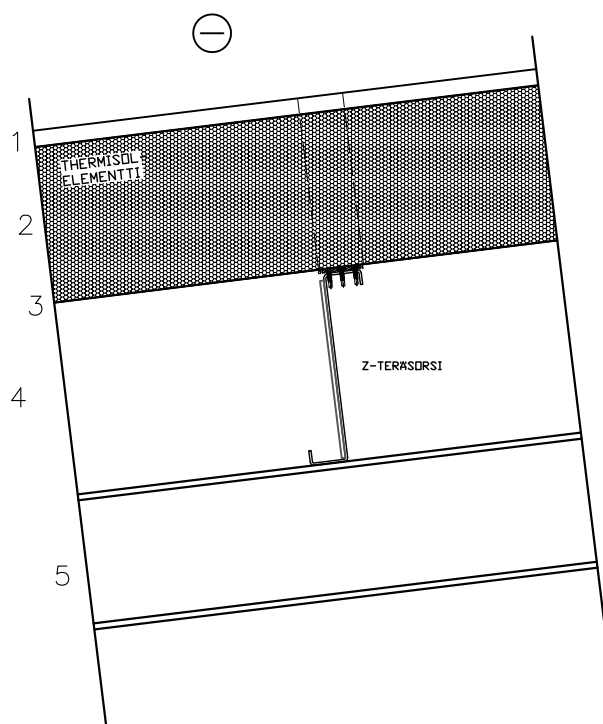
0,6  
22mm  
240mm

- 1 Prof. Pelti ARK suunn. mukaan
- 2 Koolaus 22x100 rakennesuunn. mukaan
- 3 Pelti-kivivillaeriste-pelti sandwichelementti 240mm rakennesuunn. mukaan
- 4 Kantava teräsrunko rakennesuunn. mukaan

PALONKESTOLUOKKAVAATIMUS EI 60

# YP1 Teräsohutlevy-sandwich-elementti

MK 1:10

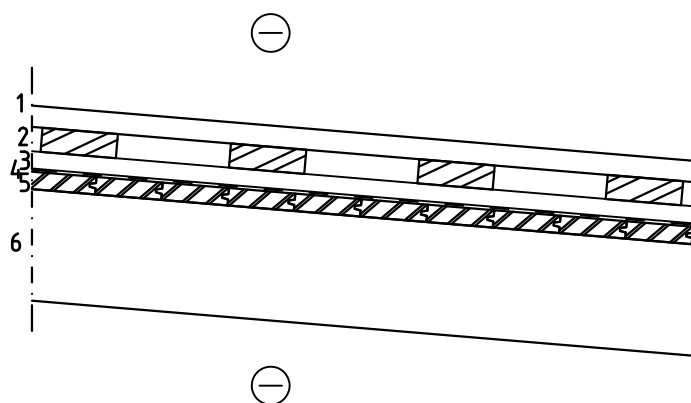


0,5mm  
300mm  
0,5mm  
180mm

- 1 Konesaumattu pelti ARK suunn. mukaan
- 2 EPS-eristeydin
- 3 Prof pelti ARK suunn. mukaan
- 4 Z-teräsorsi
- 5 Kantava teräsrunko rakennesuunn. mukaan

# YP2 Kylmä tila

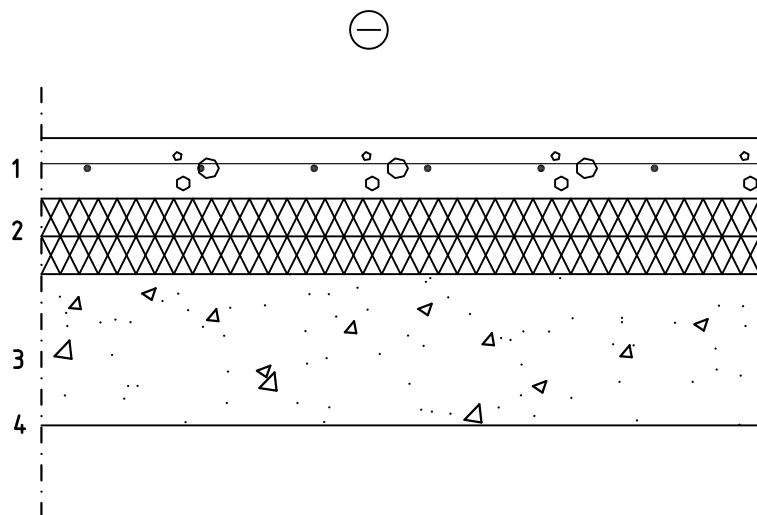
MK 1:10



- 1 Peltikate ARK suunn. mukaan
- 2 Ruodelaudoitus 32x100 k-jako katevalmistajan mukaan
- 3 Korotusrima 22x50mm rakennesuunn. mukaan
- 4 Aluskermi väh. TL4,
- 5 Raakaponttilaudoitus 23x95
- 6 KANTAVA RAKENNE: kattovasat 48x172 C24 rakennesuunn mukaan

# AP1 Kylmä tila

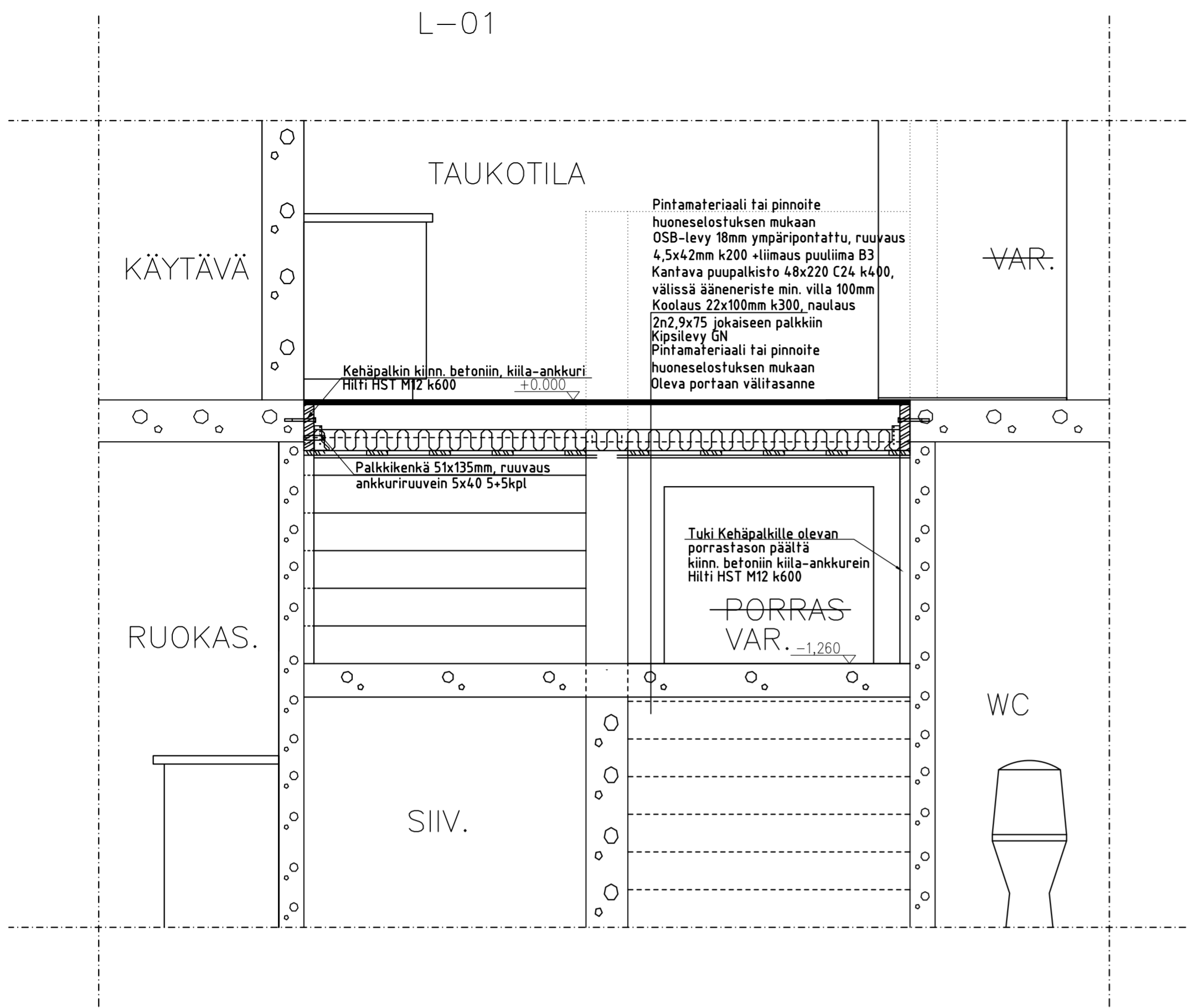
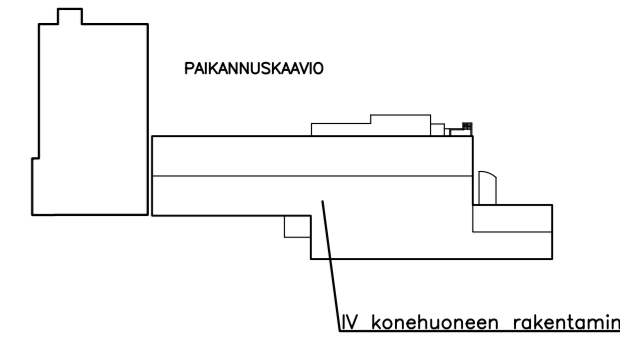
MK 1:10



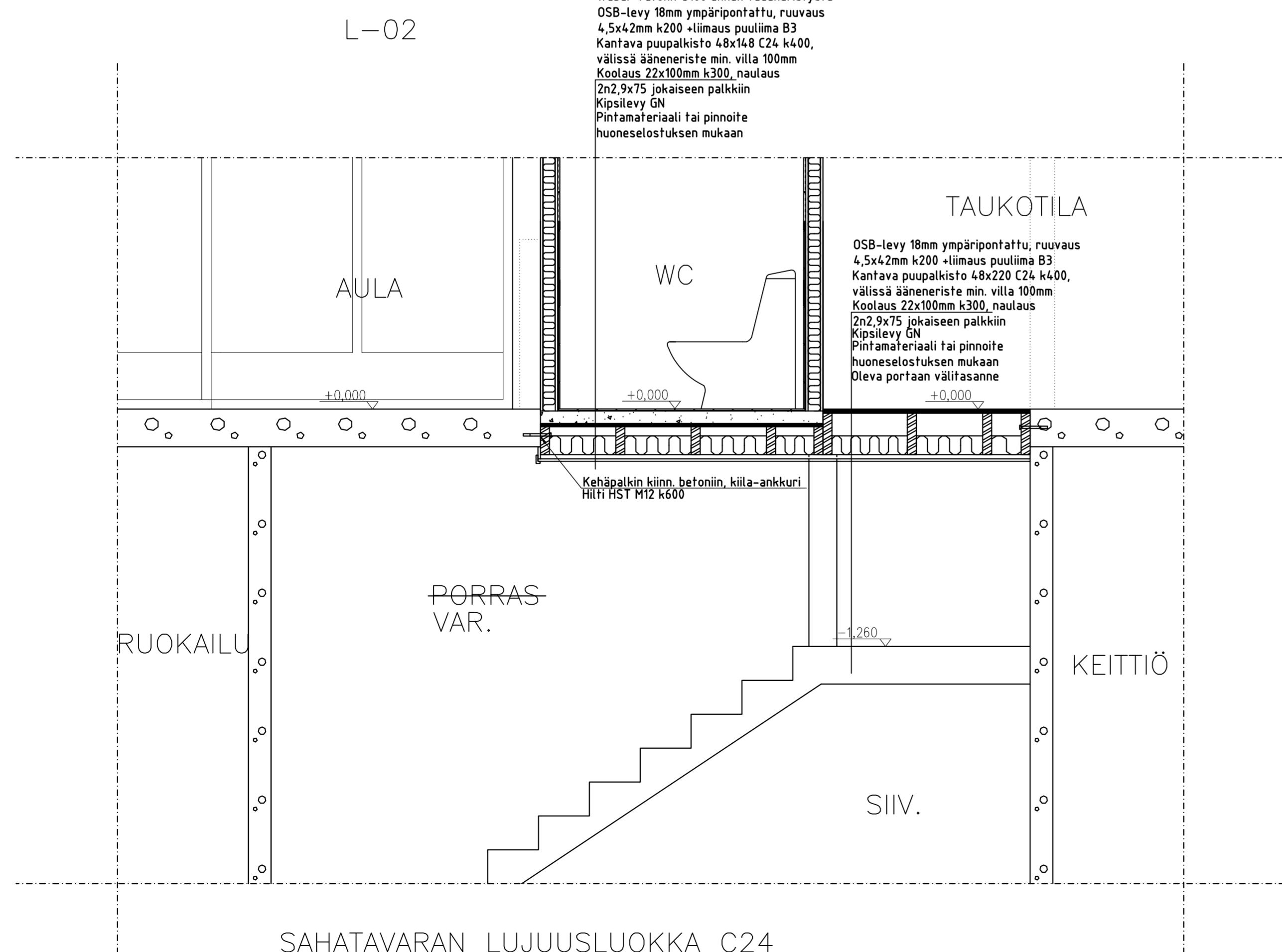
- |       |  |
|-------|--|
| 100mm | 1 TB-Laatta kesk. raud. HTV 6-150, pinta hierretty                                 |
| 100mm | 2 Suulakepuristettu eristelevy 50+50mm esim. Finnfoam FL-300<br>-saumat limitetään |
| 300mm | 3 Sepeli #8-16 200mm   |
|       | 4 Suodatinkangas tarvittaessa  |
|       | 6 Perusmaa, kallistus 1:50 salaojiin päin  |





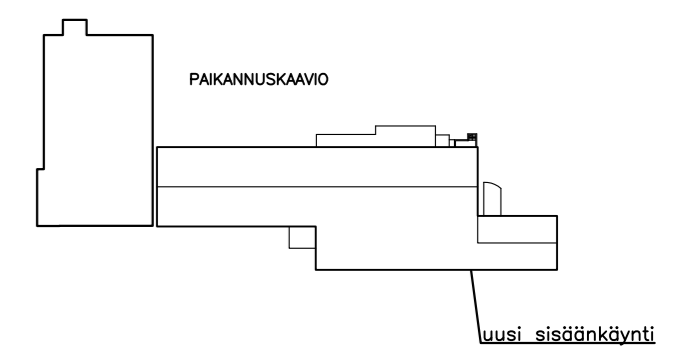
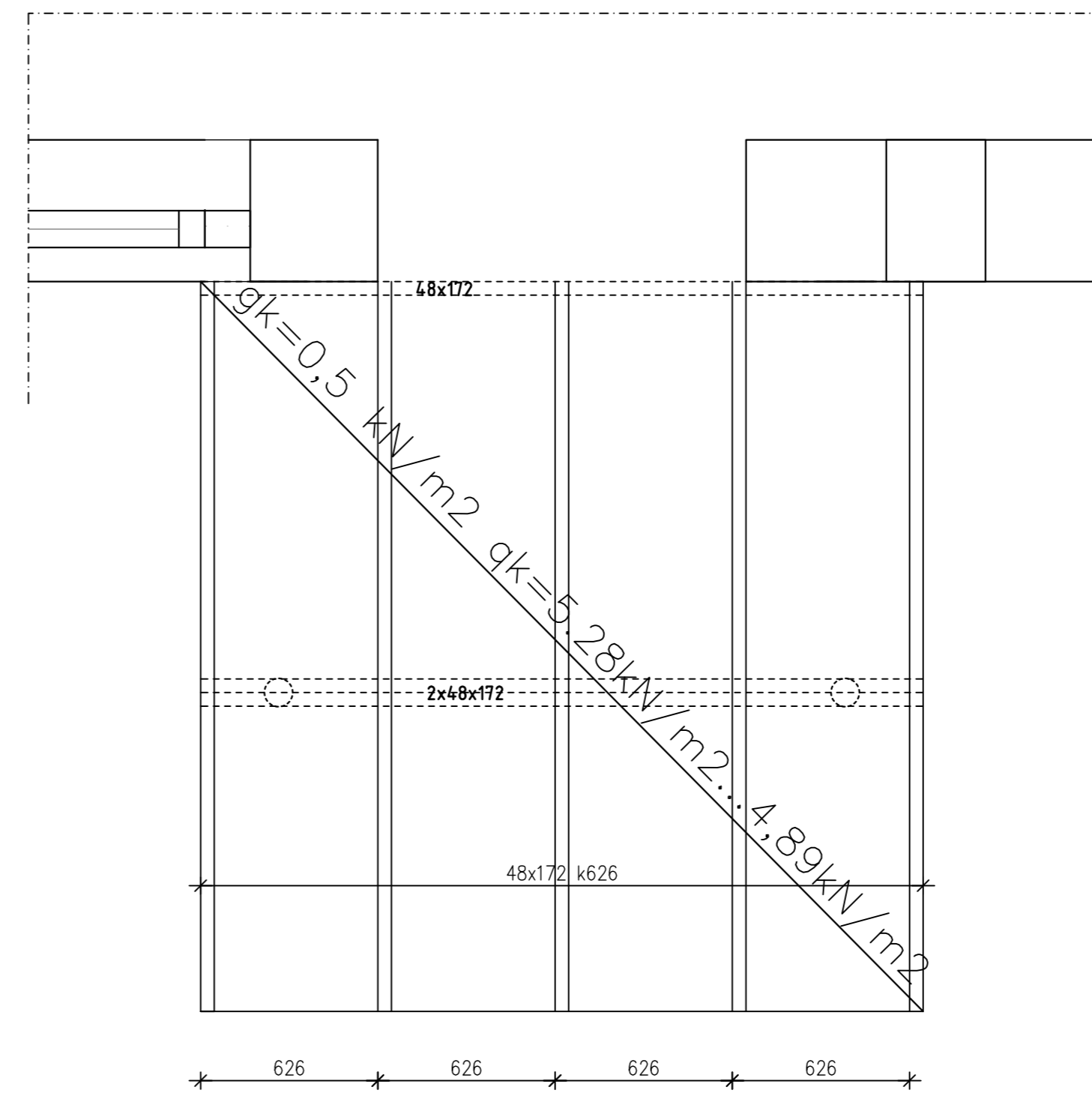
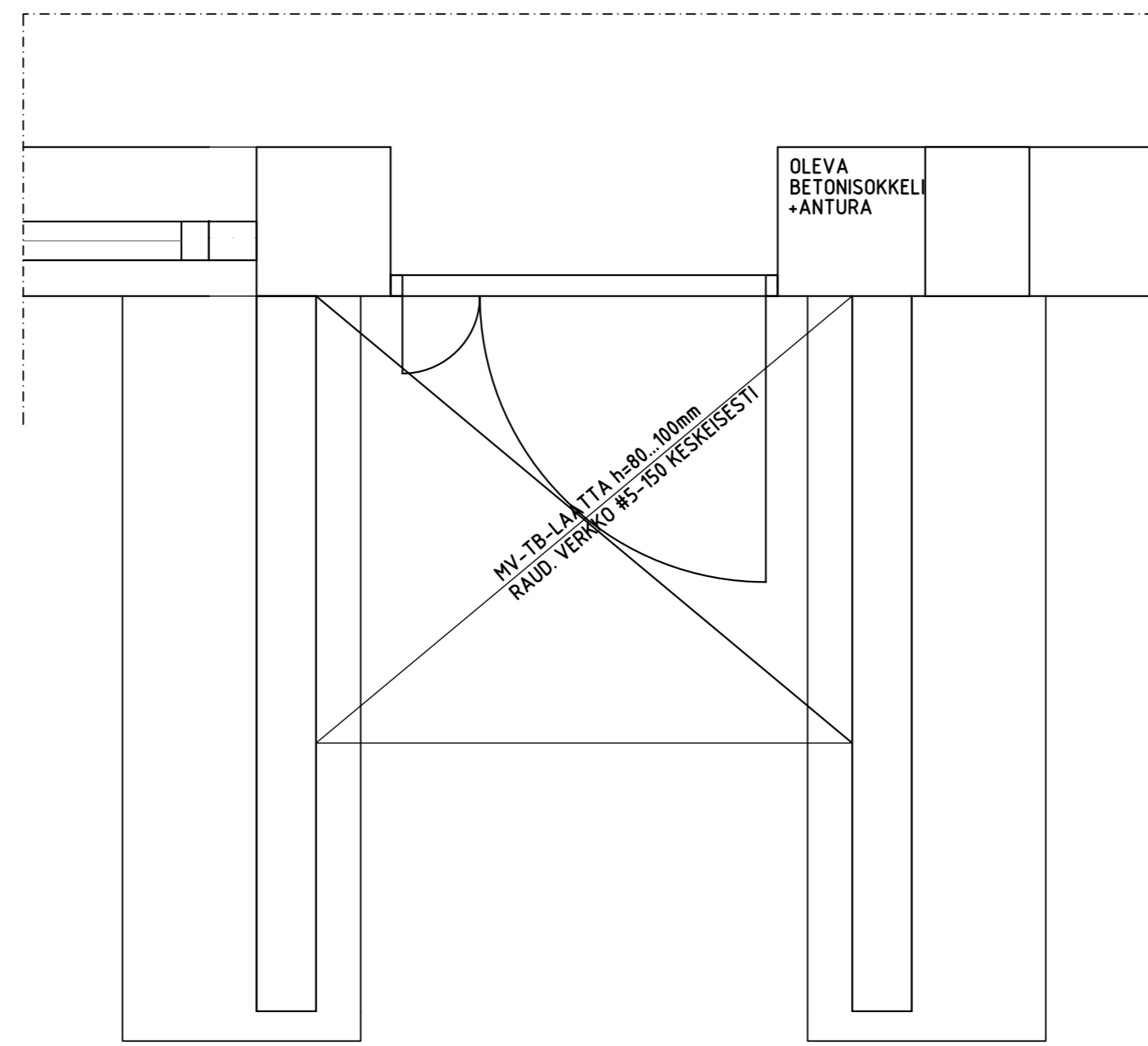
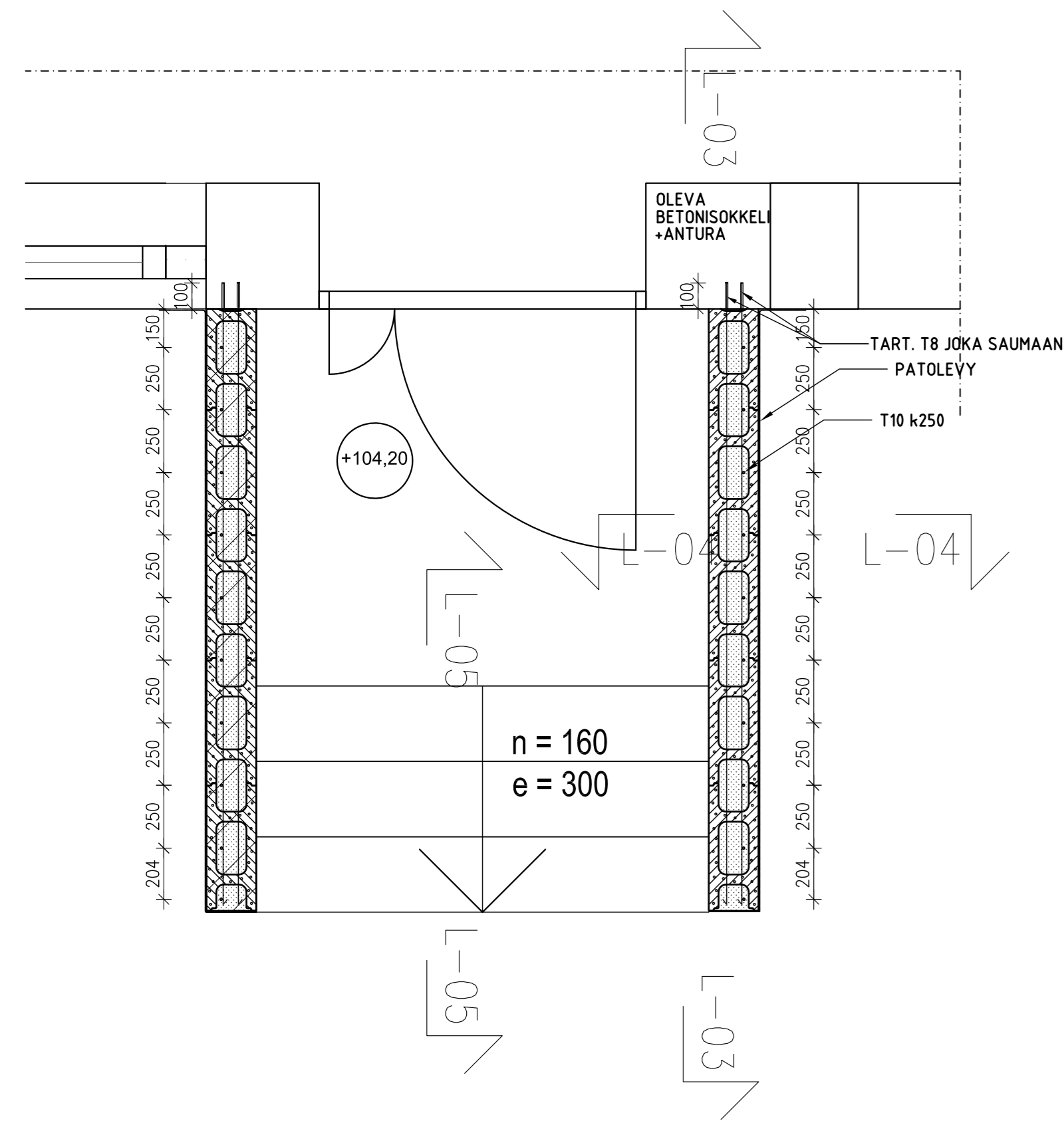


Keraamiset laatat huoneselostuksen mukaan  
Vedenkestävä kiinnityslaasti esim. Weber Vetonit RF  
Vedeneristys Esim. Weber Vetonit WP  
Kallistusvatu Esim. Weber vetonit 6000, fasoitus esim.  
Weber Vetonit 3100 ennen vedeneristystä  
OSB-levy 18mm ympäripontattu, ruuvaus  
4,5x42mm k200 +liimaus puuliima B3  
Kantava puupalkisto 48x148 C24 k400,  
välissä ääneneriste min. villa 100mm  
Koolaus 22x100mm k300, naulaus  
Zn2,9x75 jokaiseen palkkiin  
Kipsilevy GN  
Pintamateriaali tai pinnoite  
huoneselostuksen mukaan



K.Osa	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS
Nurmi	Aitoranta	4: 87	
RAKENNUSLOMENPIDE MUUTOSTYÖ	PIIRUSTUSLAJI RAKENNEPIIRUSTUS	JUKS.No 3	
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE Suomen Adventtikirkko Ketarantie 4 33680 TAMPERE	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ LEIKKAUS L-01 LEIKKAUS L-02	MITTAKAAVAT 1:20 1:20	
Insinööritoimisto Timo Poikonen T.mi Koljonsejantie 7 as 82 34260 TERÄLAHTI	SUUNTLA RAK	TYÖ No 058-2016	PIIR.No 058-16-3
Allekirjoitus	PÄIVÄYS 14.4.2016	YHT.HENK. Timo Poikonen +358 50 3501882	MUUTOS





BETONI C25/30-2  
 RASITUSLUOKAT:  
 PERUSTUKSET: XD1, XC1  
 SOKKELIT: XC4, XF3  
 TERÄS A500HW, B500B  
 SUOJABETONIPEITE 25mm 10mm, MAATA VASTEN VALETTAESSA 50mm  
 RAUDOITUKSEN SALLITTU MITTAPÖIKKEAMA 10mm  
 BETONIN SUUNNITTELUKÄYTTÖIKÄ 50v  
 SALLITTU HALKEAMA  $w_k=0,2mm$   
 JATKOPIITUUDET T6, T8=600mm, T10=800mm, T12=900mm, T16=1200mm, ellei toisin mainittu  
 HARJATERÄSVERKO LIMITYS= kaksi silmää päällekkäin

K.Osa Nurmi	KORTTELI/TILA Aitoranta	TONTTI/RNo 4:87	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSLOMENPIDE MUUTOSTYÖ			PIIRUSTUSLAI RAKENNEPIIRUSTUS	JUOKS.No 5
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE Suomen Adventtikirkko Ketarantie 4 33680 TAMPERE			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ TUKIMUURIN RAUDOITUS TB-LAATTA VESIKATTO	MITTAKAAVAT 1:20 1:20 1:20
Insinööritoimisto Timo Poikonen T.mi Koljonseläntie 7 as 82 34260 TERÄLAHTI			SUUNNALA RAK	TYÖ No 058-2016
Allekirjoitus			PIIR.No 058-16-5	MUUTOS
PÄIVÄYS 24.4.2016			YHT.HENK. Timo Poikonen	+358 50 3501882

L-03

VESIKATE esim. Ruukki Classic  
ARK-suunn. mukaisesti  
Ruoteet 32x100 k-jako  
katevalmistajan mukaan  
Aluskate, kermi väh. TL4  
Raakaponttillaudoitus 23x95  
Kattovasat 48x172 k626

Pellityksen ja rappauksen sauma tiivistetään  
esim. Sikaflex AT-connection massalla  
Rappaukseen sahataan ura  
johon pellitys päätetään

Pellitys nostetaan seinälle n.300mm

Kulmalevy BMF 90x90x65x2,5  
naulaus ankkurinautoin 4+4 mol. puolin  
palkin kiinnitys betoniin kiila-ankkurein  
Hilfi HST M12 k600  
48x172

Kulmalevy BMF 90x90x65x2,5, naulaus ankkurinautoin 4+4 mol. puolin  
Pääpalkit 2x48x148

Teräspilari halk. 100mm t=4mm

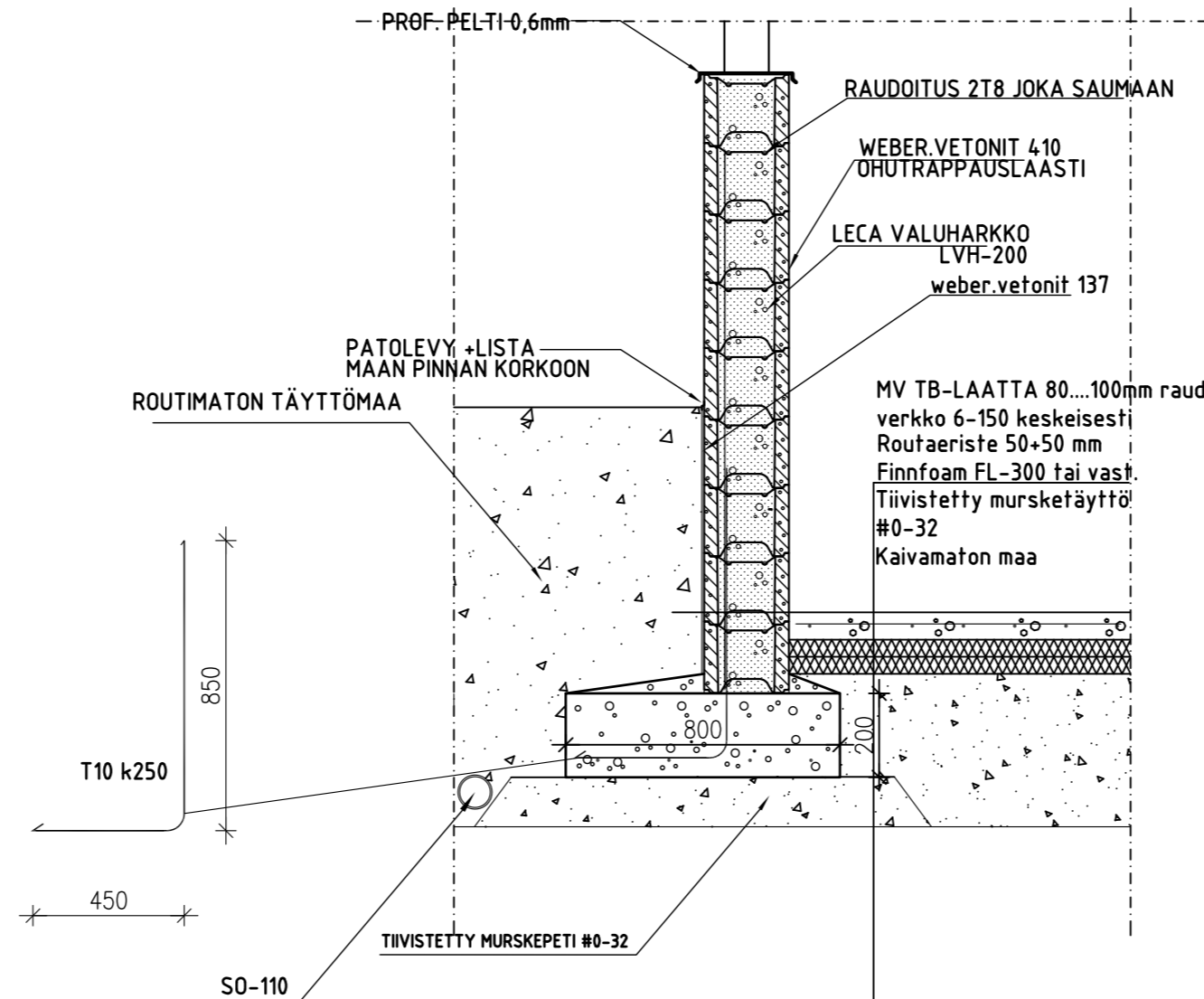
4 $\Delta$  ymp.

Solukumi + kittaus esim. Sikaflex  
AT-connection  
L-teräs 30x30x3 Ruostumaton ymp.  
Teräsritilä esim. hoitotasoverkko

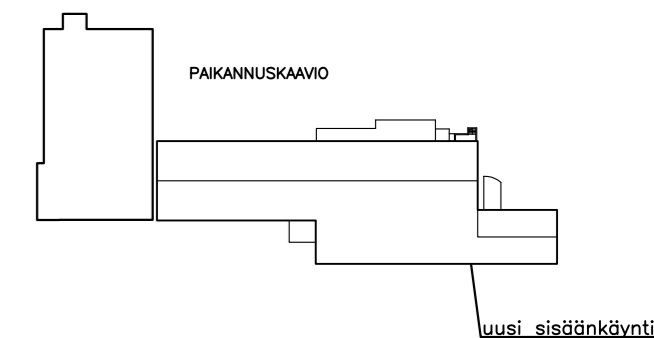
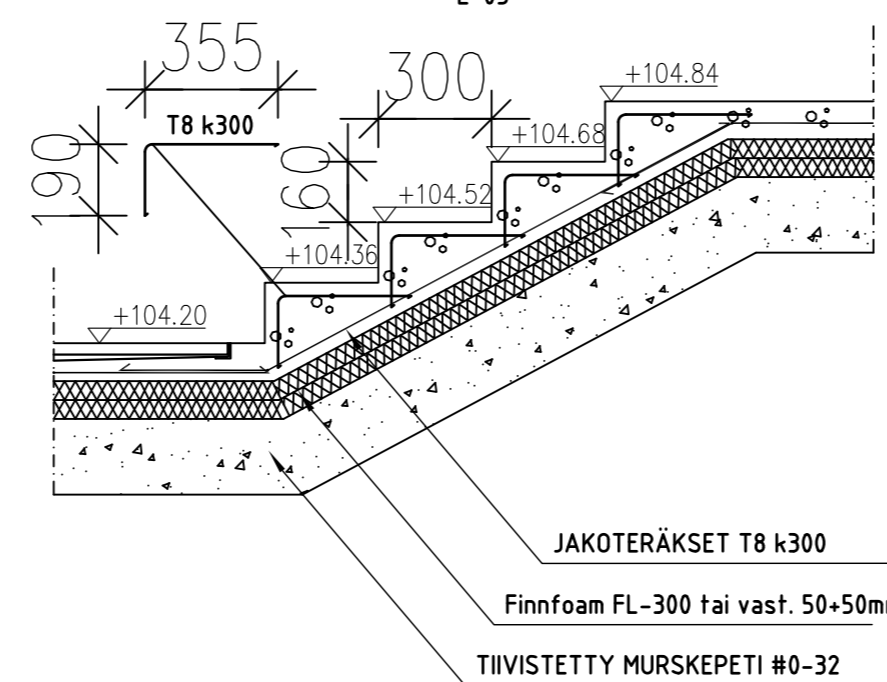
+104.20  
+104.36  
+104.52  
+104.68  
+104.84

Oleva betonirakenne

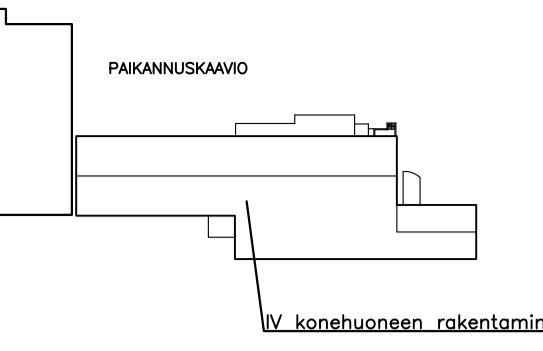
L-04



L-05



K.OSA Nurmi	KORTTELI/TILA Aitoranta	TONTTI/RN:o 4:87	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSLOMENPIDE MUUTOSTYÖ			PIIRUSTUSLAJI RAKENNEPIIRUSTUS	JUOKS.No 6
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE Suomen Adventtikirkko Ketarantie 4 33680 TAMPERE			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ LEIKKAUS L-03 LEIKKAUS L-04 LEIKKAUS L-05	MITTAKAAVAT 1:20 1:20 1:20
Insinööritoimisto Timo Poikonen T.mi Koljonseläntie 7 as 82 34260 TERÄLAHTI			SUUNN. ALA RAK	TYÖ No 058-2016
Allekirjoitus			PIIR.No 058-16-6	MUUTOS
			PÄIVÄYS 24.4.2016	YHT.HENK. Timo Poikonen +358 50 3501882



KUORMITUKSET: (ELLEI PIIRUSTUKSESSA TOISIN MAINITTU)

- LUMIKUORMA 2,0 kN/m<sup>2</sup>
- TUULIKUORMA 0,84 kN/m<sup>2</sup>
- KATON OMAPAINO YLÄPAARRE: 0,25 kN/m<sup>2</sup>
- VÄLIPOHJAN OMAPAINO: 2,5 kN/m<sup>2</sup>
- VÄLIPOHJAN HYÖTYKUORMA 5,0 kN/m<sup>2</sup>

MATERIAALIT:  
RAKENNETERÄSLAADUT: SFS-EN 10025

RAKENNETERÄS: S355J2H PUTKET  
S355J2G4 KUUMAVALSSATUT PROFILIT

PULTIT: 8.8

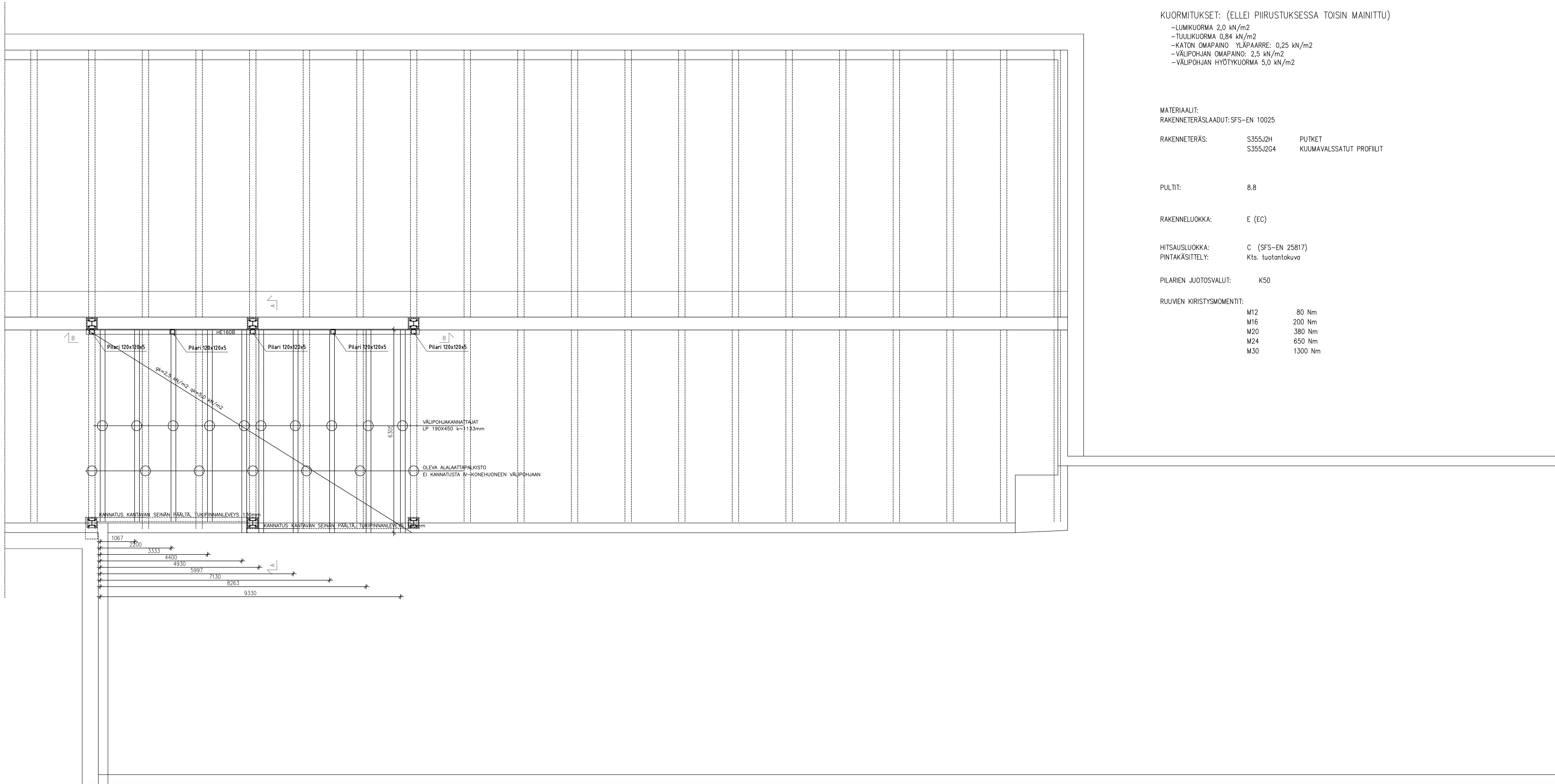
RAKENNELUOKKA: E (EC)

HITSAUSLUOKKA: C (SFS-EN 25817)  
PINTAKÄSITELY: Kts. tuotantokuva

PILARIEN JUOTOSVALUT: K50

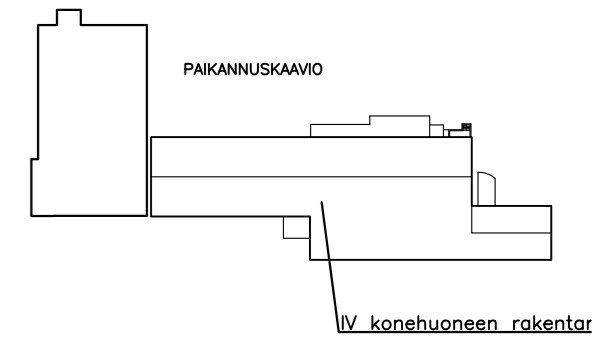
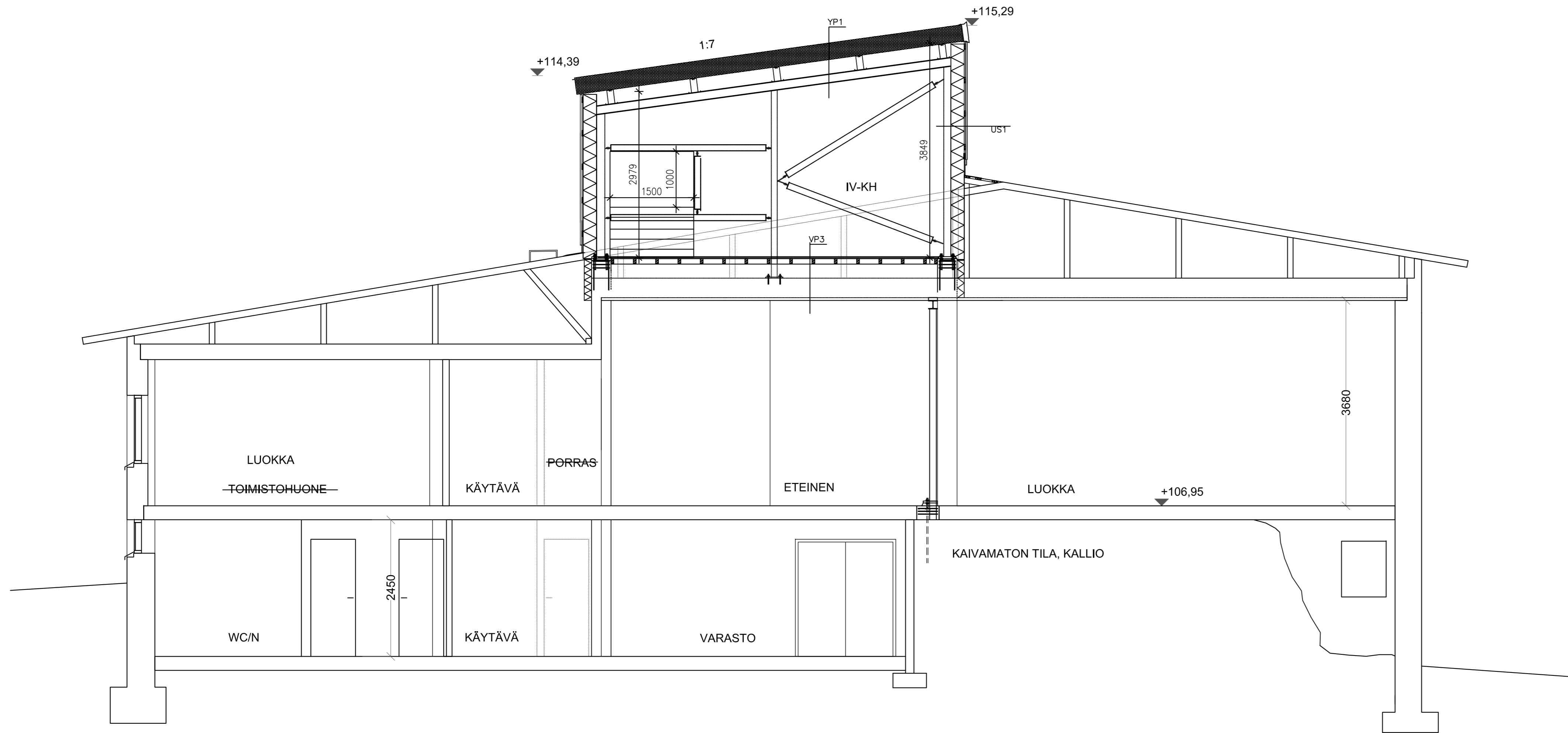
RUUVIEN KIRISTYSMOMENTIT:

M12	80 Nm
M16	200 Nm
M20	380 Nm
M24	650 Nm
M30	1300 Nm



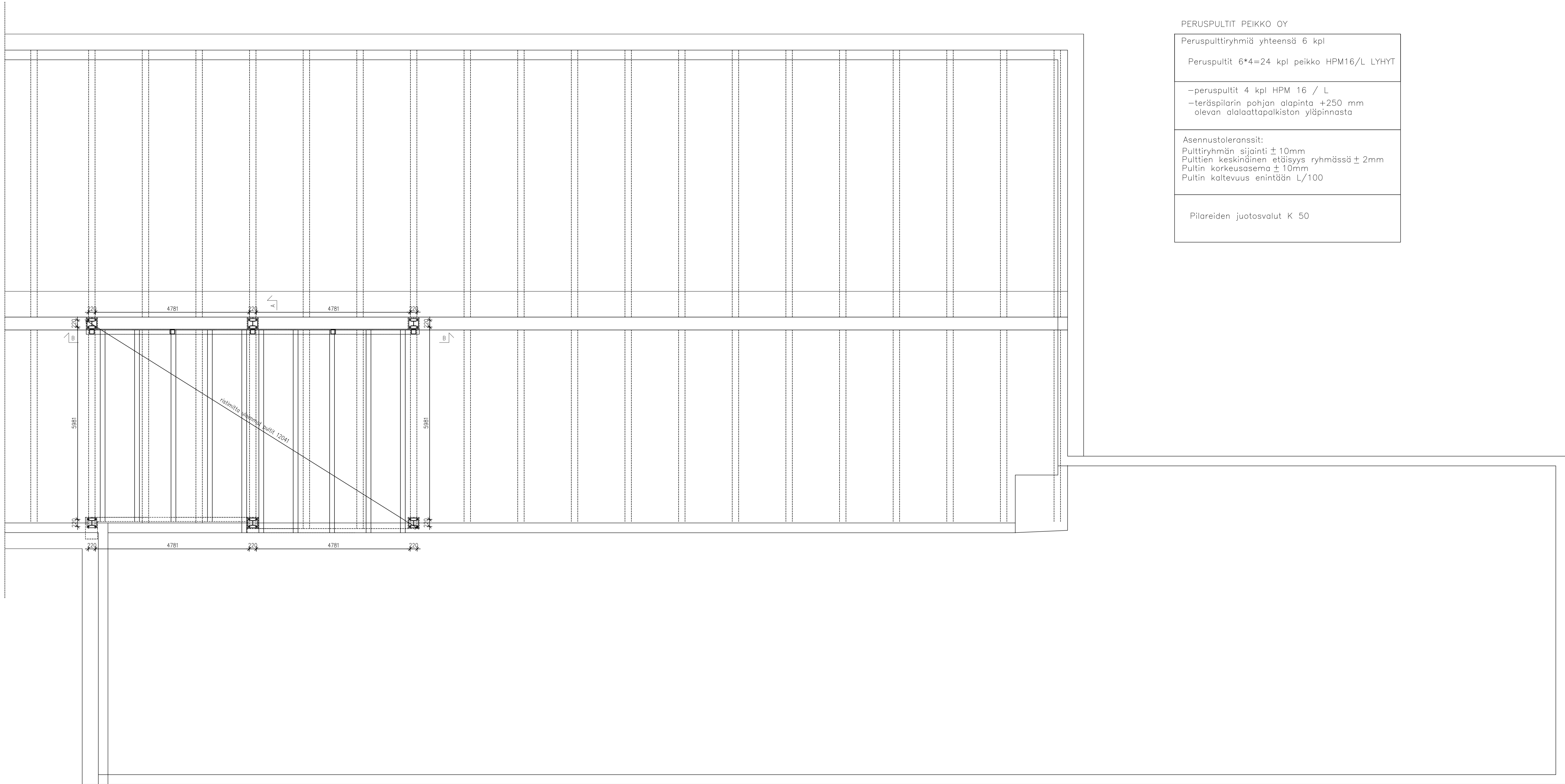
KUUSA Nurmi	KORTTELI/ALA Aitoranta	TONTTI/N:o 4/87	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSLOMIONPIDE MUUTOSTYÖ			PIIRUSTUSLA RAKENNEPIIRUSTUS	AKS.No 7
RAKENNUSKOHEEN NIMI JA OSOITE Suomen Adventtikirkko Ketarantie 4 33680 TAMPERE			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ IV-KONEHUONEEN VÄLIPOHJA	MITAKAAVA 1:50
Insinööritoimisto Timo Poikonen T.mi Kojonseudentie 7 as 82 34260 TERÄLAHTI Allekirjoitus	SIVUALA RAK	TYO No 058-2016	PIR.No 058-16-7	MAIUS
	PIIRIYS 14.04.2016	MITENK. Timo Poikonen +358 50 3501882		





K.Osa Nurmi	KORTTELI/TILA Aitoranta	TONTTI/RN:o 4:87	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSLOMA MUUTOSTYÖ			PIIRUSTUSLAJI RAKENNEPIIRUSTUS	JUOKS.No 9
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE Suomen Adventtikirkko Ketarantie 4 33680 TAMPERE			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ LEIKKAUS A - A	MITTAKAAVAT 1:50
Insinööritoimisto Timo Poikonen T.mi Koljonseläntie 7 as 82 34260 TERÄLAHTI			SUUNNALLA RAK	TYÖ No 058-2016
Allekirjoitus			PIIR.No 058-16-9	MUUTOS
			PÄIVÄYS 1.5.2016	YHT.HENK. Timo Poikonen +358 50 3501882





PERUSPULTIT PEIKKO OY

Peruspulttiryhmä yhteensä 6 kpl

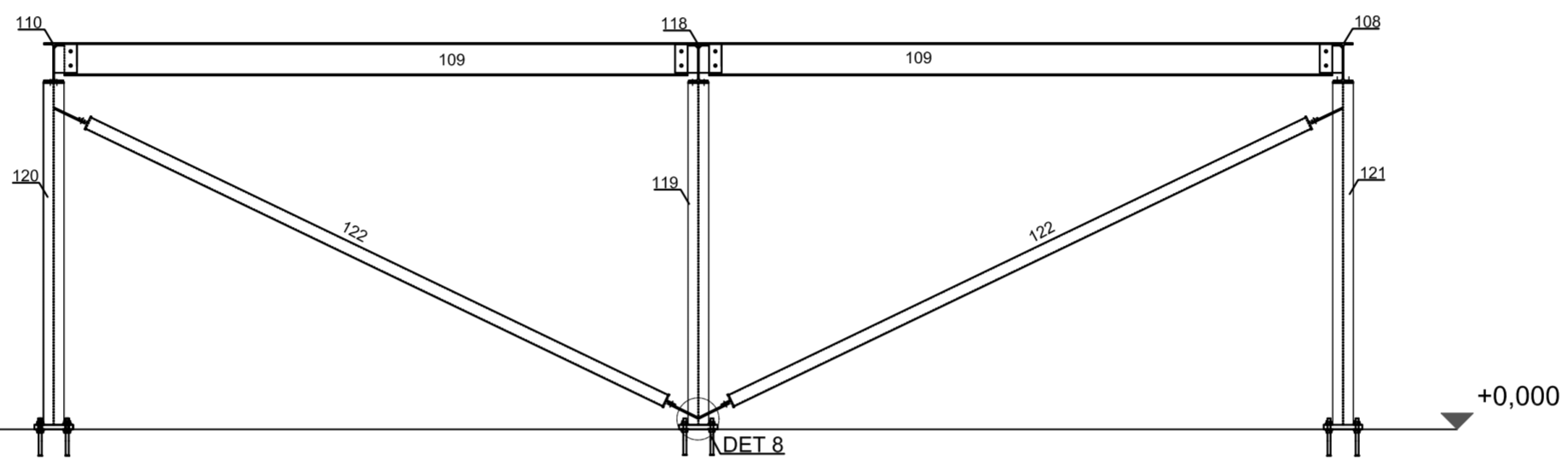
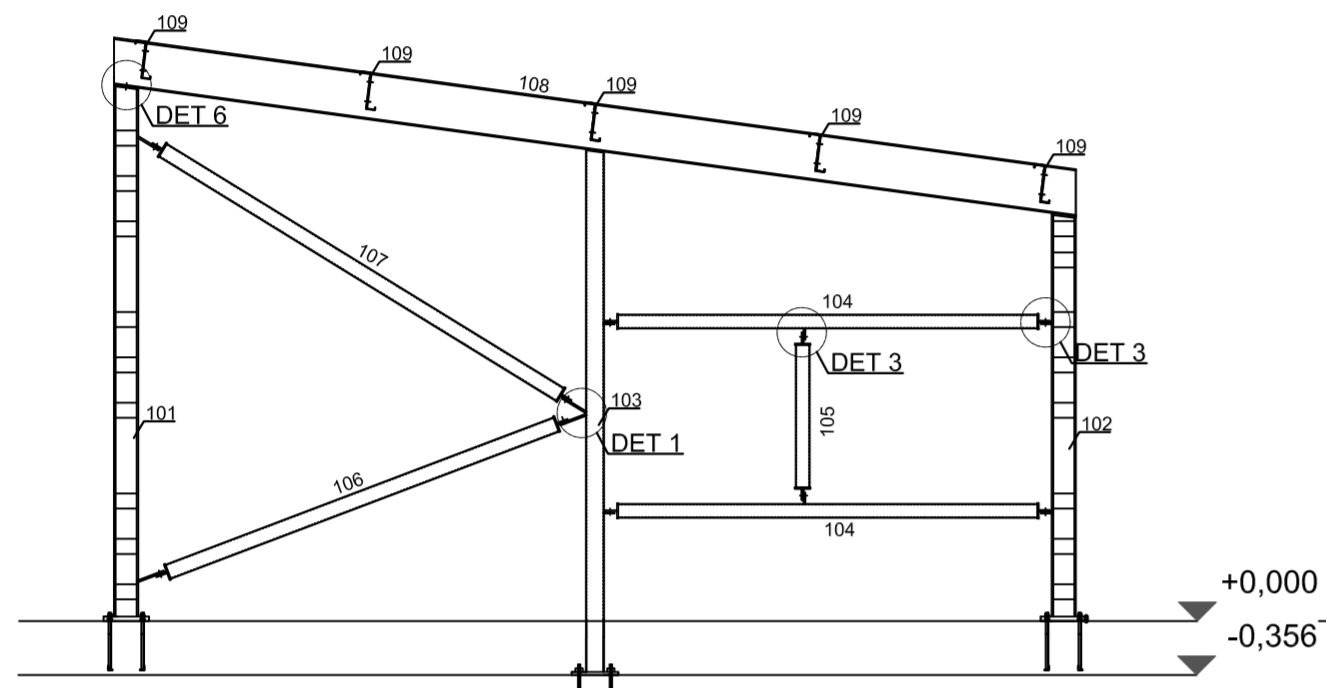
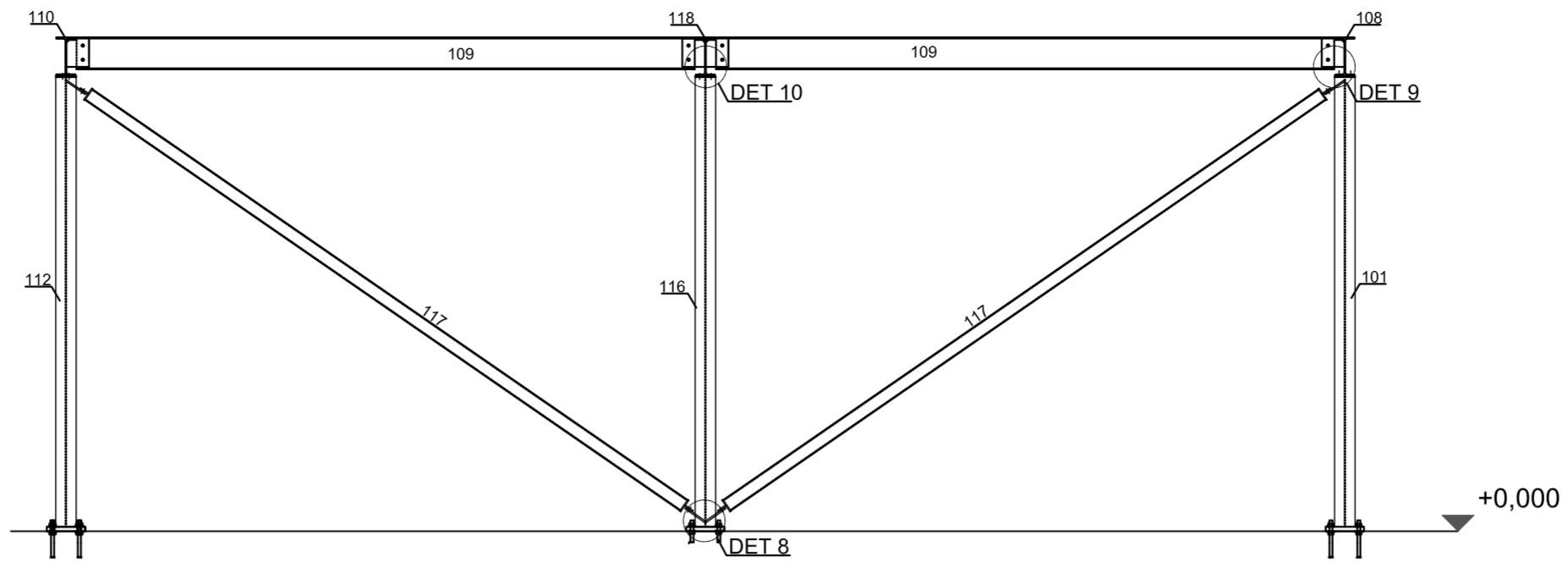
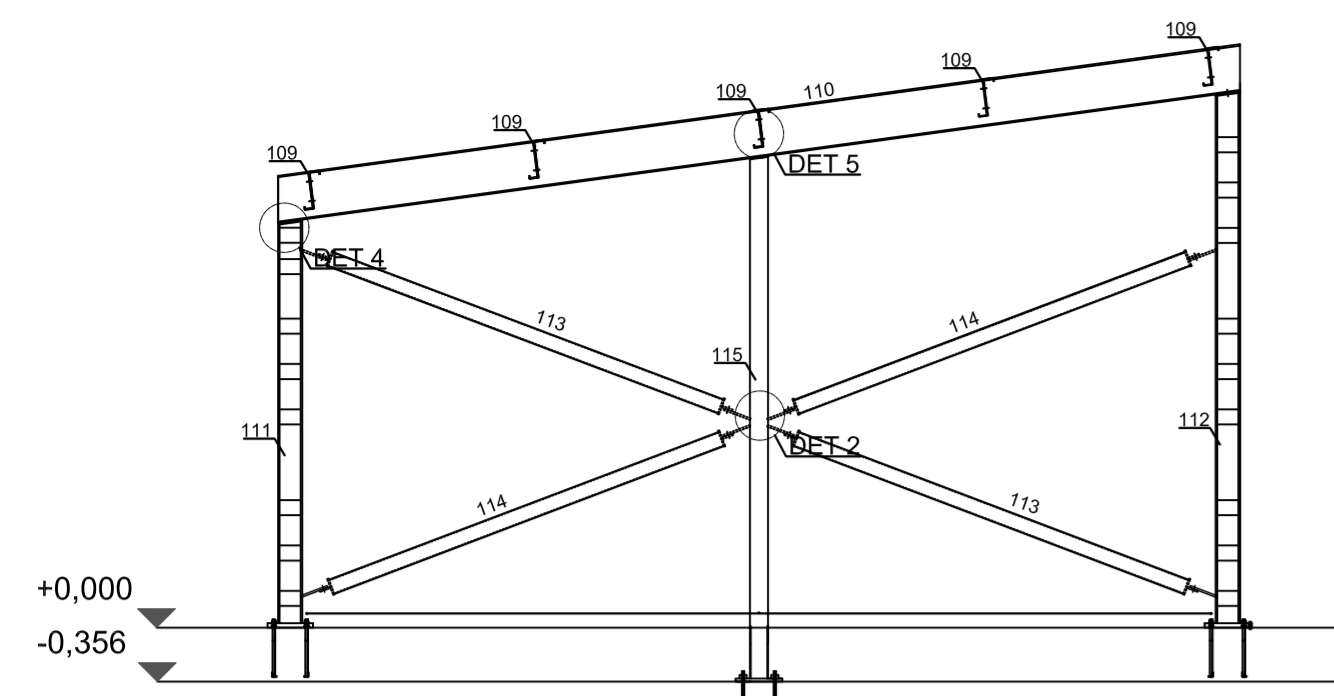
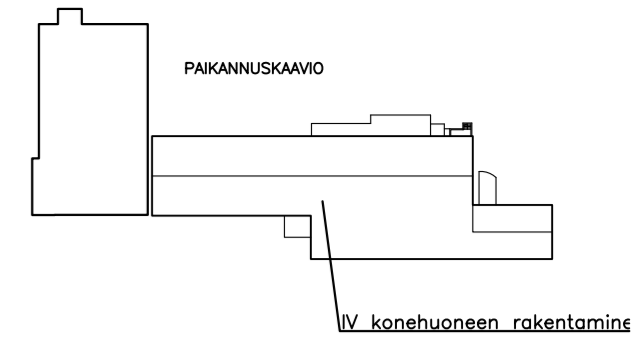
Peruspultit 6\*4=24 kpl peikko HPM16/L LYHYT

-peruspultit 4 kpl HPM 16 / L  
-teräspilarin pohjan alapinta +250 mm olevan alalaattapalkiston yläpinnasta

Asennustoleranssit:  
Pulttiryhmän sijainti ± 10mm  
Pulttien keskinäinen etäisyys ryhmässä ± 2mm  
Pultin korkeusasema ± 10mm  
Pultin kaltevuus enintään L/100

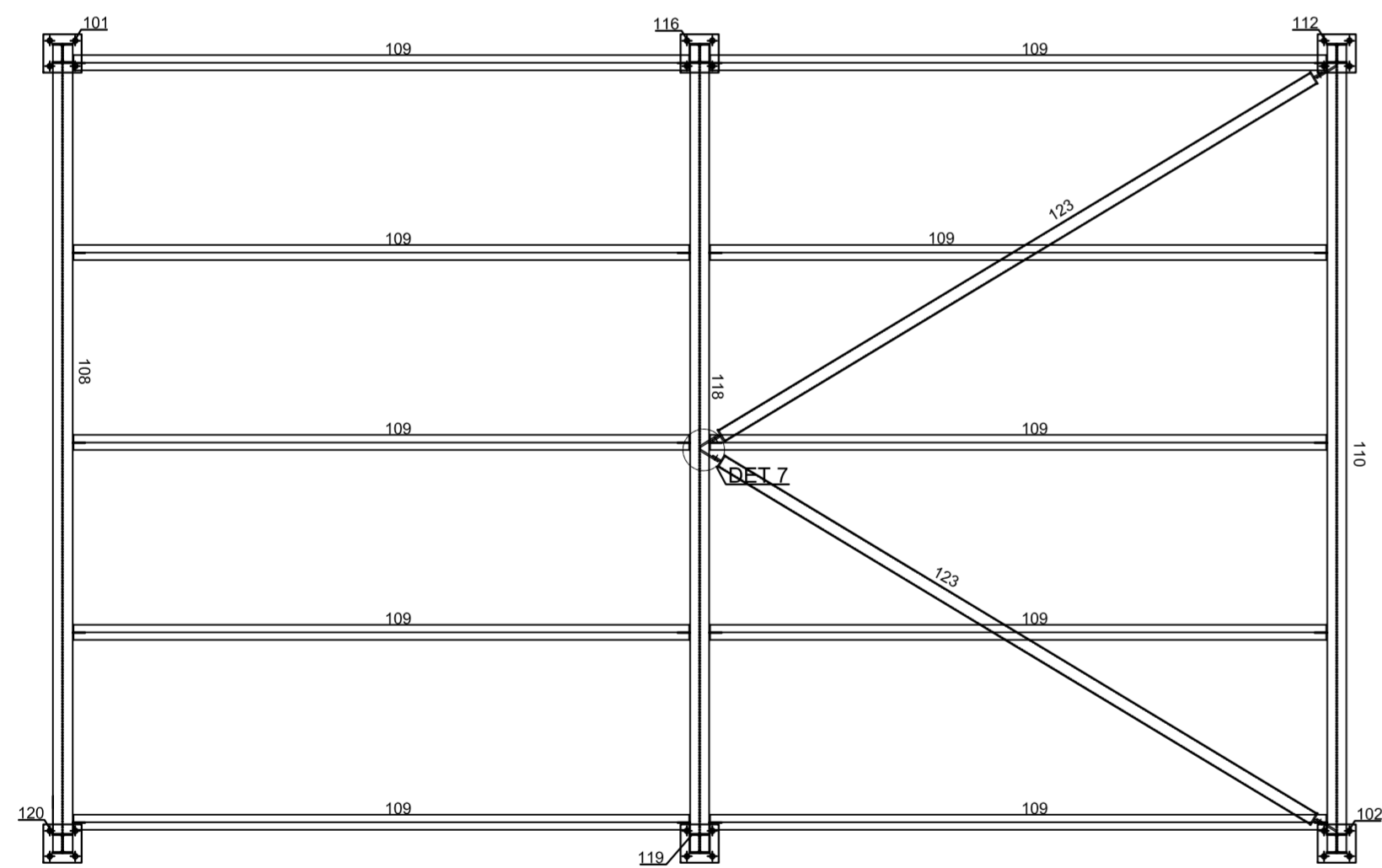
Pilareiden juotosvalut K 50

KIOSA Nurmi	KORTTELI/ALA Aitoranta	TONTTI/N:o 4/87	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSLOMPPU MUUTOSTYÖ			PIRUSTUS/L RAKENNEPIIRUSTUS	JOKS.No 10
RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE Suomen Adventtikirkko Ketarantie 4 33680 TAMPERE			PIRUSTUKSEN SISÄLTÖ PERUSPULTIT IV-KH	MITAKAAVA 1:50
Insinööritoimisto Timo Poikonen T mi Koljonseppäntie 7 as 82 34260 TERÄLAHTI Allekirjoitus			SIVUALA RAK	TYÖ N:o 058-2016
			PIR.No 058-16-10	MAIUTUS
			PIR.N:o 14.05.2016	MITENK. Timo Poikonen +358 50 3501882



**KUORMITUKSET: (ELLEI PIIRUSTUKSESSA TOISIN MAINITTU)**

- LUMIKUORMA 2,0 kN/m<sup>2</sup>
- TUULIKUORMA 0,64 kN/m<sup>2</sup>
- KATON OMPAINO YLÄPAARRE: 0,25 kN/m<sup>2</sup>



MATERIAALIT:  
RAKENNETERÄSLAADUT: SFS-EN 10025

RAKENNETERÄS: S355J2H PUTKET  
S355J2G4 KUUMAVALSSATUT PROFIIILIT  
S355J2G3 LEVYT JA HITSATUT PROFIIILIT

PULTIT: 8,8  
Z-ORRET: S350GD+Z275


RAKENNELUOKKA: A (EC)

HITSAUSLUOKKA: C (SFS-EN 25817)

PILARIEN JUOTOSVALUT: K50

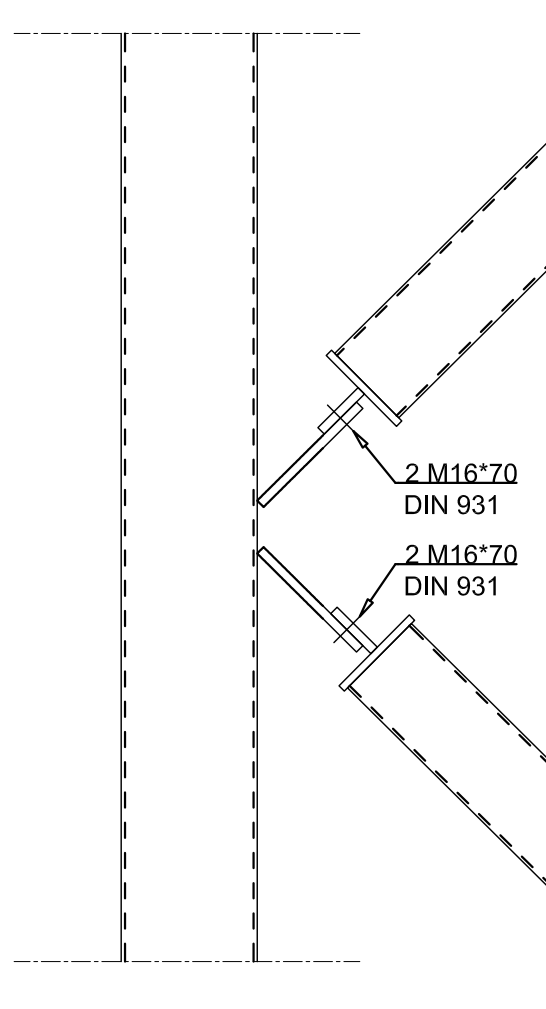
RUUVIEN KIRISTYSMOMENTIT:  
M12 80 Nm  
M16 200 Nm  
M20 380 Nm  
M24 650 Nm  
M30 1300 Nm

K.O.SA Nurmi	KORTTELI/TILA Äitoranta	TONTTI/RNo 4: 87	RAKENNUSLUVAN TUNNUS
RAKENNUSTOIMENPIDE MUUTOSTYÖ	PIIRUSTUSLAJI RAKENNEPIIRUSTUS	JUKS.No 11	
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE Suomen Adventtikirkko Ketarantie 4 33680 TAMPERE	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ Teräsrunko kokoonpano	MITTAKAAVAT 1:50	
Insiinööri toimisto Timo Poikonen T.mi Koljonsejantie 7 as 82 34260 TERÄLAHTI Allekirjoitus	SUUNNALLA RAK	TYÖ No 058-2016	PIIR.No 058-16-11
	PÄIVÄYS 3.7.2016	YHT.HENK. Timo Poikonen +358 50 3501882	MUUTOS

K.OSA Nurmi	KORTTELI/TILA Aitoranta	TONTTI/RNo 4: 87	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSOIMENPIDE MUUTOSTYÖ			PIIRUSTUSLAJI RAKENNEPIIRUSTUS	JUOKS.No 12
RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE Suomen Adventtikirkko Ketarantie 4 33680 TAMPERE			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ Teräsrunko Detaljit Detaljit	MITTAKAAVAT 1:10 1:5
Insinööritoimisto Timo Poikonen T: mi Koljonseläntie 7 as 82 34260 TERÄLAHTI  Allekirjoitus 			SUUN.ALA RAK	TYÖ No 058-2016
			PÄIVÄYS 3.7.2016	PIIR.No 058-16-12  YHT.HENK. Timo Poikonen +358 50 3501882

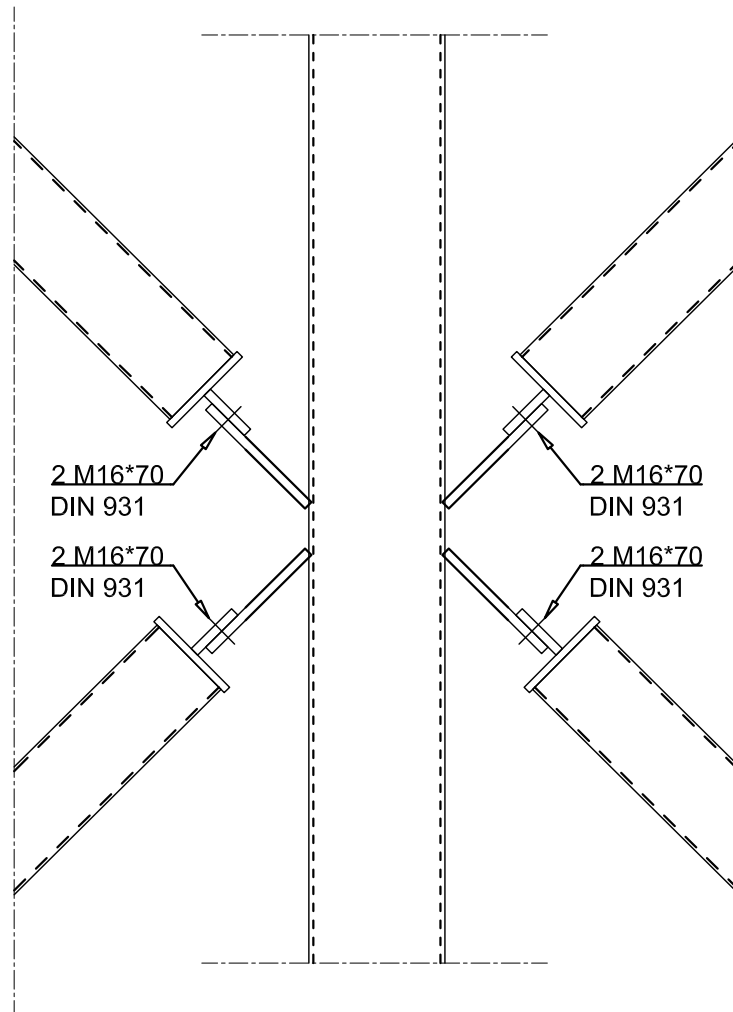
DET 1

MK 1:10



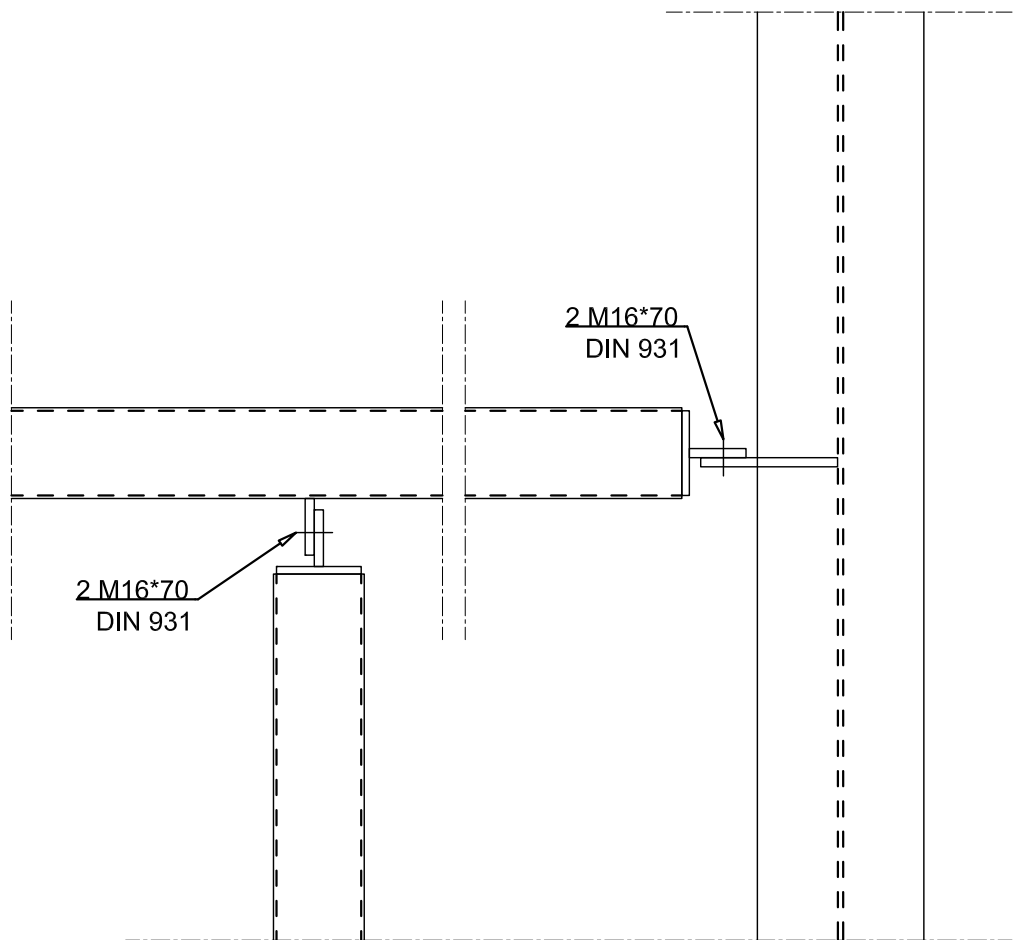
DET 2

MK 1:10



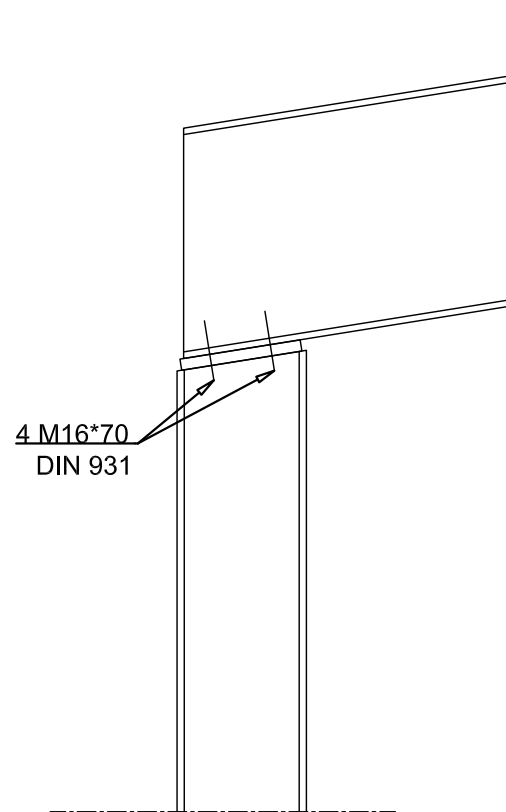
DET 3

MK 1:10



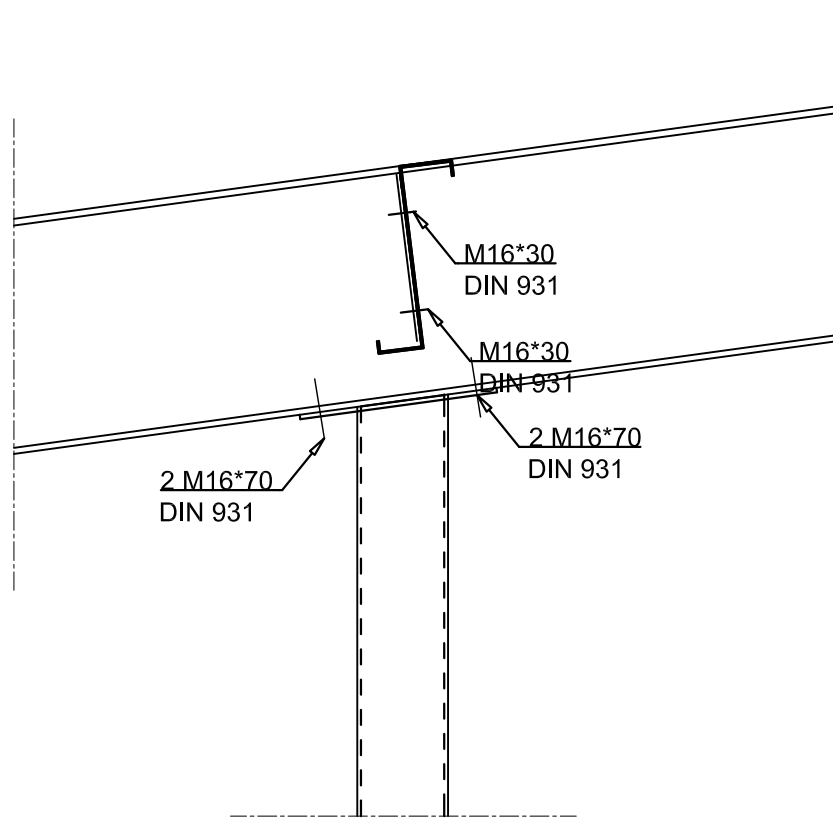
DET 4

MK 1:10



DET 5

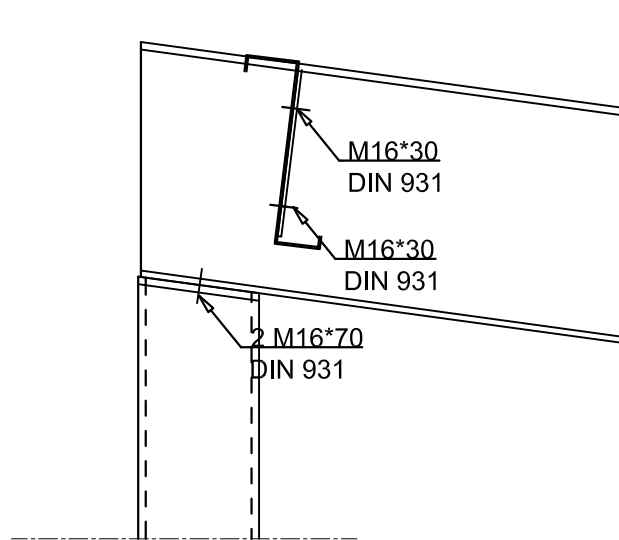
MK 1:10





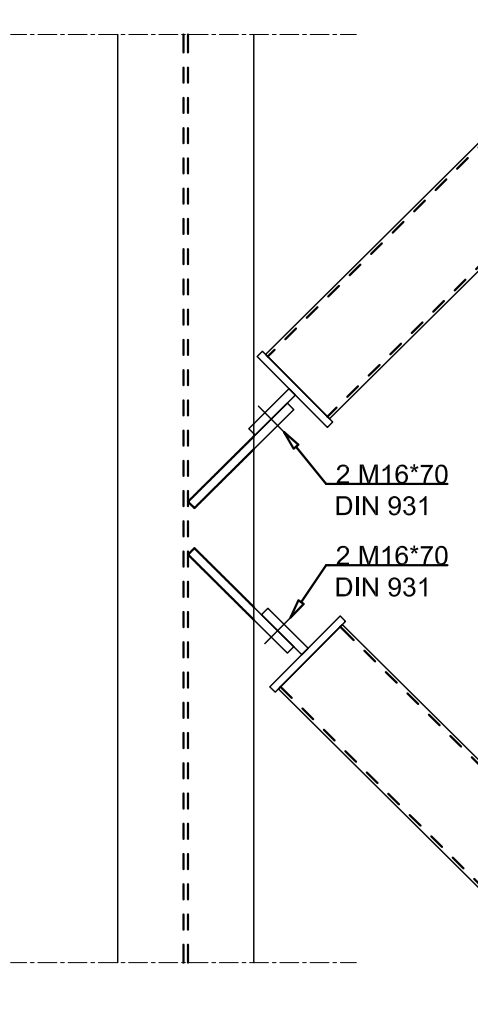
DET 6

MK 1:10



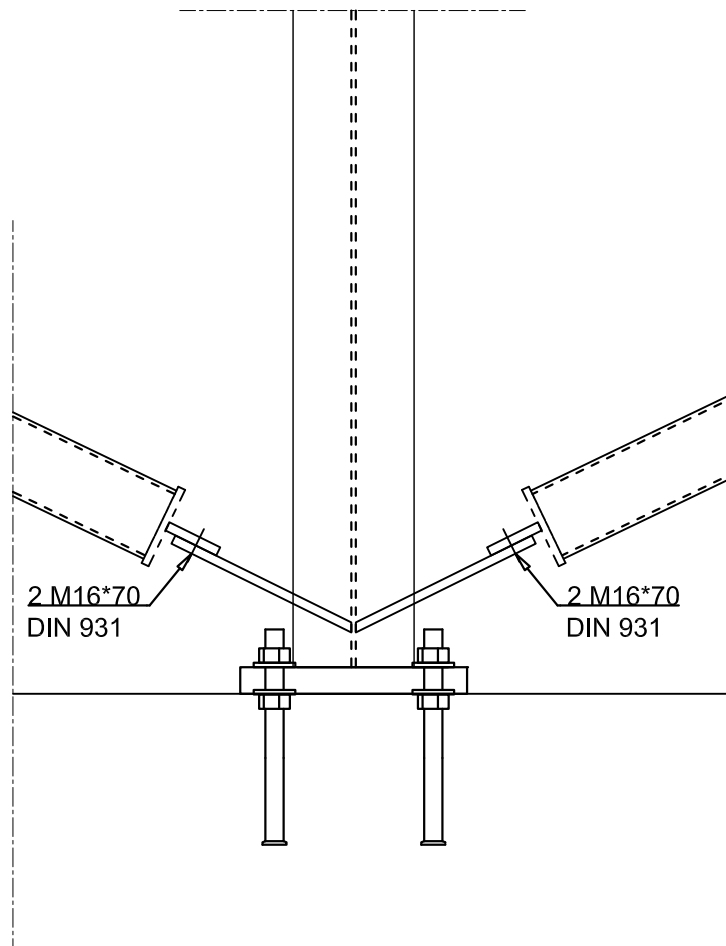
DET 7

MK 1:10



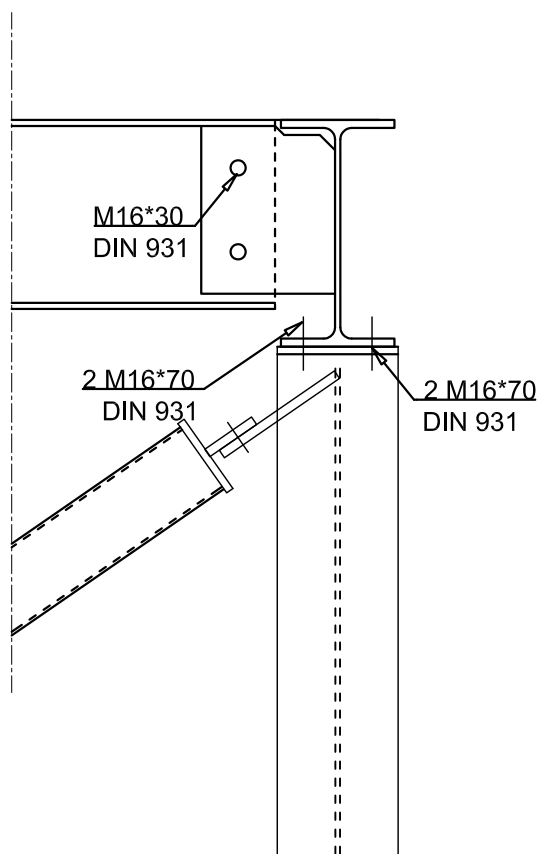
DET 8

MK 1:10



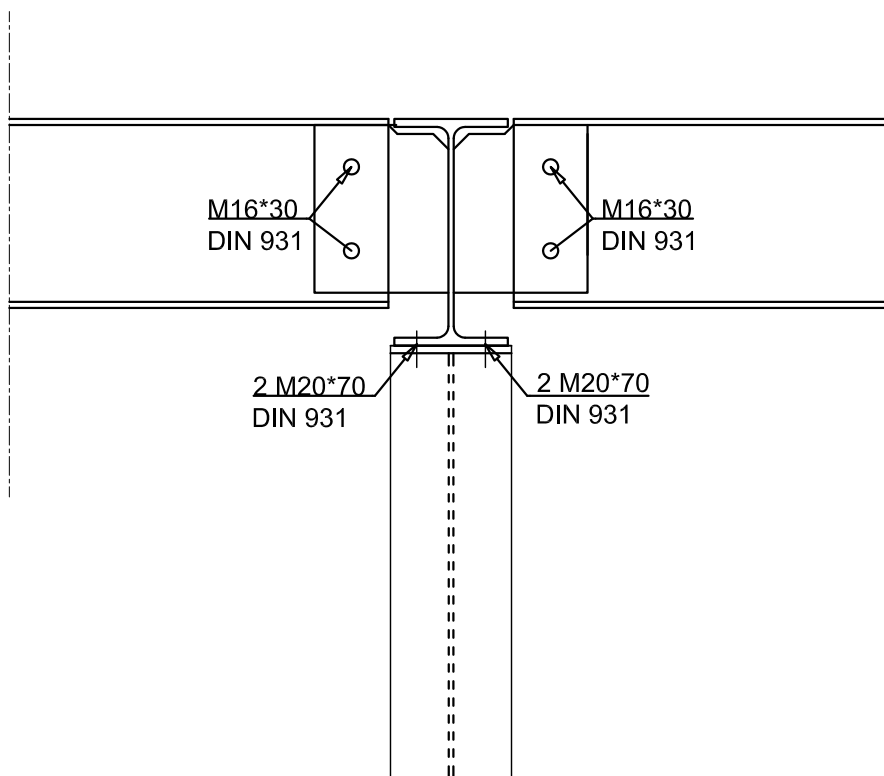
DET 9

MK 1:10



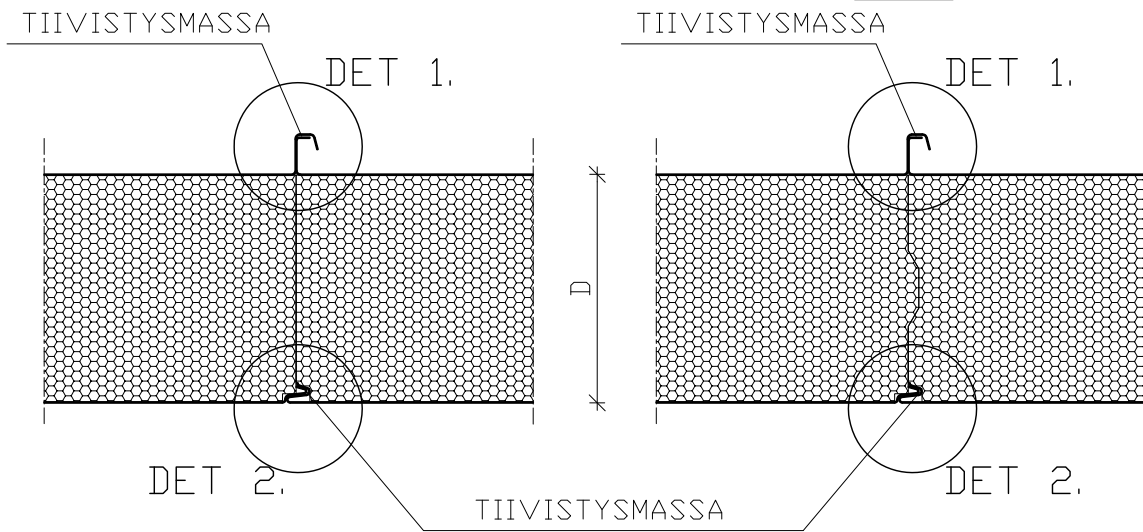
DET 10

MK 1:10

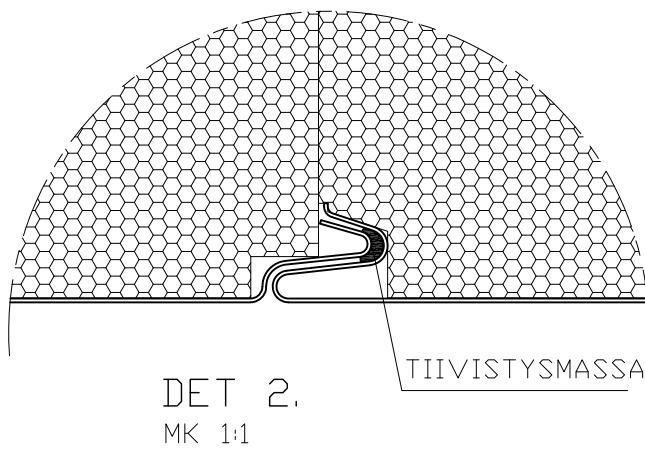
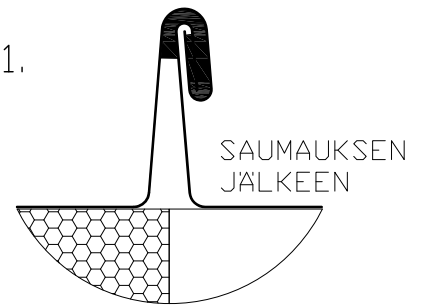


THERMISOL-kattoelementti

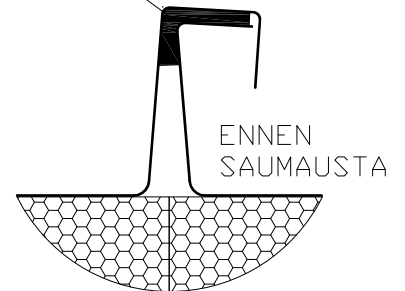
THERMISOL-kattoelementti  
 ytimessä pontti  
 D = 125, 150, 175, 200, 225,  
 250, 275, 300

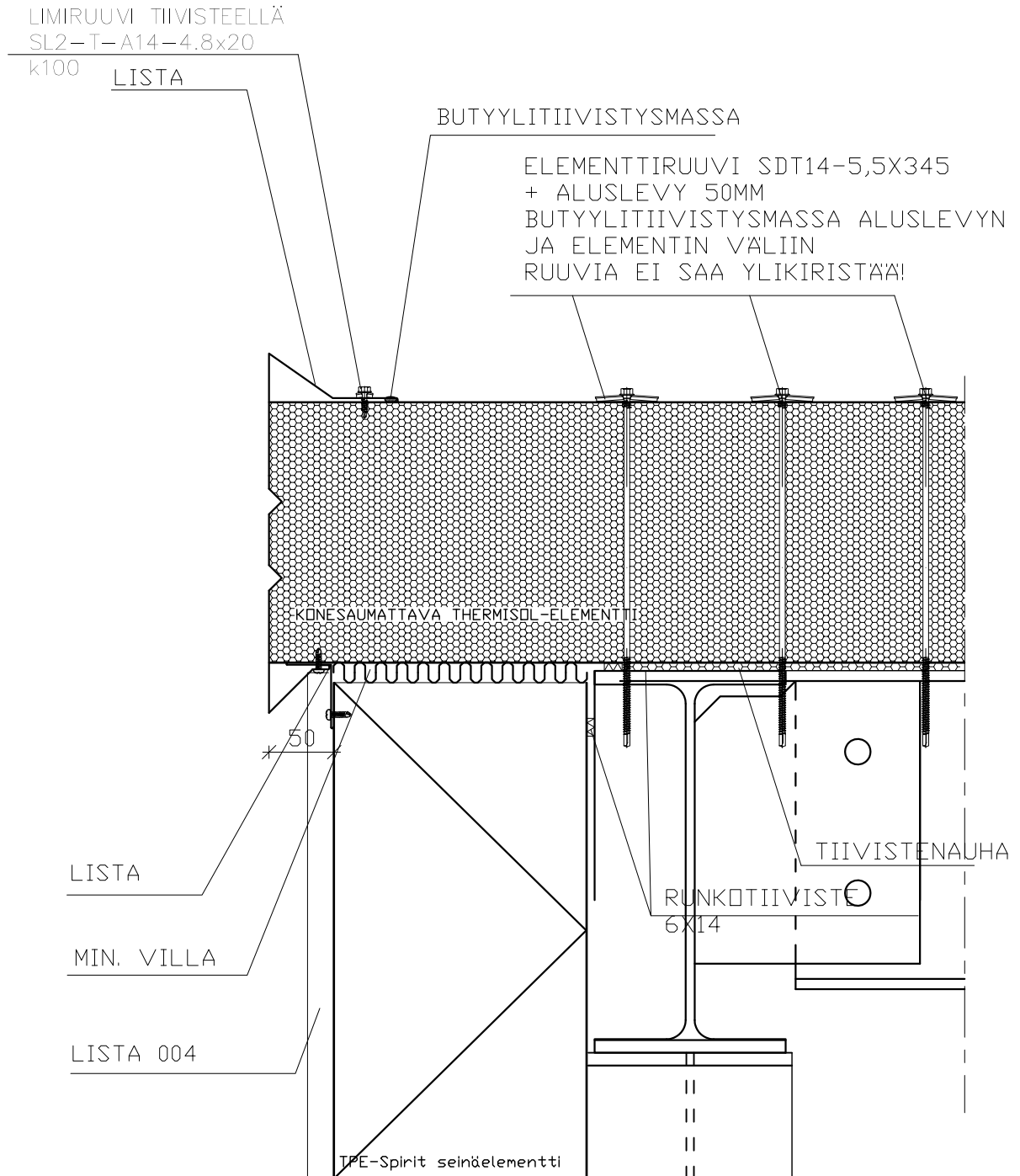


DET 1.  
 MK 1:1



TIIVISTYSMASSA





lementin kiinn. teräsrunkon esim.  
lementtiruuvein 5,5x172mm k600

PALDURETAANIVAAPHTO  
TAI KIVIVILLAKAISTA

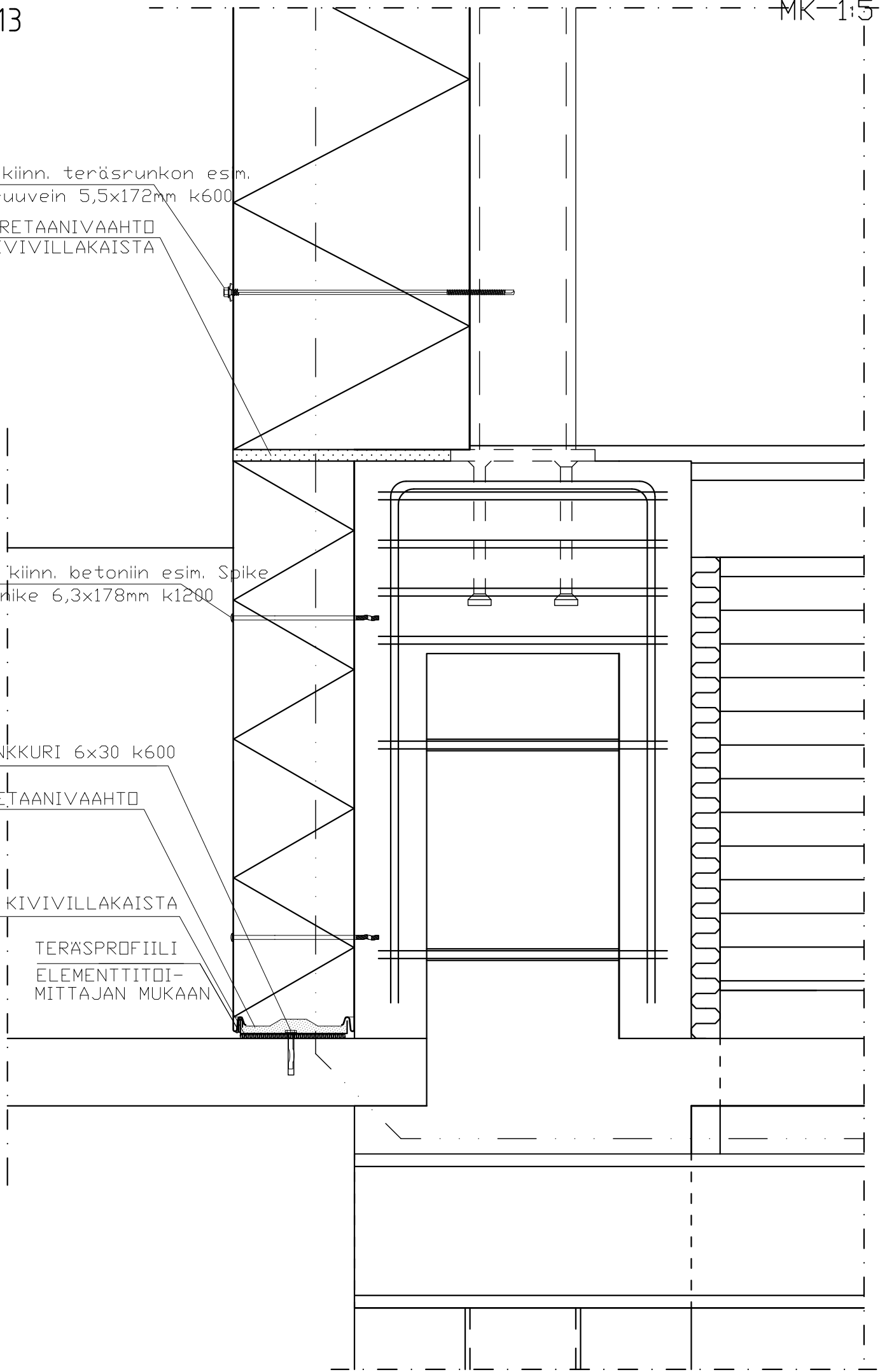
lementin kiinn. betoniin esim. Spike  
betonikiinnike 6,3x178mm k1280

LYÖNTIANKKURI 6x30 k600

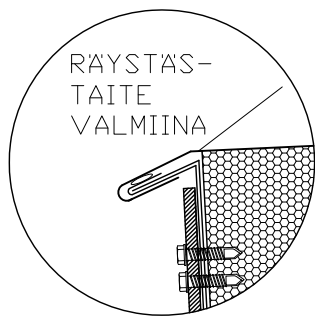
PALDURETAANIVAAPHTO

KIVIVILLAKAISTA

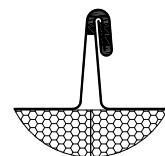
TERÄSPROFIILI  
ELEMENTTITOI-  
MITTAJAN MUKAAN







ENNEN  
SAUMAN  
KAATOA



SAUMAN  
KAADON  
JÄLKEEN



PELLIN YLITYS TAIVUTETAAN ALAS  
JA LISTA KIRISTETÄÄN TAITTEESEEN.  
LÖPUKSI VALMIS TAITE TAIVUTETAAN  
ALASPÄIN. KS. KUVA.

Teräsohutlevyleike,  
350x100x0,7  
kiinnitys orteen  
SD5-L12-T15-5,5x25  
3 kpl/leike

TIIVISTYSMASSA LISTAN JA  
KATTOPELLIN VÄLIIN

RÄNNIKÖUKUN KIINNITYS PORAR.

KONESAUMA

\*> HUOM!

KONESAUMATTAVA THERMISOL-ELEMENTTI

min.villa

PORARUUVI  
4.2x19 K300  
+ TIIVISTYSMASSA  
LISTA 007

TIIVISTYSMASSA

KAKSINKERT. LISTA  
005

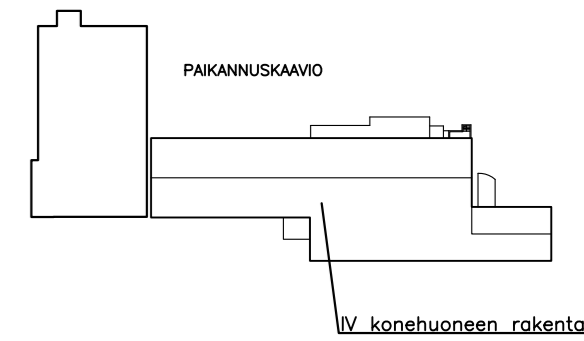
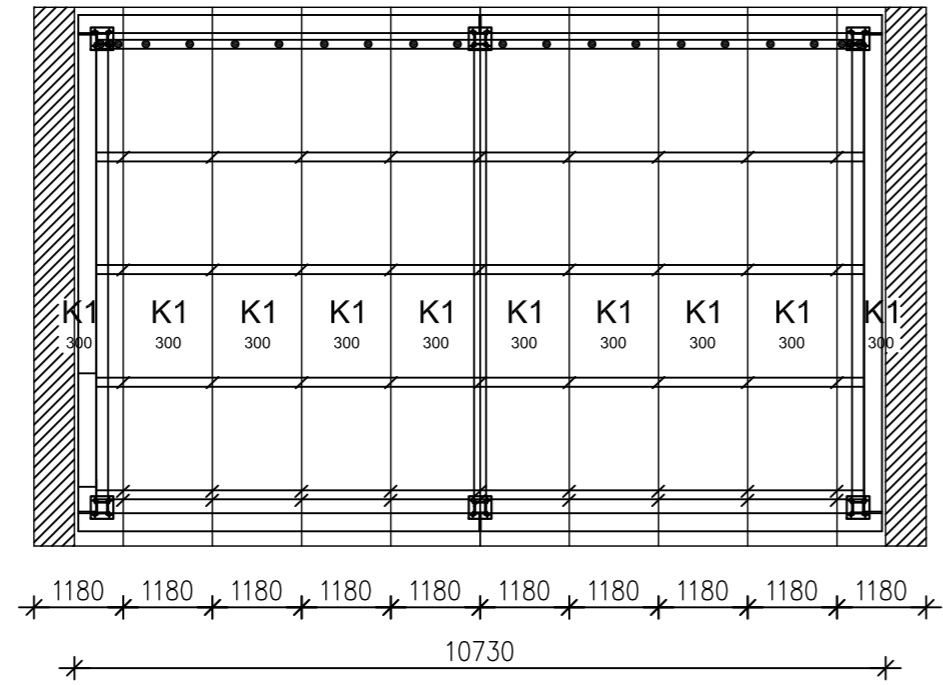
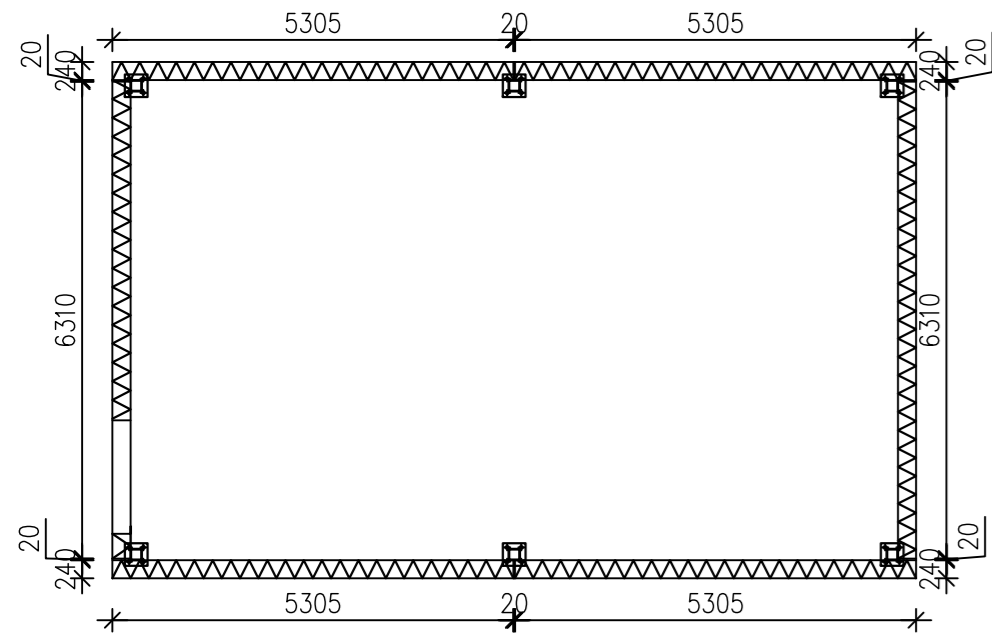
PORARUUVI  
4.2x19 K200

LISTA 006

PU-VAAHTO

TIIVISTYSNAUH  
3x40 Cellfoam  
EI LIUSKAN  
ALLE

TPE-Spirit seinäelementti



R3MM-300  
THERMISOL-konesaumattavat kattoelementit:

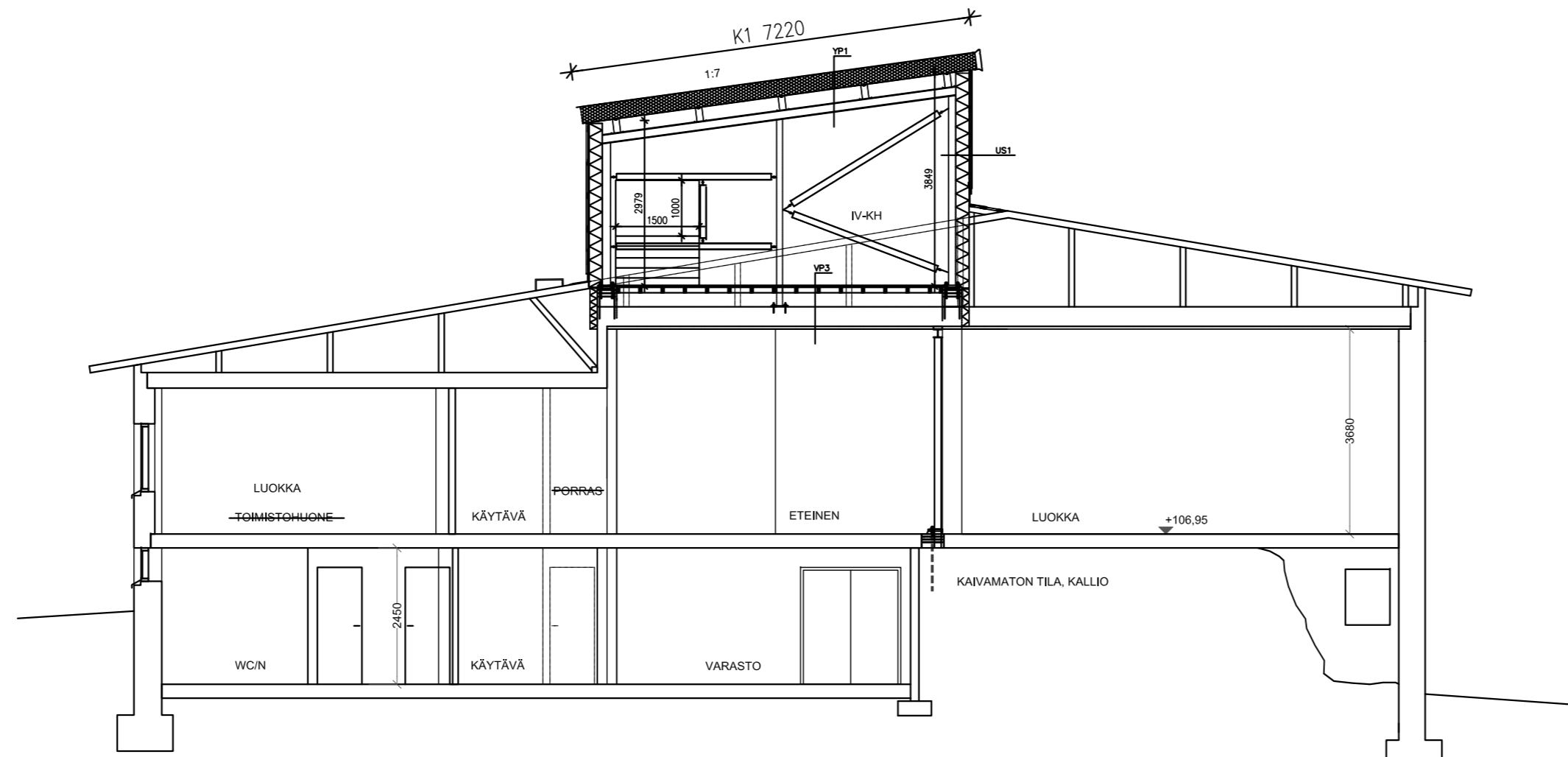
ULKOPINTA: 0,5mm teräsohutelevy NOVA / RR750 savitiilenpunainen, varjourat CLASSIC 600, konesauma  
YDIN: EPS100 S, d=300 mm, pontti  
SISÄPINTA: 0,5mm teräsohutelevy PES / RR20 valkoinen, varjourat CLASSIC 200, tehdastiiviste

● = ELEMENTTIRUUVI SDT14-S50-5,5x345  
/ = KIINNITYSLIUSKA 450x80x0,7

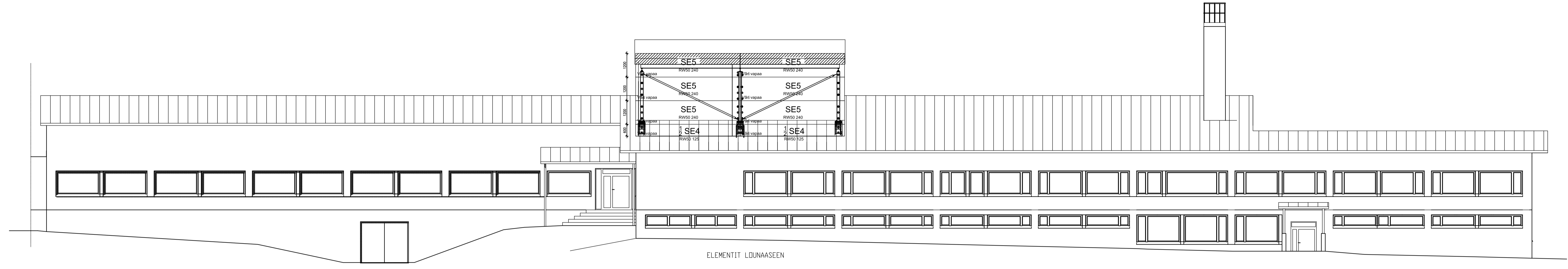
▨ = VIIVOITETTU  
OSA SAHATAAN  
POIS TYÖMAALLA

KAAVIOSSA KATTOELEMENTTEJÄ  
KATSOTAAN YLHÄÄLTÄ PÄIN.

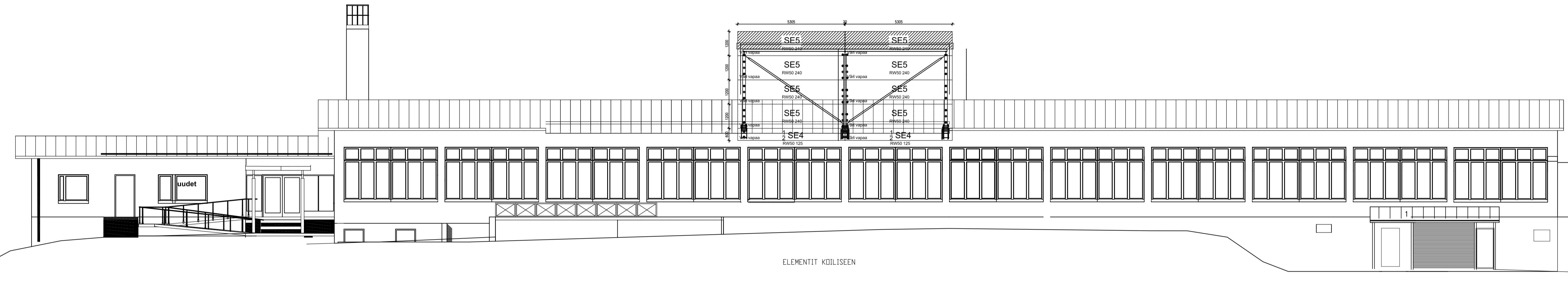
ELEMENTIT	tunnus	pituus (mm)	kpl	huom.	määrä
	KE1	7220	10		86,6
	<b>Yhteensä:</b>		<b>10</b>		<b>87 m2</b>



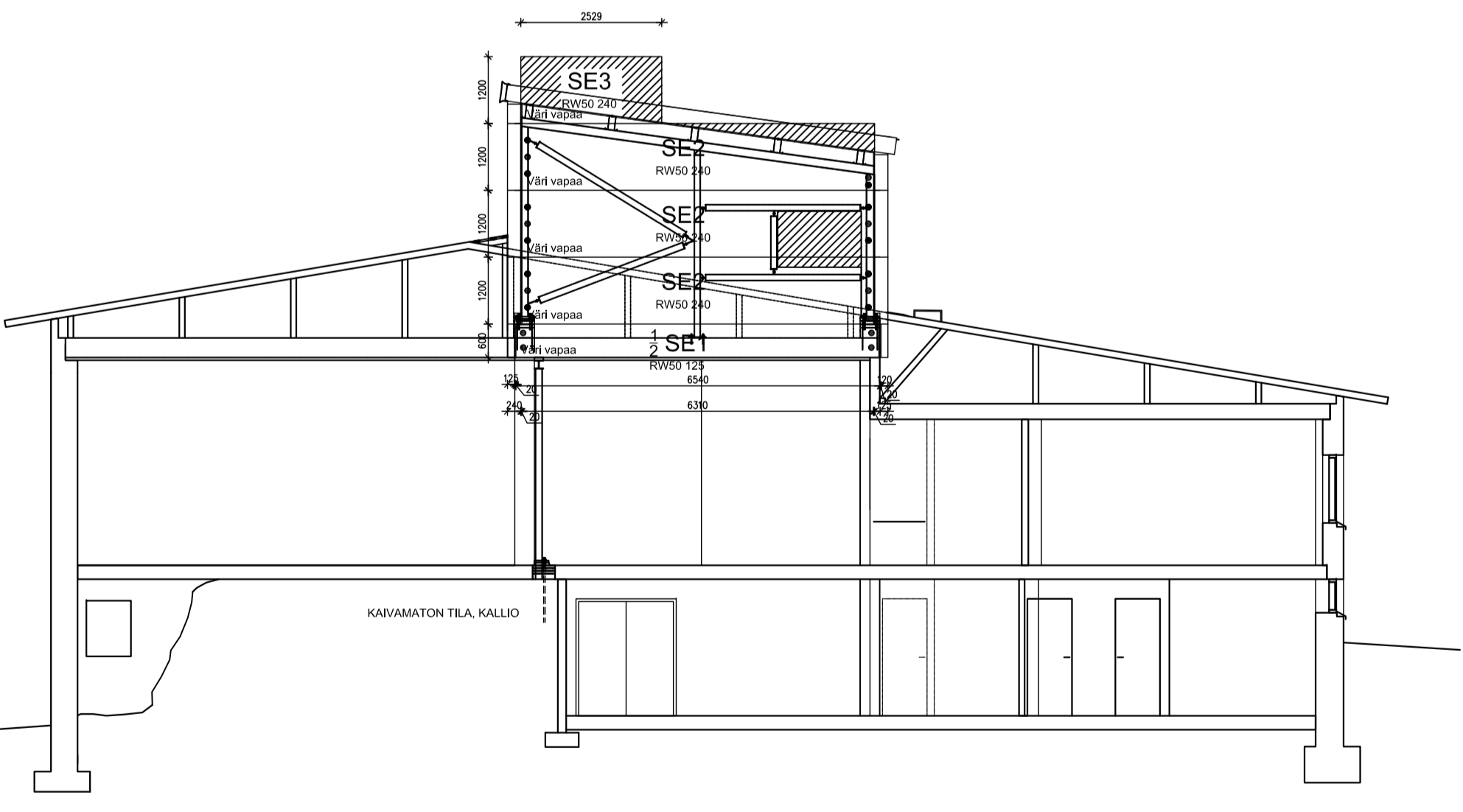
K.OSA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RN:o	RAKENNUSLUVAN TUNNUS
Nurmi	Aitoranta	4:87	
RAKENNUSLOMPEIDEN MUUTOSTYÖ	PIIRUSTUSLAJI	RAKENNEPIIRUSTUS	JUOKS.No 13
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	Suomen Adventtikirkko	MITTAKAAVAT 1:100
Ketarantie 4	Pohja		1:100
33680 TAMPERE	Leikkaus		1:100
Insinööritoimisto Timo Poikonen T. mi Koljonseläntie 7 as 82 34260 TERÄLAHTI	SUUNNALLA	TYÖ No	PIIR.No
Allekirjoitus	RAK	058-2016	058-16-13
	PÄIVÄYS	YHT.HENK.	MUUTOS
	3.7.2016	Timo Poikonen	+358 50 3501882



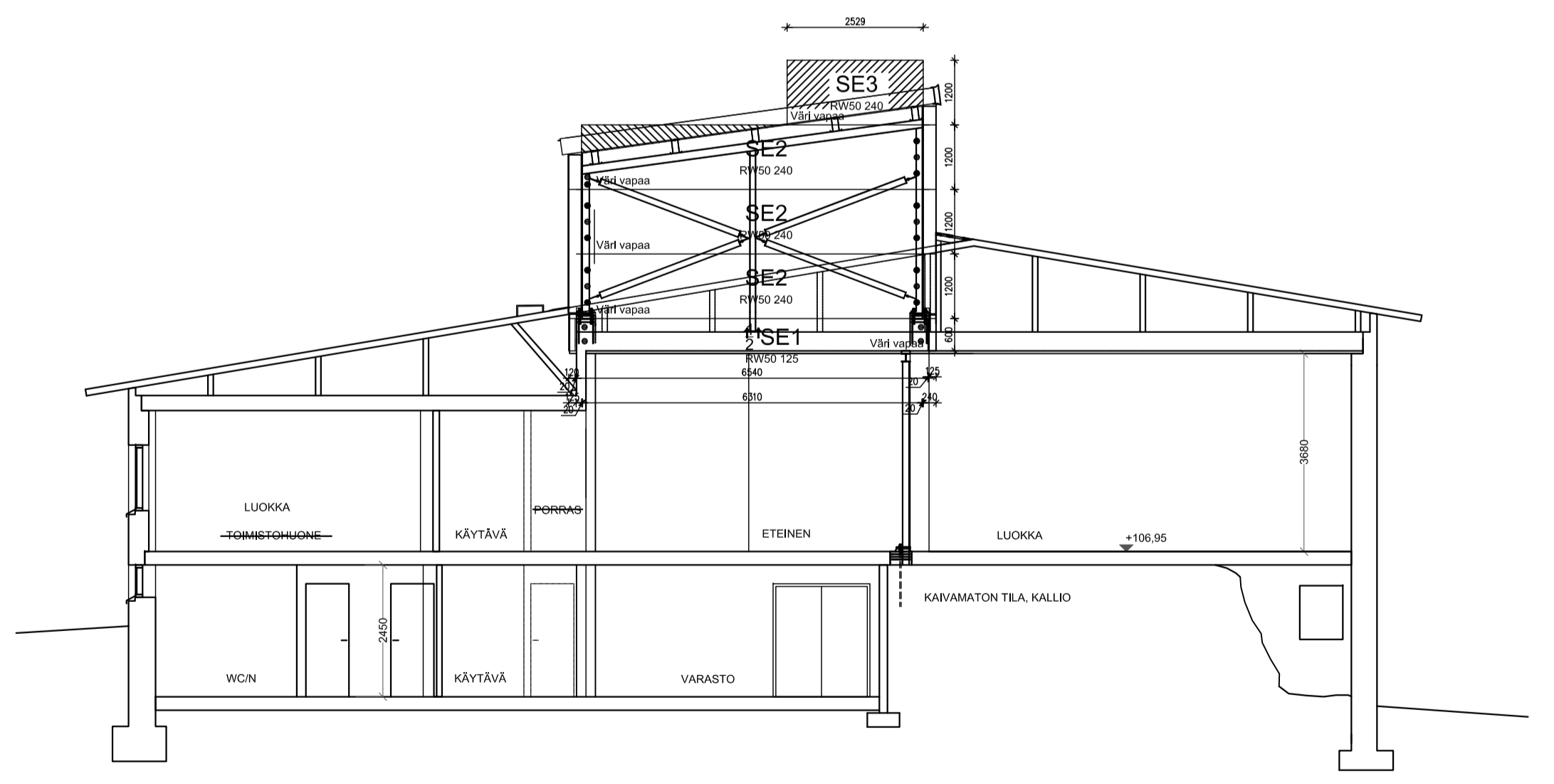
ELEMENTIT LÖUNÄSSEEN



ELEMENTIT KOILLISEEN



ELEMENTIT LUOTEESSEEN



ELEMENTIT KAAKKÖÖN

TSP-240  
THERMISOL-ulkoseinäelementit: EI30 - EI60  
 ULKOPINTA: 0,5mm teräsohulevvy PVDF väri vapaa / varjourat CLASSIC 200  
 YDIN: RW50, d=240 mm, pontti  
 SISÄPINTA: 0,5mm teräsohulevvy PES / RR20 valkoinen, varjourat CLASSIC 200, tehdastilviste

TSP-125  
THERMISOL-ulkoseinäelementit: EI30 - EI60  
 ULKOPINTA: 0,5mm teräsohulevvy PVDF väri vapaa / varjourat CLASSIC 200  
 YDIN: RW50, d=125 mm, pontti  
 SISÄPINTA: 0,5mm teräsohulevvy PES / RR20 valkoinen, varjourat CLASSIC 200, tehdastilviste

- = ELEMENTIRUUVI  
-teräkseen 4-14mm: SDT14-S19-5,5x236
- = ELEMENTIKINNIKE  
-betoniin: Spike DT S19-6,3-178

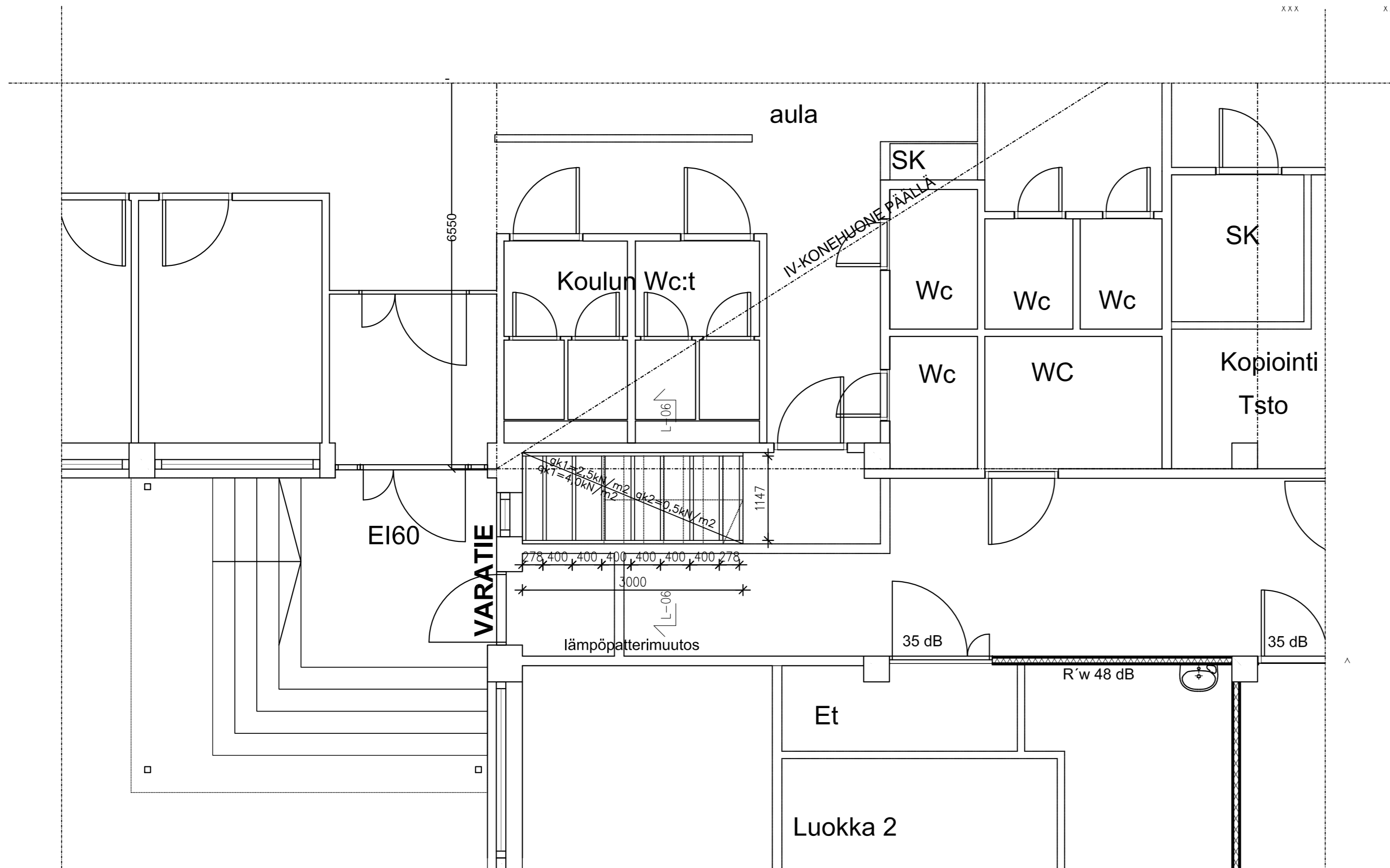
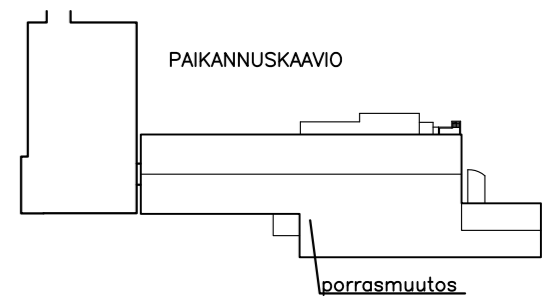
KAAVIOSSA SEINÄELEMENTTEJÄ  
KATSOTAAN ULKOKA PÄIN.

■ = VIIVOITETTU  
OSA SAHATAAN  
PDIS TYÖMAALLA

ELEMENTIT RW50 240mm			
tunnus	pihuus (mm)	kg	määrä
SE2	6310	6	40,4
SE3	2529	2	6,1
SE5	5355	14	95,1
<b>Yhteensä:</b>		<b>22</b>	<b>141 m<sup>2</sup></b>

ELEMENTIT RW50 125mm			
tunnus	pihuus (mm)	kg	määrä
SE1	6440	2	13,7
SE4	6308	4	25,5
<b>Yhteensä:</b>		<b>6</b>	<b>41 m<sup>2</sup></b>

KOJA	KORTTELI/ALA	TONTTI/Rak	RAKENUSLUVAN TUNNUS
Nurmi	Aitoranta	4:87	
RAKENNUSOMONPIDE	PIIRUSTUSLAJI		JUKS.No
MUUTOSTYÖ	RAKENNEPIIRUSTUS		14
RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ		MITTAKAAVAT
Suomen Adventtikirkko	IV-Konehuone seinäelementit		1:100
Ketarantie 4			
33680 TAMPERE			
Insiinööri Timo Poikonen T.mi	SUUNNALA	TYÖ No	PIIR.No
Koljonseäntie 7 as 82	RAK	058-2016	058-16-14
34260 TERÄLAHTI			
Allekirjoitus	PAIVÄYS	MITTENK.	
	3.7.2016	Timo Poikonen	+358 50 3501882

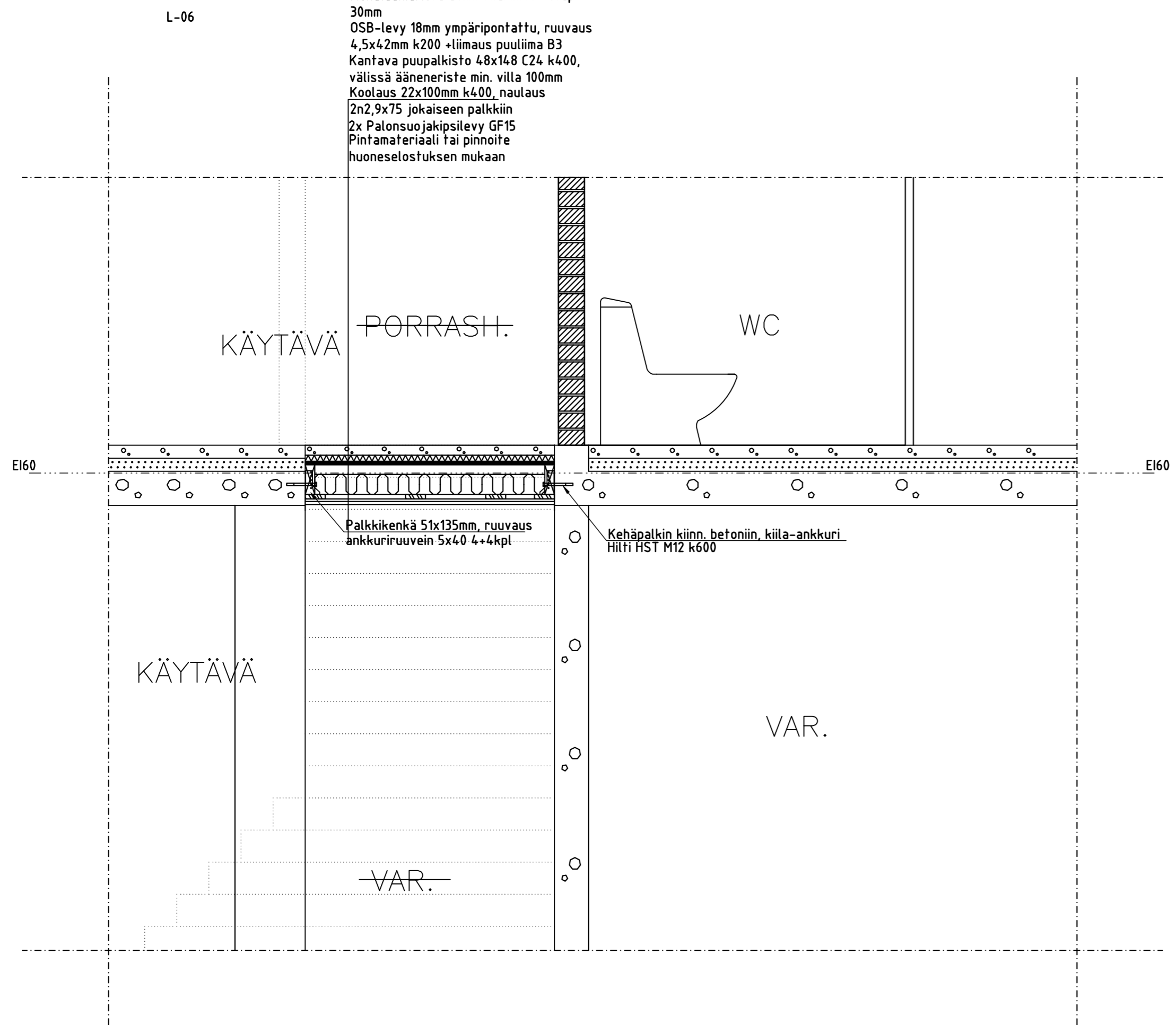
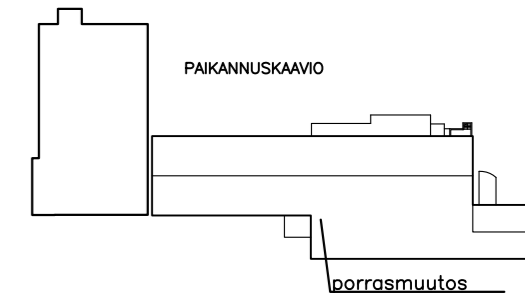


SAHATAVARAN LUJUUSLUOKKA C24

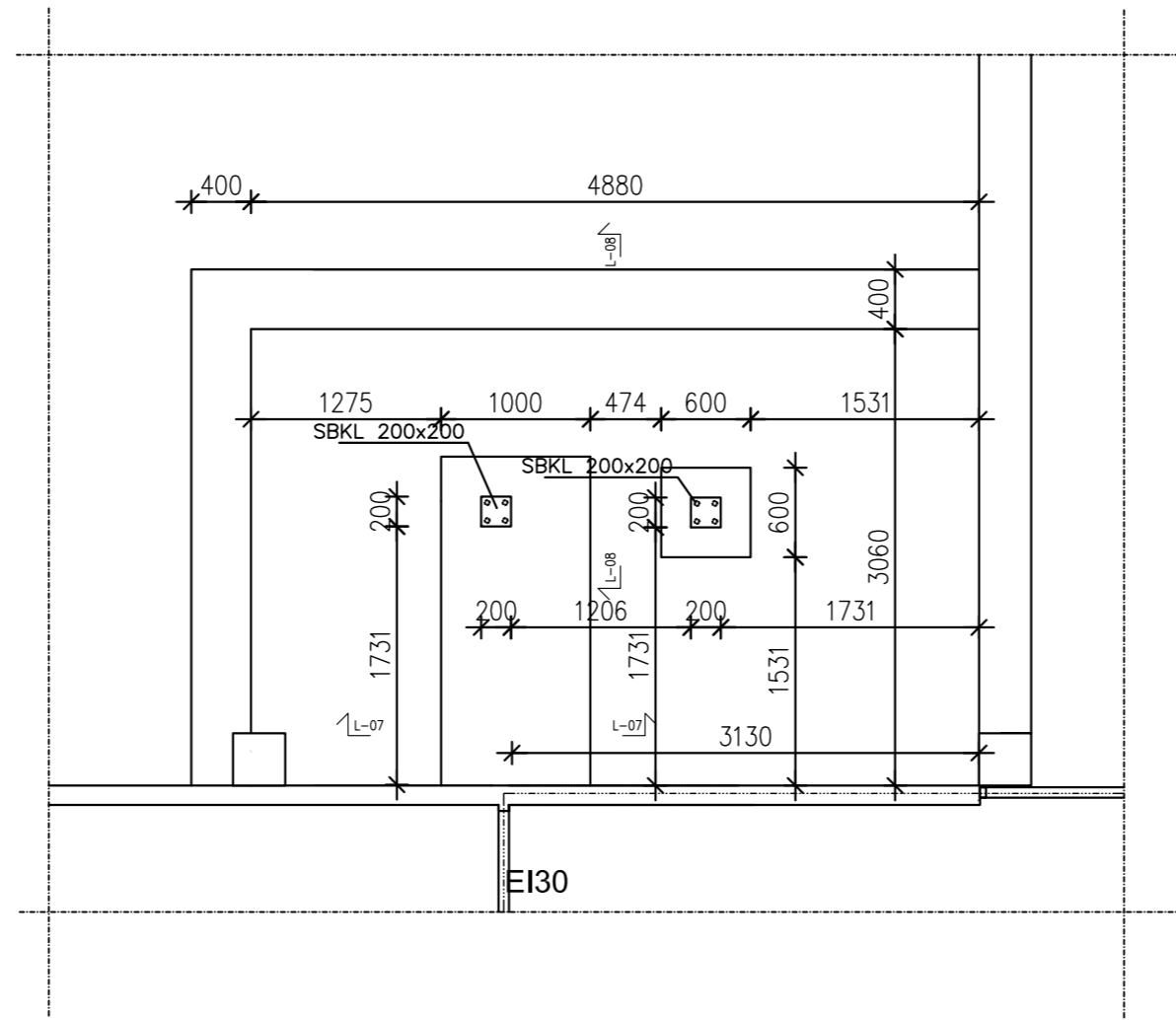
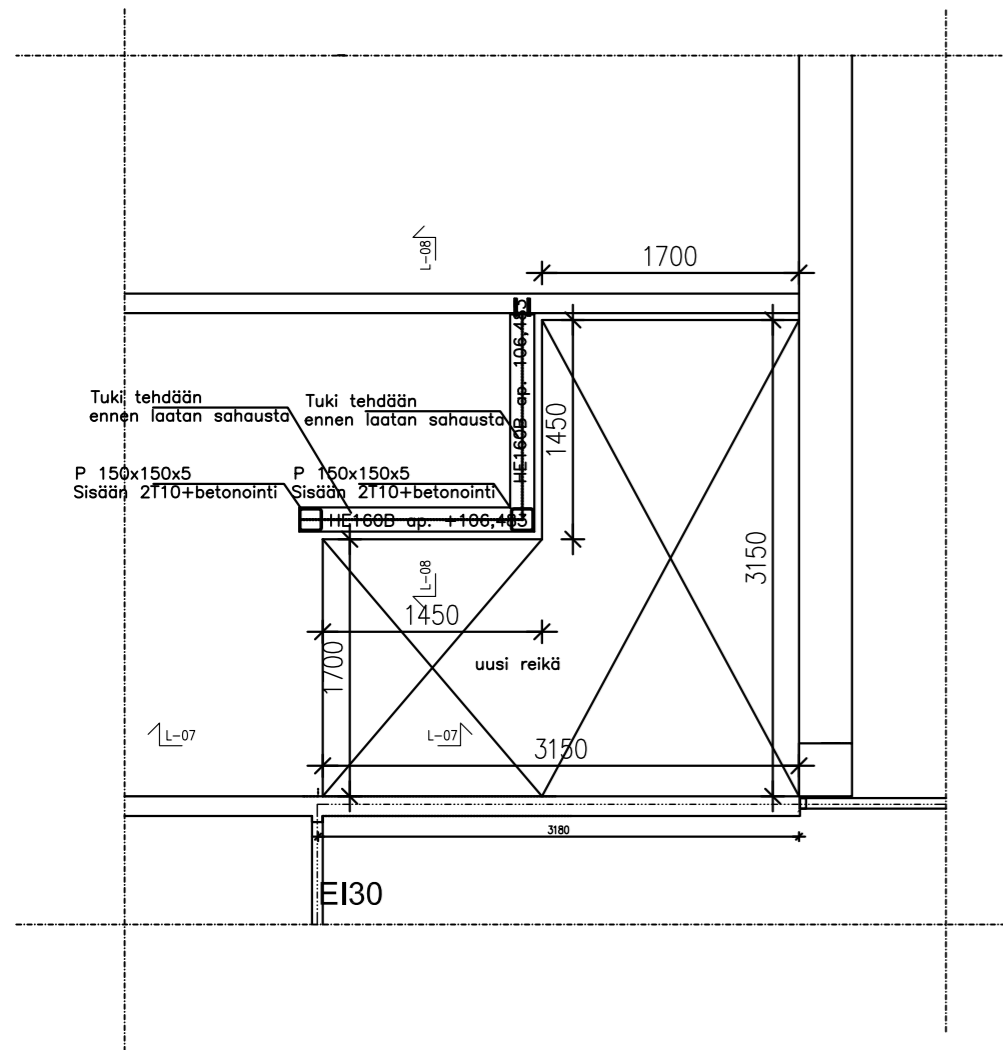
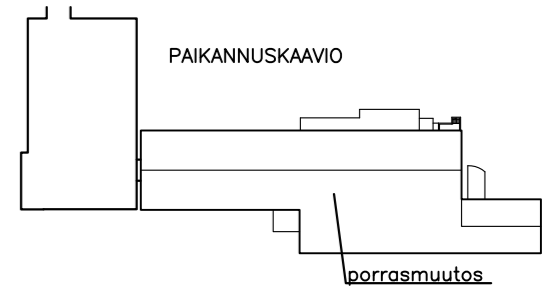
K.OSA Nurmi	KORTTELI/TILA Aitoranta	TONTTI/RNo 4:87	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSOIMENPIDE MUUTOSTYÖ		PIIRUSTUSLAJI RAKENNEPIIRUSTUS		JUOKS.No 15
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE Suomen Adventtikirkko Ketarantie 4 33680 TAMPERE		PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ VÄLIPOHJA 2		MITTAKAAVAT 1:50
Insinööritoimisto Timo Poikonen T.mi Koljonseläntie 7 as 82 34260 TERÄLAHTI		SUUN.ALA RAK	TYÖ No 058-2016	PIIR.No 058-16-15
Allekirjoitus		PÄIVÄYS 10.07.2016	YHT.HENK. Timo Poikonen +358 50 3501882	

# SAHATAVARAN LUJUUSLUOKKA C24

VP2  
 Pintamateriaali tai pinnoite  
 huoneselostuksen mukaan  
 TB-pintalaatta raud. HTV#5-150  
 keskeisesti  
 Askeläänieriste esim. ThermiSol-step  
 30mm  
 OSB-levy 18mm ympäripontattu, ruuvaus  
 4,5x42mm k200 +liimaus puuliima B3  
 Kantava puupalkkisto 48x148 C24 k400,  
 välissä ääneneriste min. villa 100mm  
 Koolaus 22x100mm k400, naulaus  
 2n2,9x75 jokaiseen palkkiin  
 2x Palonsuojakipsilevy GF15  
 Pintamateriaali tai pinnoite  
 huoneselostuksen mukaan



K.OSA Nurmi	KORTTELI/TILA Aitoranta	TONTTI/RNo 4:87	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSOIMENPIDE MUUTOSTYÖ			PIIRUSTUSLAJI RAKENNEPIIRUSTUS	JUOKS.No 16
RAKENNUSKOHTeen NIMI JA OSOITE Suomen Adventtikirkko Ketarantie 4 33680 TAMPERE			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ L-06	MITTAKAAVAT 1:20
Insinööritoimisto Timo Poikonen T.mi Koljonseläntie 7 as 82 34260 TERÄLAHTI			SUUN.ALA RAK	TYÖ No 058-2016
Allekirjoitus			PIIR.No 058-16-16	MUUTOS
			PÄIVÄYS 10.7.2016	YHT.HENK. Timo Poikonen +358 50 3501882



BETONI C25/30-2  
 RASITUSLUOKAT:  
 PERUSTUKSET: XD1, XC1  
 TERÄS A500HW, B500B  
 SUOJABETONIFEITE 25mm 10mm, MAATA VASTEN VALETTAESSA 50mm  
 RAUDOITUKSEN SALLITTU MITTAPOIKKEAMA 10mm  
 BETONIN SUUNNITTELUKÄYTTÄIKÄ 50v  
 SALLITTU HALKEAMA  $w_k=0,2mm$   
 JATKOSPITUUDET T6, T8=600mm, T10=800mm, T12=900mm, T16=1200mm, ellei toisin mainittu  
 HARJATERÄSVERKO LIMITYS= kaksi silmää päällekkäin

MATERIAALIT:  
 RAKENNETERÄSLAADUT: SFS-EN 10025

RAKENNETERÄS: S355J2H PUTKET  
 S355J2G4 KUUMAVALSSATUT PROFIILIT  
 S355J2G3 LEVYT JA HITSATUT PROFIILIT

PULTIT: 8.8  
 Z-ORRET: S350GD+Z275

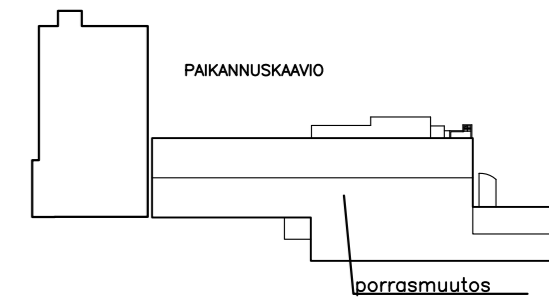
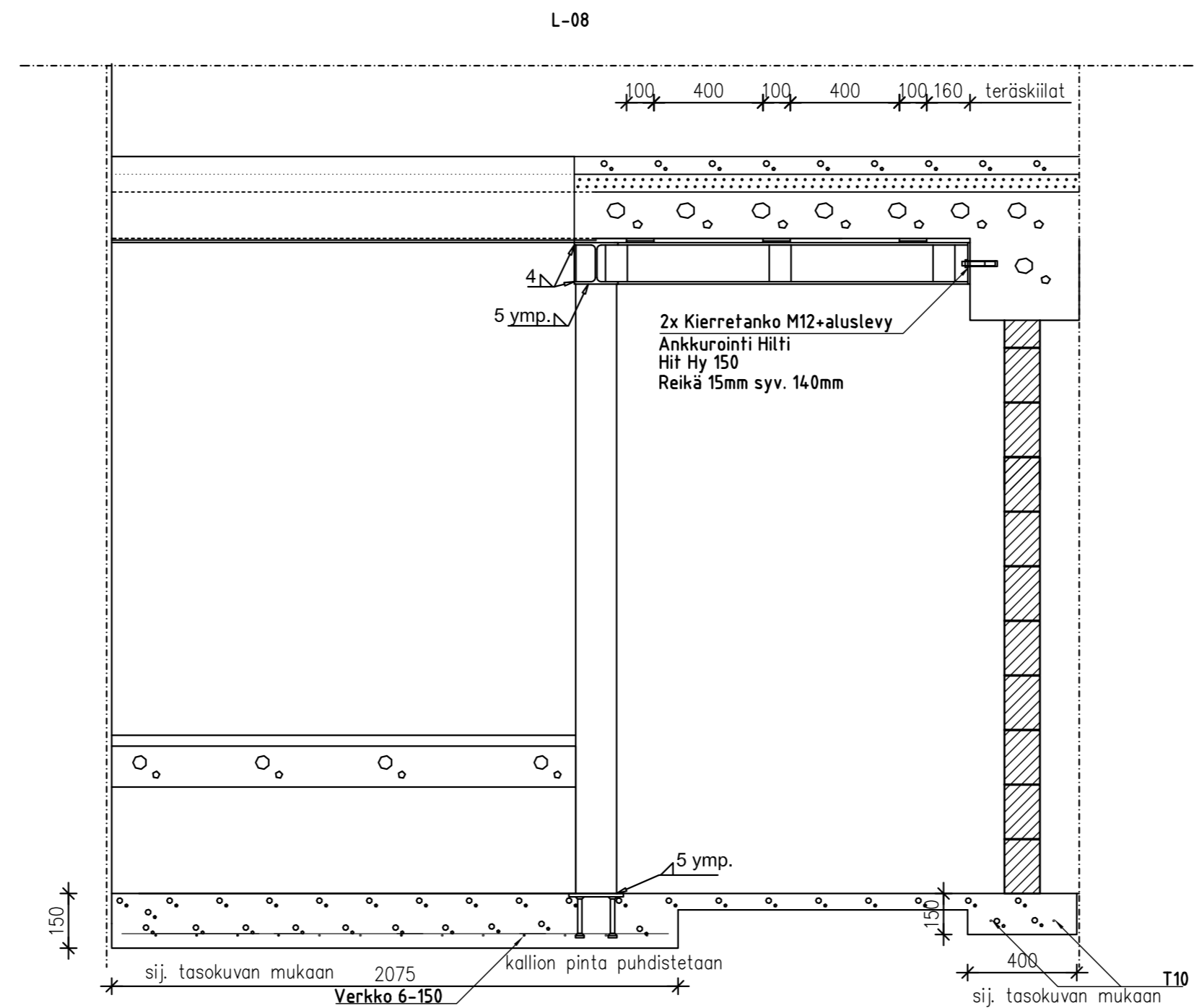
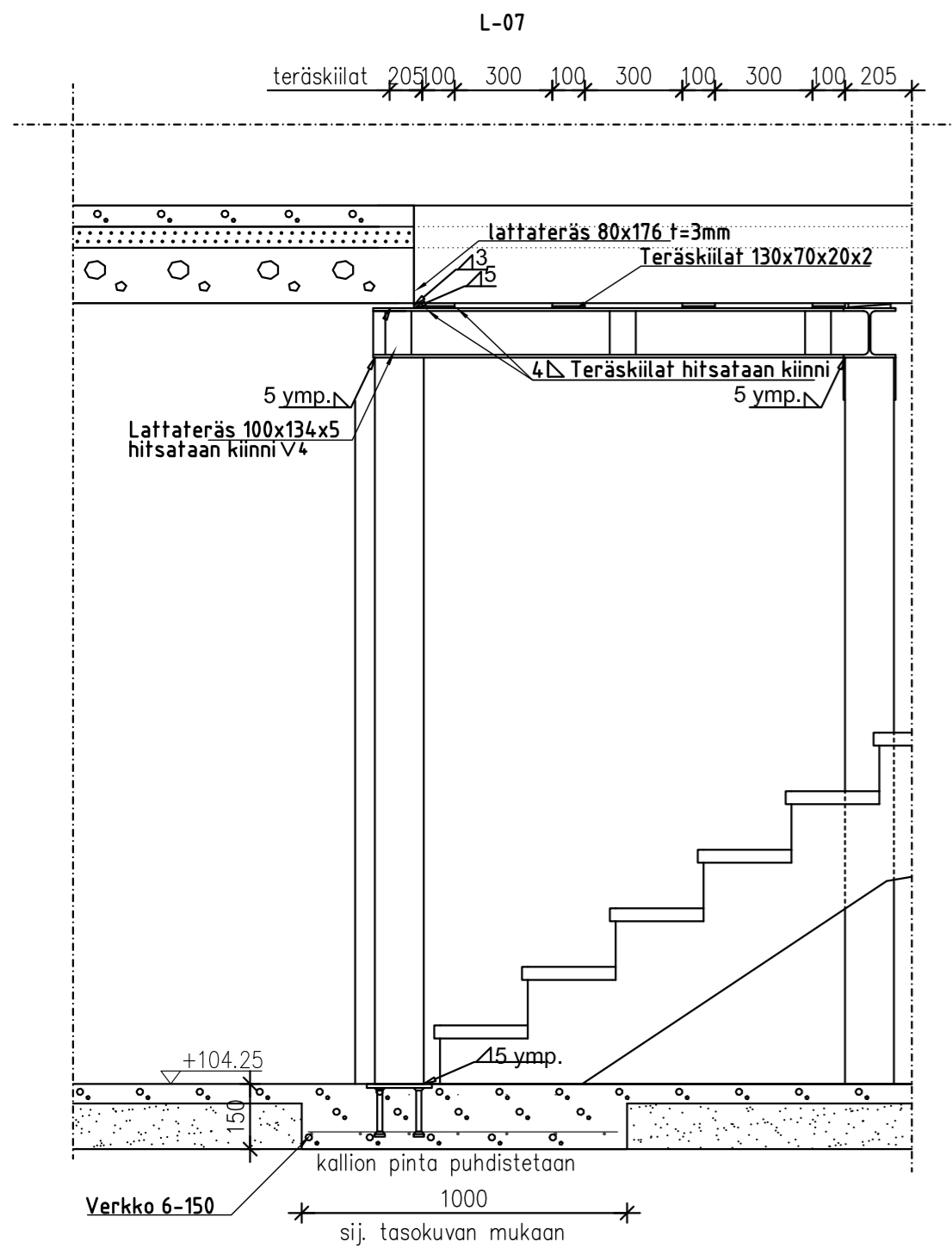
RAKENNELUOKKA: A (EC)

HITSAUSLUOKKA: C (SFS-EN 25817)

PILARIEN JUOTOSVALUT: K50

RUUVIEN KIRISTYSMOMENTIT:  
 M12 80 Nm  
 M16 200 Nm  
 M20 380 Nm  
 M24 650 Nm

K.OSA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS
Nurmi	Aitoranta	4:87	
RAKENNUSLOIMENPIDE			PIIRUSTUSLAJI JUOKS.No
MUUTOSTYÖ			RAKENNEPIIRUSTUS 17
RAKENNUSKOHTEN NIMI JA OSOITE			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ MITTAKAAVAT
Suomen Adventtikirkko			Porraskoukko 1:50
Ketarantie 4			Porrashuoneen alapohja 1:50
33680 TAMPERE			
Insinööritoimisto Timo Poikonen T.mi Koljonseläntie 7 as 82 34260 TERÄLAHTI	SUUN.ALA	TYÖ No	PIIR.No
	RAK	058-2016	058-16-17
Allekirjoitus	PÄIVÄYS	YHT.HENK.	MUUTOS
	10.7.2016	Timo Poikonen +358 50 3501882	



Teräsrakenteet palonsuojataan luokkaan R60 (Palonsuojalevytys tai palovilla FPS-14)

MATERIAALIT:  
RAKENNETERÄSLAADUT: SFS-EN 10025

RAKENNETERÄS: S355J2H PUTKET  
S355J2G4 KUUMAVALSATUT PROFIILIT  
S355J2G3 LEVYT JA HITSATUT PROFIILIT

PULTIT: 8.8

RAKENNELUOKKA: A (EC)


HITSAUSLUOKKA: C (SFS-EN 25817)

PILARIEN JUOTOSVALKUSO

RUUVIEN KIRISTYSMOMENTIT:

M12	80 Nm
M16	200 Nm
M20	380 Nm
M24	650 Nm
M30	1300 Nm

K.OSA Nurmi	KORTTELI/TILA Aitoranta	TONTTI/RNo 4:87	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSOIKEUS MUUTOSTYÖ			PIIRUSTUSLAJI RAKENNEPIIRUSTUS	JUOKS.No 18
RAKENNUSKOHTeen NIMI JA OSOITE Suomen Adventtikirkko Ketarantie 4 33680 TAMPERE			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ L-07 L-08	MITTAKAAVAT 1:20 1:20
Insinööritoimisto Timo Poikonen T.mi Koljonseläntie 7 as 82 34260 TERÄLAHTI			SUUNN. ALA RAK	TYÖ No 058-2016
Allekirjoitus			PIIR.No 058-16-18	MUUTOS Timo Poikonen +358 50 3501882
			PÄIVÄYS 10.7.2016	YHT.HENK. Timo Poikonen +358 50 3501882

K.OSA Nurmi	KORTTELI/TILA Aitoranta	TONTTI/RNo 4: 87	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSOIMENPIDE MUUTOSTYÖ			PIIRUSTUSLAJI RAKENNEPIIRUSTUS	JUOKS.No 19
RAKENNUSKOHTeen NIMI JA OSOITE Suomen Adventtikirkko Ketarantie 4 33680 TAMPERE			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ Palokatkodetajit	MITTAKAAVAT
Insinööritoimisto Timo Poikonen T: mi Koljonseläntie 7 as 82 34260 TERÄLAHTI  Allekirjoitus 			SUUN.ALA RAK	TYÖ No 058-2016
			PIIR.No 058-16-19	MUUTOS
			PÄIVÄYS 15.7.2016	YHT.HENK. Timo Poikonen +358 50 3501882

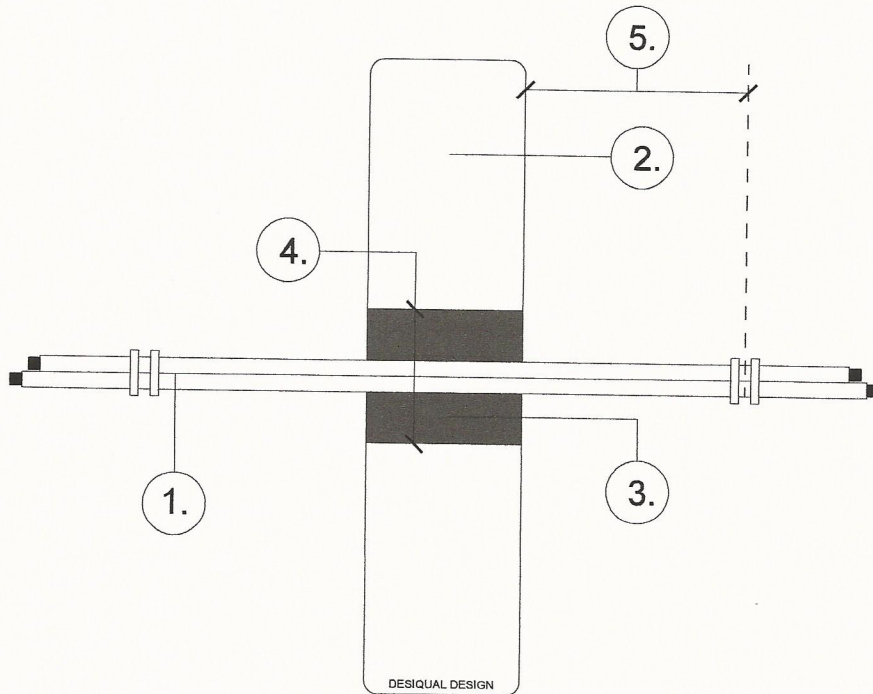


SISÄLTÖ

**KAAPELINIPUN PALOKATKO -  
BETONISEINÄ**

**PKO01**

JOINTS OY - WWW.JOINTS.FI  
TEOLLISUUSTIE 6,  
51200 KANGASNIEMI  
P.+358(0)201 980 610  
ASIAKASPALVELU@JOINTS.FI



Paloluokitus: EI 60

1. Kaapelinippu max. 100mm.
2. Betoniseinä min. 150mm.
3. 2K palovaahdotäyttö, Joints 2K Firefoam Pro+, syvyys=144mm, tiivistys kaapelinipussa kauttaaltaan, ETA-11/0206.
4. Max. reikäkoko: 300mm tai 270mm x 270mm.
5. Kannakointi: rakenteen molemmin puolin, etäisyys rakenteesta=200mm.

Tekniikoiden välinen etäisyys=min. 60mm.

Palokatkon asennus tuotteiden ETA-hyväksynnän mukaan.

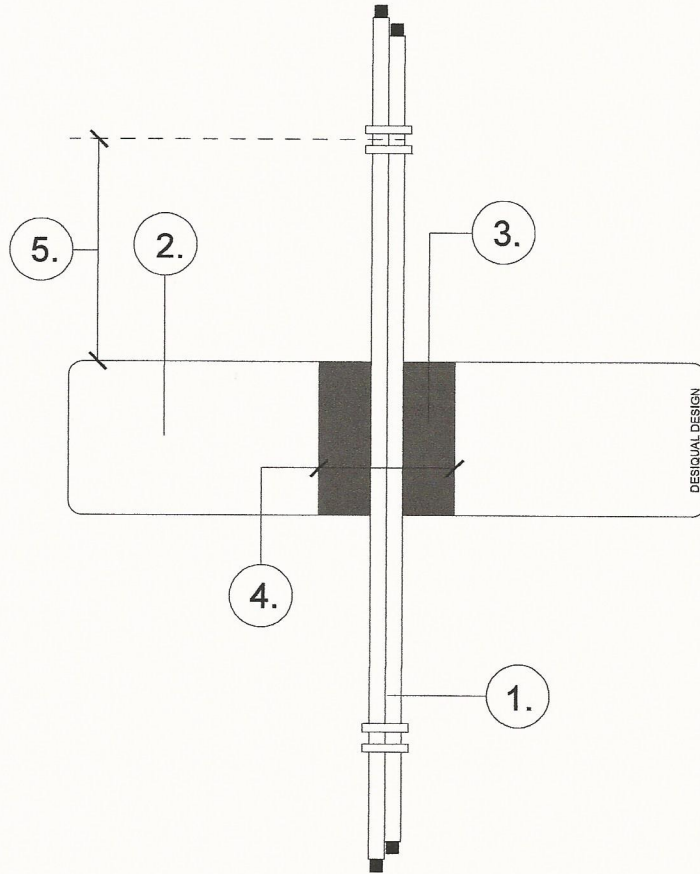
Asennuskuva ei mittakaavassa.

SISÄLTÖ

**KAAPELINIPUN PALOKATKO -  
BETONILATTIA**

**PK002**

JOINTS OY - WWW.JOINTS.FI  
TEOLLISUUSTIE 6,  
51200 KANGASNIEMI  
P.+358(0)201 980 610  
ASIAKASPALVELU@JOINTS.FI



Paloluokitus: EI 60

1. Kaapelinippu max. 100mm.
2. Betonilattia min. 150mm.
3. 2K palovaahdotäyttö, Joints 2K Firefoam Pro+, syvyys=144mm, tiivistys kaapelinipussa kauttaaltaan, ETA-11/0206.
4. Max. reikäkoko: 300mm tai 270mm x 270mm.
5. Kannakointi: rakenteen molemmin puolin, etäisyys rakenteesta=200mm.

Tekniikoiden välinen etäisyys=min. 60mm.

Palokatkon asennus tuotteiden ETA-hyväksynnän mukaan.

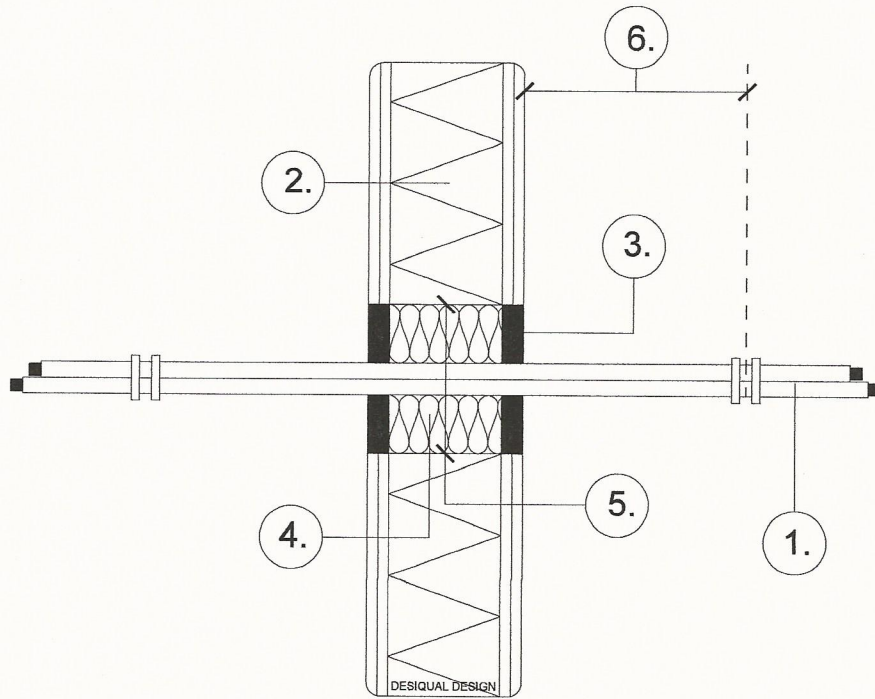
Asennuskuva ei mittakaavassa.

SISÄLTÖ

**KAAPELINIPUN PALOKATKO -  
LEVYSEINÄ**

**PK008**

JOINTS OY - WWW.JOINTS.FI  
TEOLLISUUSTIE 6,  
51200 KANGASNIEMI  
P.+358(0)201 980 610  
ASIAKASPALVELU@JOINTS.FI



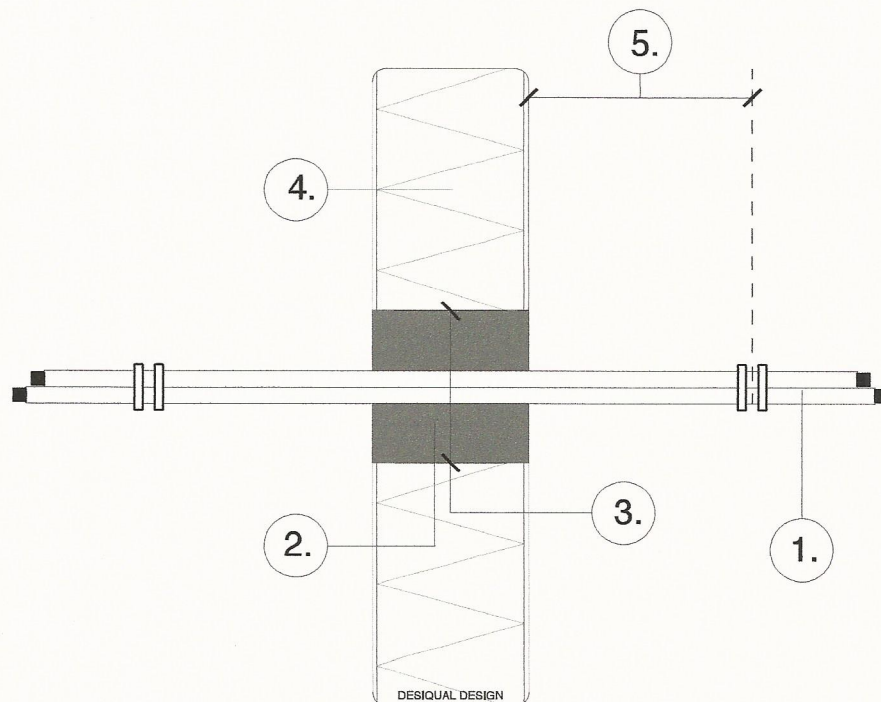
Paloluokitus: EI 120

1. Kaapelinippu max. 80mm.
2. Kipsilevyseinä: molemmin puolin rakennetta 2 x 13mm kipsilevyt.
3. Paloakryylitäyttö, Joints Fire Acryl Pro+, syvyys=25mm, ETA-13/0992.
4. Kivivillasullonta, syvyys=20mm, 40kg/m<sup>3</sup>, ETA-13/0992.
5. Max. reikäkoko: 170mm.
6. Kannakointi: rakenteen molemmin puolin, etäisyys rakenteesta=350mm.

Palokatkon asennus tuotteiden ETA-hyväksynnän mukaan.

Asennuskuva ei mittakaavassa.

12mm syvyys saumarakenteella ääneneristävyys rakenteessa 62dB. (EN ISO 10140-2:2010).  
Tuote on EC1+ päästöluokiteltu. (G12870B).



Paloluokitus: EI 60

1. Kaapelinippu max. Ø100mm tai yksittäinen kaapeli max. Ø80mm.
2. Joints 2K Fire Foam Pro+ palovaahdotäyttö ETA-11/0206, tekniikan täyttöaste max. 60%.
3. Max. aukon koko 270x270mm tai Ø300mm.
4. Paroc-elementti min. 100mm.
5. Kannakointi rakenteen molemmin puolin, etäisyys rakenteesta 200mm.

Palokatkon asennus tuotteiden ETA-hyväksynnän mukaan. Paloja rajaava rakenne Paroc eroaa ETA-hyväksynnän kevytrakenteisesta kipsilevyseinästä.

Asennuskuva ei mittakaavassa.

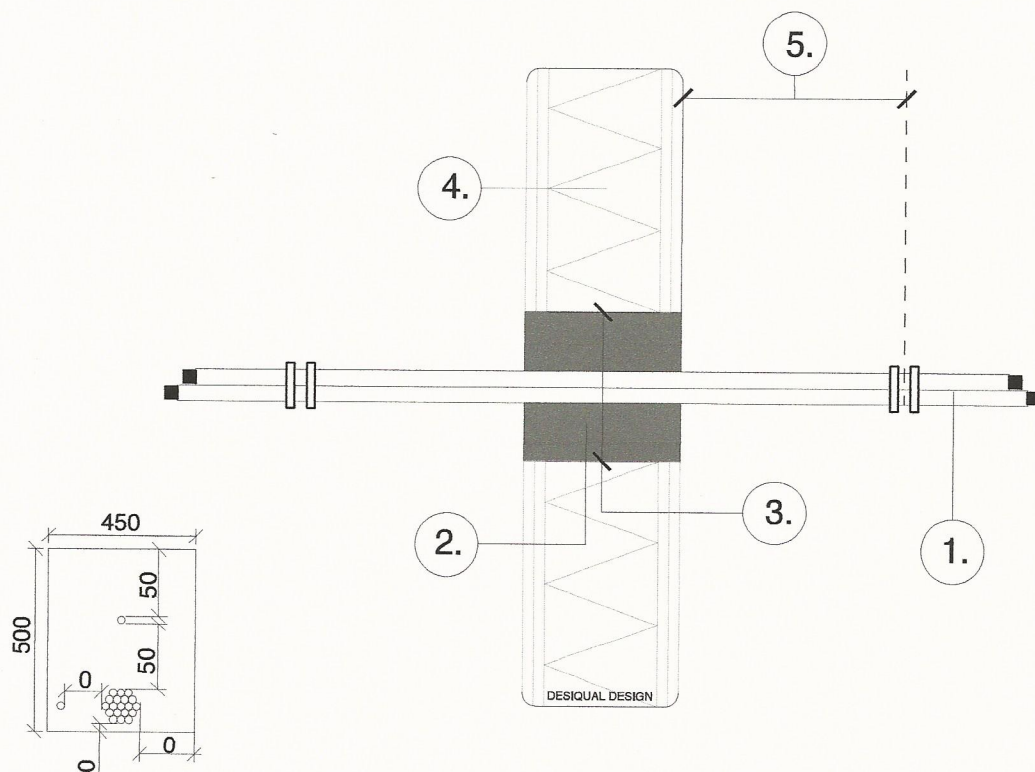
Joints 2K Fire Foam Pro+: ääneneristävyyss rakenteessa 66dB, 200mm syvyydellä, aukkokoolla 360 x 360mm. (EN ISO 10140-2:2010).

SISÄLTÖ

**KAAPELINIPUN  
PALOKATKO - LEVYSEINÄ**

**PKO08.3**

JOINTS OY - WWW.JOINTS.FI  
TEOLLISUUSTIE 6,  
51200 KANGASNIEMI  
P.+358(0)201 980 610  
ASIAKASPALVELU@JOINTS.FI



Paloluokitus: EI 60

1. Kaapelinippu (max. Ø21mm kaapeleita) max. Ø100mm, tai yksittäinen kaapeli max. Ø80mm.
2. Joints 2K Fire Foam Pro+ palovaahdotäyttö ETA-11/0206, syvyys=min. 144mm, tekniikan täyttöaste max. 60%.
3. Max. aukon koko 450x500mm
4. Levyseinä min. 100mm.
5. Kannakointi rakenteen molemmin puolin, etäisyys rakenteesta 200mm.

Palokatkon asennus tuotteiden ETA-hyväksynnän mukaan.

Mikäli levyseinän paksuus on täytön syvyyttä pienempi, on läpivienti kehikoitava ETA-hyväksynnän mukaisesti.

Asennuskuva ei mittakaavassa.

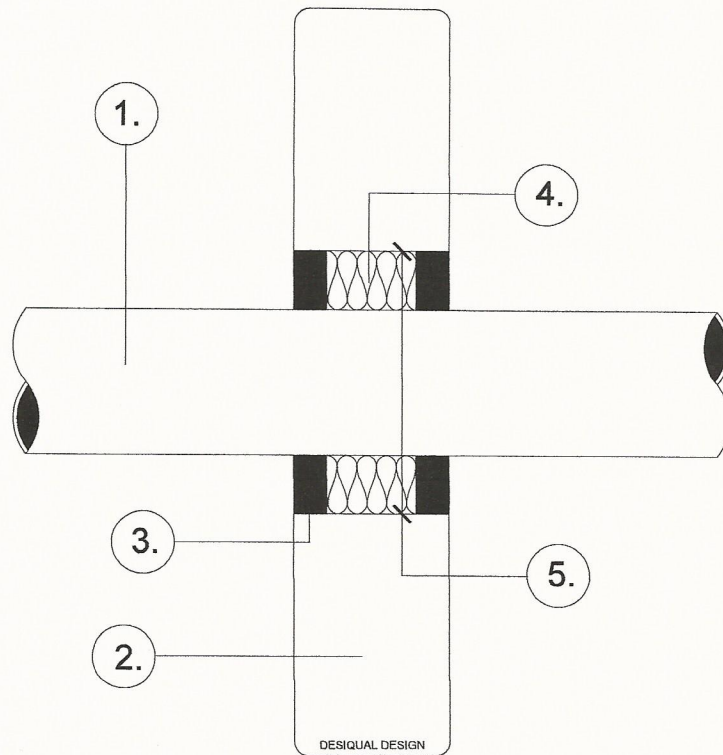
Joints 2K Fire Foam Pro+: ääneneristävyys rakenteessa 66dB, 200mm syvyydellä, aukkokoollla 360 x 360mm. (EN ISO 10140-2:2010).

SISÄLTÖ

**MUOVIPUTKEN PALOKATKO -  
BETONISEINÄ**

# PKO09

JOINTS OY - WWW.JOINTS.FI  
TEOLLISUUSTIE 6,  
51200 KANGASNIEMI  
P. +358(0)201 980 610  
ASIAKASPALVELU@JOINTS.FI



Paloluokitus: EI 240

1. PVC-U/C muoviputki max. 110mm.
2. Betoniseinä min. 100mm.
3. Grafiittimassatäyttö, Joints Fire Graphite Pro+, syvyys=40mm, ETA 14/0317.
4. Palovillasullonta, Joints Fire Wool Pro+, syvyys=50mm, ETA 14/0317.
5. Min. reikäkoko: putken halkaisija + 44mm.

Tekniikoiden välinen etäisyys=min. 200mm.

Palokatkon asennus tuotteiden ETA-hyväksynnän mukaan.

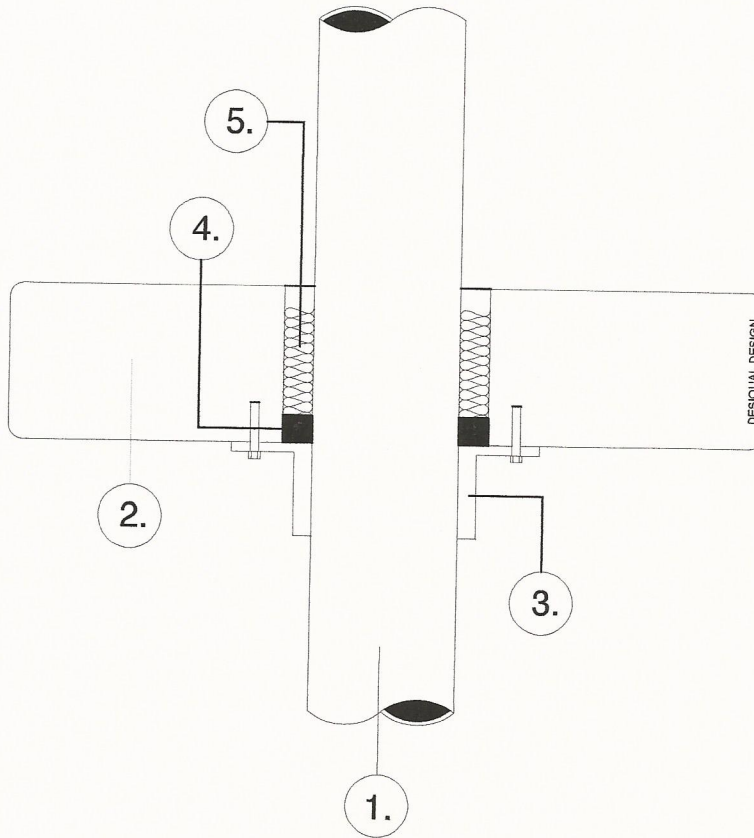
Asennuskuva ei mittakaavassa.

SISÄLTÖ

**MUOVIPUTKEN PALOKATKO -  
VÄLIPOHJA**

**PKO12.1**

JOINTS OY - WWW.JOINTS.FI  
TEOLLISUUSTIE 6,  
51200 KANGASNIEMI  
P.+358(0)201 980 610  
ASIAKASPALVELU@JOINTS.FI



Paloluokitus: EI 90

1. PVC, PVC-U, PP, ABS, PE, VP, Friapon, muoviputki max. 110mm (myös mineraalivahvistetut dB-viemäriputket).
2. Betoniväliohja min. 150mm.
3. Palokaulus putken koon mukaan, Joints Fire Collar Pro+, ETA 14/0318.
4. Paloakryylitiivistys, Joints Fire Acryl Pro+, ETA-13/0992.
5. Kivivillasullonta, syvyys=min. 25mm, 40 kg/m<sup>3</sup>.

Palokatkon asennus tuotteiden ETA-hyväksynnän mukaan.

Asennuskuva ei mittakaavassa.

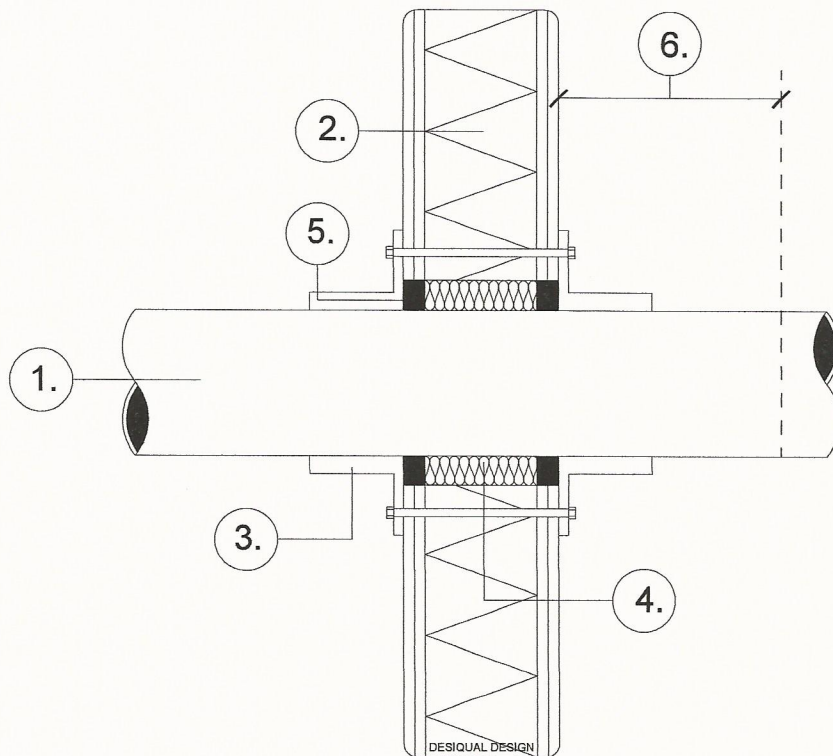
Lisää tietoa mansetin käytöstä teknisestä tuoteselosteesta.

SISÄLTÖ

**MUOVIPUTKEN PALOKATKO -  
LEVYSEINÄ**

# PKO14

JOINTS OY - WWW.JOINTS.FI  
TEOLLISUUSTIE 6,  
51200 KANGASNIEMI  
P. +358(0)201 980 610  
ASIAKASPALVELU@JOINTS.FI



Paloluokitus: EI 60

1. Pp/ PVC muoviputki 110mm.
2. Kipsilevyseinä min. 100mm: molemmin puolin rakennetta 2 x 13mm kipsilevyt.
3. Palokaulus 110mm, Joints Fire Collar Pro+, ETA 14/0318.
4. Kivivillasullonta, syvyys=rakenteen lopputäyttö, 40 kg/m<sup>3</sup>, ETA 14/0318.
5. Paloakryylitäyttö, Joints Fire Acryl Pro+, syvyys=25mm, ETA-13/0992.
6. Kannakointi: rakenteen molemmin puolin, etäisyys rakenteesta=650mm.

Palokatkon asennus tuotteiden ETA-hyväksynnän mukaan.

Asennuskuva ei mittakaavassa.

12mm syvyys saumarakenteella ääneneristävyys rakenteessa 62dB. (EN ISO 10140-2:2010).  
Tuote on EC1+ päästöluokiteltu. (G12870B).

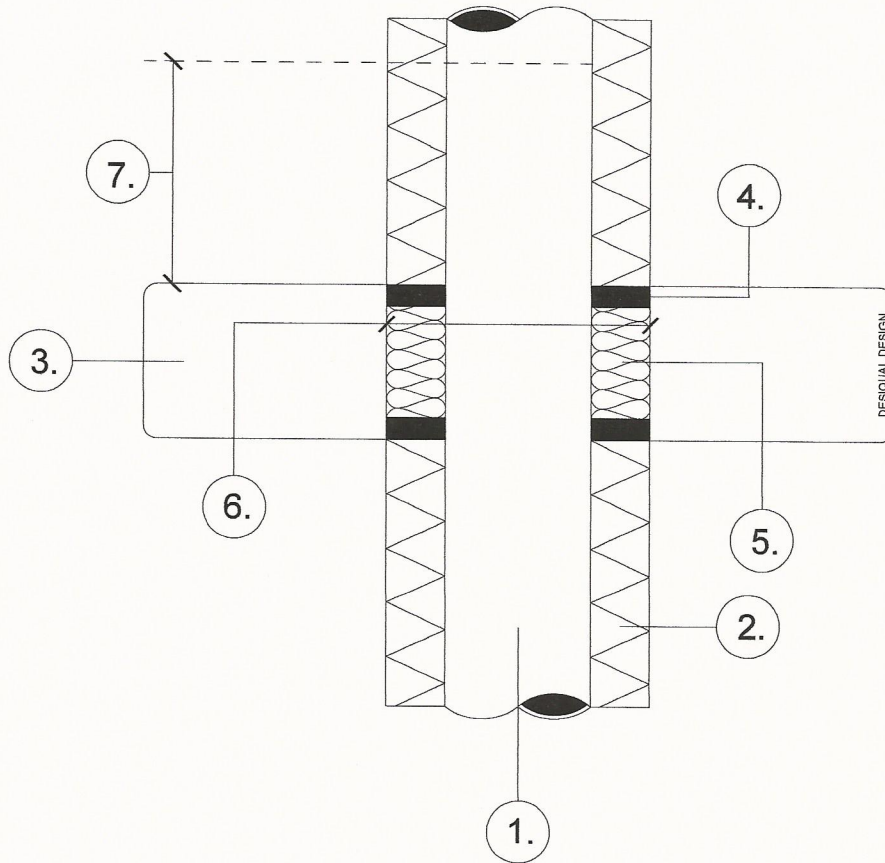


SISÄLTÖ

**KUPARI- JA METALLIPUTKEN  
PALOKATKO - BETONILATTIA**

# PKO16

JOINTS OY - WWW.JOINTS.FI  
TEOLLISUUSTIE 6,  
51200 KANGASNIEMI  
P.+358(0)201 980 610  
ASIAKASPALVELU@JOINTS.FI



Paloluokitus: EI 120

1. Kupariputki max. 54mm / Metalliputki max. 219mm.
2. Kupariputken eristys: ETA-13/0992 mukainen kivillaeriste, 1000mm x 20mm, 80 kg/m<sup>3</sup>, Metalliputken eristys: ETA-13/0992 mukainen kivillaeriste, 1000mm x 30mm, 80 kg/m<sup>3</sup>.
3. Betonilattia min. 150mm.
4. Paloakryylitäyttö, Joints Fire Acryl Pro+, syvyys=15mm, ETA-13/0992.
5. Kivivillasullonta, syvyys=20mm, 80 kg/m<sup>3</sup>, ETA-13/0992.
6. Max. reikäkoko: putken halkaisija + 60mm,  
min. reikäkoko: putken halkaisija + 20mm.
7. Kannakointi: rakenteen molemmin puolin, etäisyys rakenteesta=350mm.

Palokatkon asennus tuotteiden ETA-hyväksynnän mukaan.

Asennuskuva ei mittakaavassa.

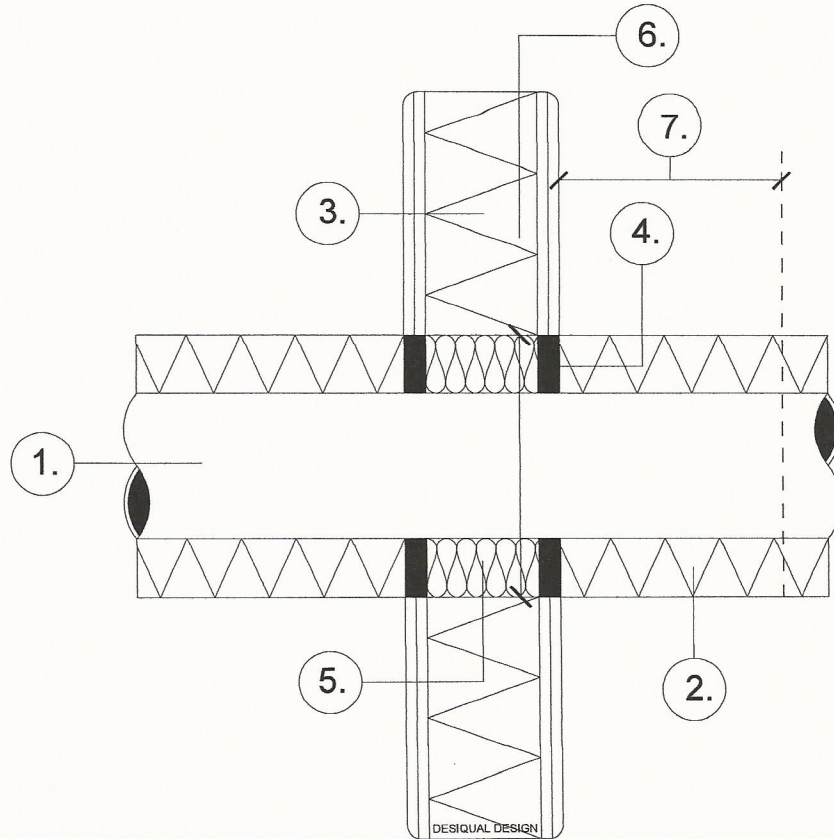
12mm syvyys saumarakenteella ääneneristävyys rakenteessa 62dB. (EN ISO 10140-2:2010).  
Tuote on EC1+ päästöluokiteltu. (G12870B).

SISÄLTÖ

**METALLIPUTKEN PALOKATKO -  
LEVYSEINÄ**

**PKO22**

JOINTS OY - WWW.JOINTS.FI  
TEOLLISUUSTIE 6,  
51200 KANGASNIEMI  
P.+358(0)201 980 610  
ASIAKASPALVELU@JOINTS.FI



Paloluokitus: EI 90

1. Metalliputki max. 219mm.
2. ETA-13/0992 mukainen kivivillaeriste, 500mm x 30mm, 80 kg/m<sup>3</sup>.
3. Kipsilevyseinä: molemmin puolin rakennetta 2 x 13mm kipsilevyt.
4. Paloakryylitäyttö, Joints Fire Acryl Pro+, syvyys=12,5mm, ETA-13/0992.
5. Kivivillasullonta, syvyys=20mm, 40kg/m<sup>3</sup>, ETA-13/0992.
6. Max. reikäkoko: 170mm,  
min. reikäkoko: putken halkaisija + 20mm.
7. Kannakointi: rakenteen molemmin puolin, etäisyys rakenteesta=350mm.

Palokatkon asennus tuotteiden ETA-hyväksynnän mukaan.

Asennuskuva ei mittakaavassa.

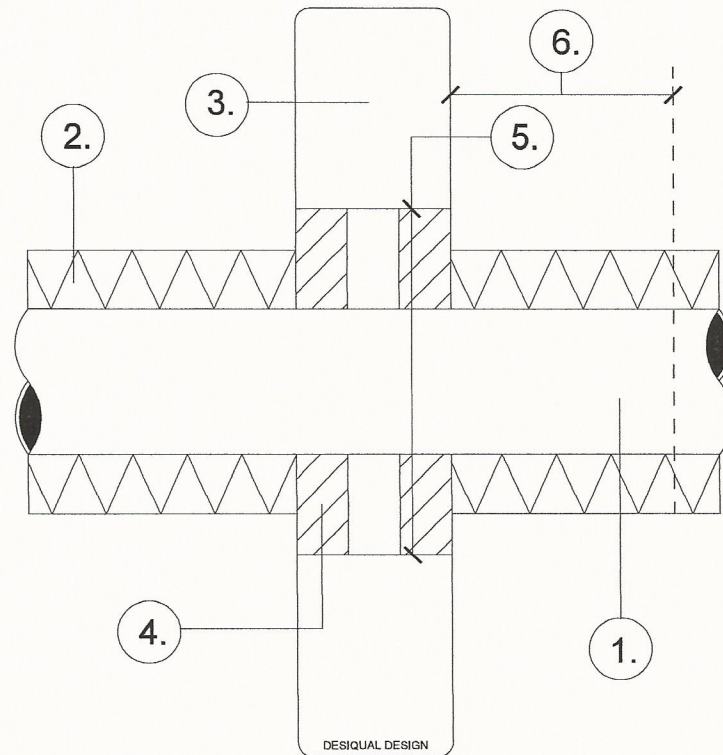
12mm syvyys saumarakenteella ääneneristävyyys rakenteessa 62dB. (EN ISO 10140-2:2010).  
Tuote on EC1+ päästöluokiteltu. (G12870B).

SISÄLTÖ

**METALLIPUTKEN PALOKATKO -  
BETONI- / MUURATTUSEINÄ**

**PKO27.1**

JOINTS OY - WWW.JOINTS.FI  
TEOLLISUUSTIE 6,  
51200 KANGASNIEMI  
P.+358(0)201 980 610  
ASIAKASPALVELU@JOINTS.FI



Paloluokitus: EI 90

1. Metalliputki max. 219mm.
2. ETA-14/0033 mukainen kivivillaeriste, 1000mm x 30mm, 80 kg/m<sup>3</sup>.
3. Betoniseinä min. 150mm.
4. Palokatkolevy, Joints Fire Board Pro+ 2S, ETA 14/0013,  
tiivistys: Joints Fire Acryl Pro+, ETA-13/0992.
5. Max. reikäkoko: 2400mm x 1200mm,  
min. reikäkoko: putken halkaisija + 60mm.
6. Kannakointi: rakenteen molemmin puolin, etäisyys rakenteesta=270mm ja 470mm.

Tekniikoiden välinen etäisyys=min. 200mm.

Putki tulee korroosiosuojata tai eristää valun kohdalta.

Palokatkon asennus tuotteiden ETA-hyväksynnän mukaan.

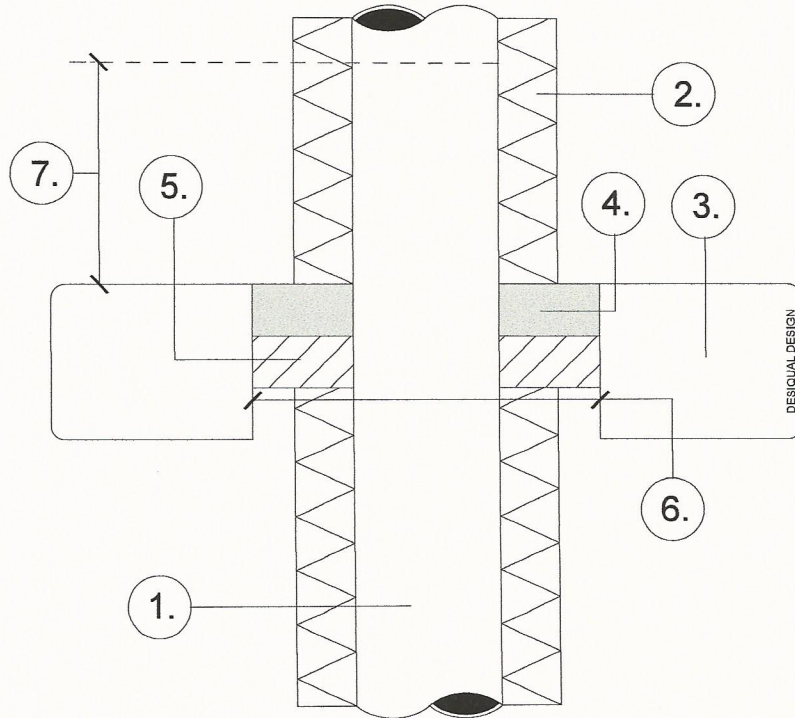
Asennuskuva ei mittakaavassa.

SISÄLTÖ

**METALLIPUTKEN PALOKATKO -  
BETONILATTIA**

# PKO28

JOINTS OY - WWW.JOINTS.FI  
TEOLLISUUSTIE 6,  
51200 KANGASNIEMI  
P.+358(0)201 980 610  
ASIAKASPALVELU@JOINTS.FI



Paloluokitus: EI 90

1. Metalliputki max. 219mm.
2. ETA-14/0033 mukainen kivivillaeriste, 1000mm x 30mm, 80 kg/m<sup>3</sup>.
3. Betonilattia min. 150mm.
4. Palokipsivalu, Joints Fire Compound Pro+, valusyvyyks=50mm, ETA-14/0033.
5. Palokatkolevy, Joints Fire Board Pro+ 2S, ETA 14/0013.
6. Max. reikäkoko: 2400mm x 1200mm,  
min. reikäkoko: putken halkaisija + 60mm.
7. Kannakointi: rakenteen molemmin puolin, etäisyys rakenteesta=250mm ja 400mm.

Tekniikoiden välinen etäisyys=min. 200mm.

Putki tulee korroosiosuojata tai eristää valun kohdalta.

Palokatkon asennus tuotteiden ETA-hyväksynnän mukaan.

Asennuskuva ei mittakaavassa.

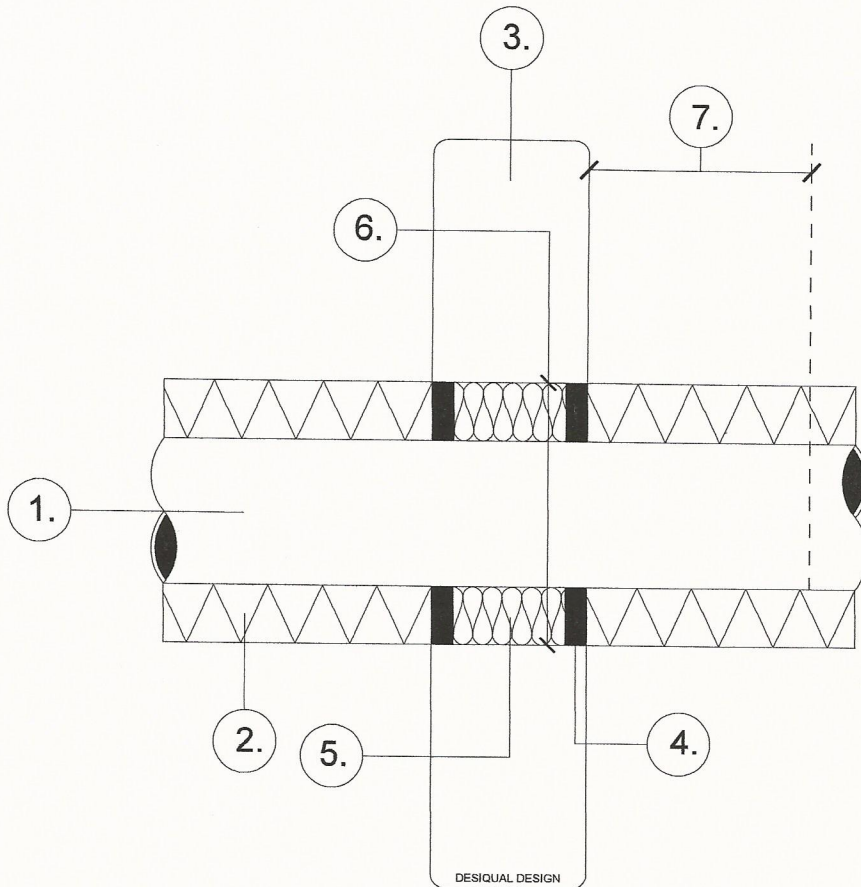
50mm valusyvyydellä kivivillalevyn kanssa ääneneristävyys rakenteessa 64dB.  
100mm valusyvyydellä ääneneristävyys rakenteessa 64dB.  
25mm valusyvyydellä kivivillalevyn kanssa molemmin puolin seinää ääneneristävyys rakenteessa 64dB.  
50mm valusyvyydellä molemmin puolin seinää ääneneristävyys rakenteessa 64dB.  
(EN ISO 10140-2:2010).  
Tuote on EC1+ päästöluokiteltu, (G12874B).

SISÄLTÖ

**KOMPOSIITTIPUTKEN  
PALOKATKO - BETONISEINÄ**

# PKO29

JOINTS OY - WWW.JOINTS.FI  
TEOLLISUUSTIE 6,  
51200 KANGASNIEMI  
P.+358(0)201 980 610  
ASIAKASPALVELU@JOINTS.FI



Paloluokitus: EI 120

1. Komposiittiputki max. 75mm.
2. ETA-13/0992 mukainen Mineraalivillaeriste, 600mm x 25mm, 128 kg/m<sup>3</sup>.
3. Betoniseinä min. 150mm.
4. Paloakryylitäyttö, Joints Fire Acryl Pro+, syvyys=15mm, ETA-13/0992.
5. Kivivillasullonta, syvyys=20mm, 40kg/m<sup>3</sup>, ETA-13/0992.
6. Min. reikäkoko: putken halkaisija + 60mm.
7. Kannakointi: rakenteen molemmin puolin, etäisyys rakenteesta=350mm.

Palokatkon asennus tuotteiden ETA-hyväksynnän mukaan.

Asennuskuva ei mittakaavassa.

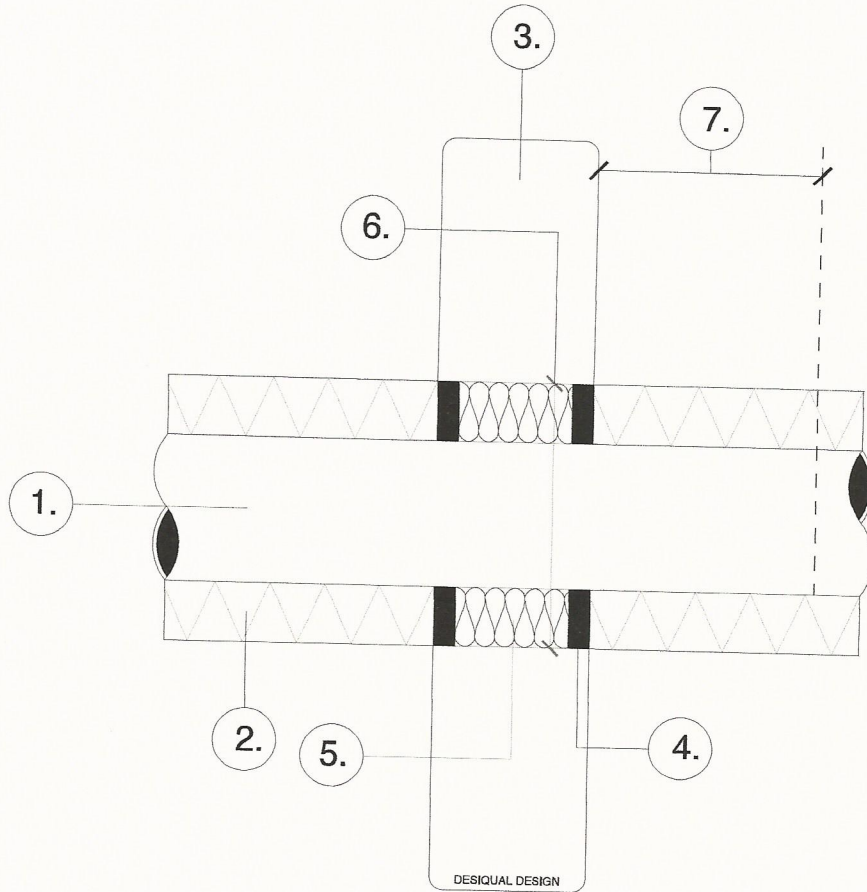
12mm syvyys saumarakenteella ääneneristävyys rakenteessa 62dB. (EN ISO 10140-2:2010).  
Tuote on EC1+ päästöluokiteltu. (G12870B).

SISÄLTÖ

**IV-PUTKEN PALOKATKO -  
BETONISEINÄ**

**PKO34**

JOINTS OY - WWW.JOINTS.FI  
TEOLLISUUSTIE 6,  
51200 KANGASNIEMI  
P.+358(0)201 980 610  
ASIAKASPALVELU@JOINTS.FI



Paloluokitus: EI 120

1. IV-teräsputki max. 560mm tai 500mm x 500mm.
2. EN 1366-3 mukainen mineraalivillaeriste, syvyys= 50mm, 128kg/m<sup>3</sup>.
3. Betoniseinä min. 150mm.
4. Paloakryylitäyttö, Joints Fire Acryl Pro+, syvyys=15mm, EN 1366-3.
5. Kivivillasullonta, syvyys=25mm, 140 kg/m<sup>3</sup>, EN 1366-3.
6. Max. reikäkoko: putken halkaisija + 60mm,  
min. reikäkoko: putken halkaisija + 20mm.
7. Kannakointi: rakenteen molemmin puolin, etäisyys rakenteesta=350mm.

Palokatkon asennus tuotteiden EN 1366-3 -hyväksynnän mukaan.

Asennuskuva ei mittakaavassa.

12mm syvyys saumarakenteella ääneneristävyys rakenteessa 62dB. (EN ISO 10140-2:2010).  
Tuote on EC1+ päästöluokiteltu. (G12870B).

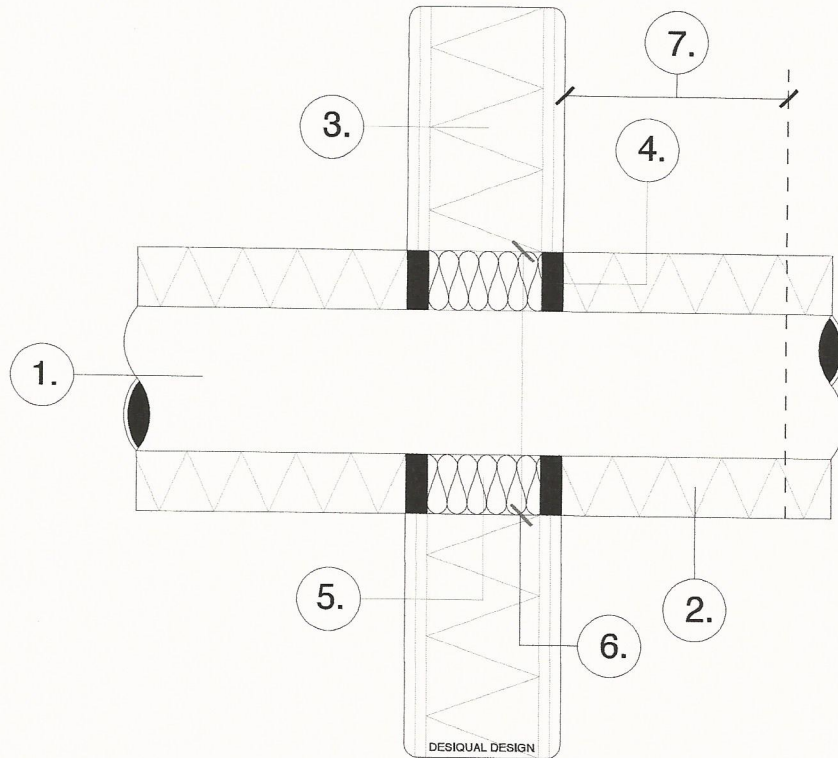


SISÄLTÖ

**IV-PUTKEN PALOKATKO -  
LEVYSEINÄ**

**PKO38**

JOINTS OY - WWW.JOINTS.FI  
TEOLLISUUSTIE 6,  
51200 KANGASNIEMI  
P.+358(0)201 980 610  
ASIAKASPALVELU@JOINTS.FI



Paloluokitus: EI 60

1. IV-teräsputki max. 560mm tai 500x500mm.
2. EN 1366-3 mukainen kivivillaeriste, 1000mm x 30mm, 80 kg/m<sup>3</sup>.
3. Kipsilevyseinä min. 100mm: molemmin puolin rakennetta 2 x 13mm kipsilevyt.
4. Paloakryylitäyttö, Joints Fire Acryl Pro+, syvyys=15mm, EN 1366-3.
5. Kivivillasullonta, syvyys=35mm, 140kg/m<sup>3</sup>, EN 1366-3.
6. Max. reikäkoko: putken halkaisija + 60mm,  
min. reikäkoko: putken halkaisija + 20mm.
7. Kannakointi: rakenteen molemmin puolin, etäisyys rakenteesta=350mm.

Palokatkon asennus tuotteiden EN 1366-3 -hyväksynnän mukaan.

Asennuskuva ei mittakaavassa.

12mm syvyys saumarakenteella ääneneristävyys rakenteessa 62dB. (EN ISO 10140-2:2010).  
Tuote on EC1+ päästöluokiteltu. (G12870B).

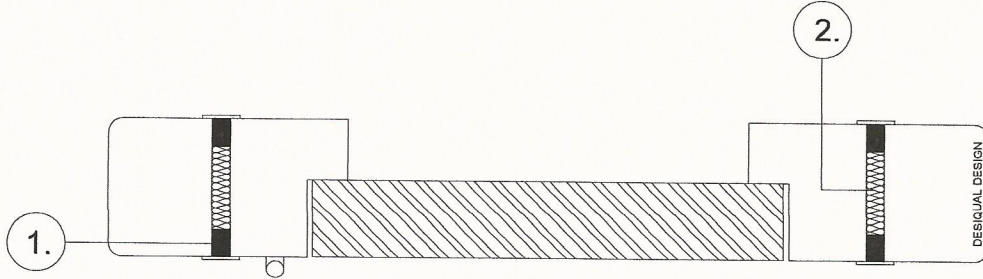


SISÄLTÖ

**PALO-OVEN PALOKATKO**

# PKO42

JOINTS OY - WWW.JOINTS.FI  
TEOLLISUUSTIE 6,  
51200 KANGASNIEMI  
P.+358(0)201 980 610  
ASIAKASPALVELU@JOINTS.FI



Paloluokitus: EI 30

1. Paloakryylitäyttö, Joints Fire Acryl Pro+, syvyys=min. 20mm, ETA 13/0335.

2. Palovaahdotäyttö, Joints Fire Foam Pro+, ETA 13/0280 /  
kivivillasullonta.

Saumat peitettävä teräspalo-ovissa peltiistoilla ja puupalo-ovissa puulistoilla.

Joints Fire Foam Pro+ palovaahdot testattu VTT EN1634-1. Paloluokut ja ovet sekä niiden asennukset -mukaisesti.

Palokatkon asennus tuotteiden ETA-hyväksynnän mukaan.

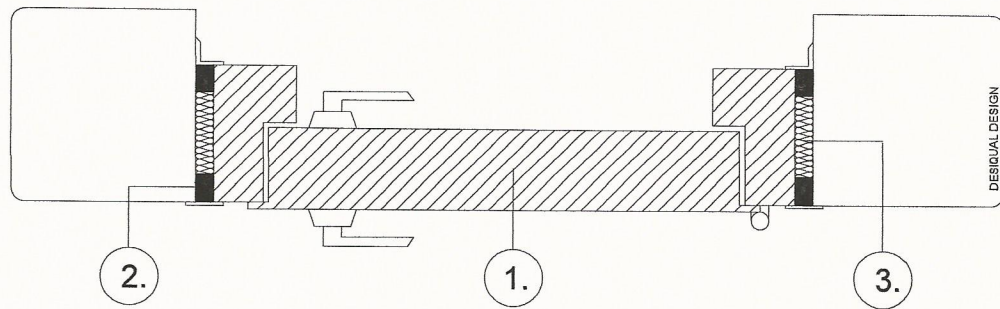
Asennuskuva ei mittakaavassa.

SISÄLTÖ

## TERÄSPALO-OVEN PALOKATKO

# PKO42.1

JOINTS OY - WWW.JOINTS.FI  
TEOLLISUUSTIE 6,  
51200 KANGASNIEMI  
P.+358(0)201 980 610  
ASIAKASPALVELU@JOINTS.FI



Paloluokitus: EI 30

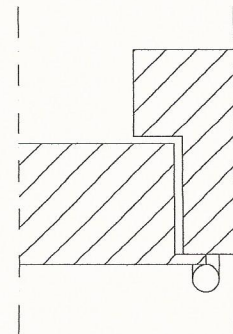
1. Teräspalo-ovi, R-karmi
2. Paloakryylitäyttö, Joints Fire Acryl Pro+, syvyys=min. 20mm, ETA 13/0335.
3. Palovaahdotäyttö, Joints Fire Foam Pro+, ETA 13/0280 / kivivillasullonta.

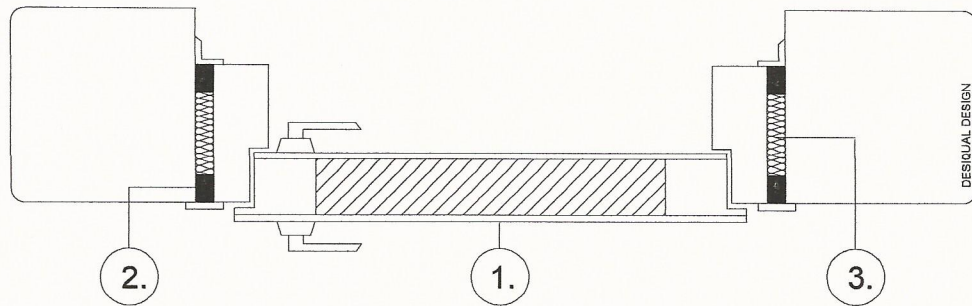
Saumat peitettävä teräspalo-ovissa peltilistoilla.

Joints Fire Foam Pro+ palovaahdot testattu VTT EN1634-1. Paloluokut ja ovet sekä niiden asennukset -mukaisesti.

Palokatkon asennus tuotteiden ETA-hyväksynnän mukaan.

Asennuskuva ei mittakaavassa.





Paloluokitus: EI 30

1. Puupalo-ovi

2. Paloakryylitäyttö, Joints Fire Acryl Pro+, syvyys=min. 20mm, ETA 13/0335.

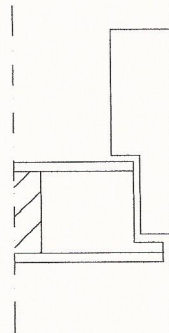
3. Palovaahdotäyttö, Joints Fire Foam Pro+, ETA 13/0280 /  
kivivillasullonta.

Saumat peitettävä puupalo-ovissa puulistoilla.

Joints Fire Foam Pro+ palovaahdot testattu VTT EN1634-1. Paloluokitus ja ovet sekä niiden asennukset -mukaisesti.

Palokatkon asennus tuotteiden ETA-hyväksynnän mukaan.

Asennuskuva ei mittakaavassa.

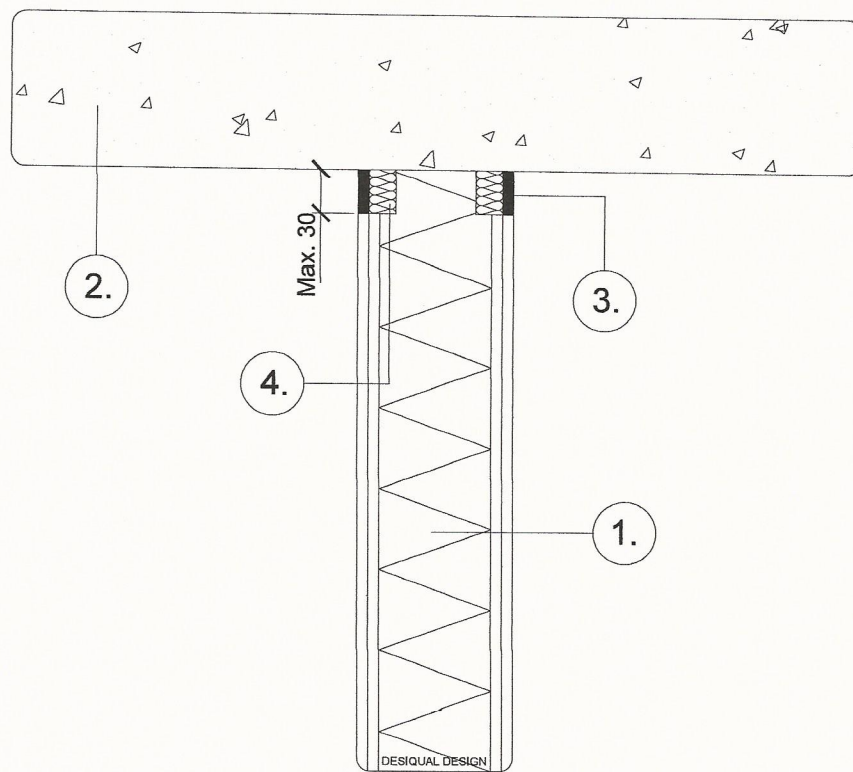


SISÄLTÖ

**RAKENNESAUMAN  
PALOKATKO**

# PKO49

JOINTS OY - WWW.JOINTS.FI  
TEOLLISUUSTIE 6,  
51200 KANGASNIEMI  
P.+358(0)201 980 610  
ASIAKASPALVELU@JOINTS.FI



Paloluokitus: EI 120

1. Levyseinä min. 100mm.
2. Betonivälipohja.
3. Paloakryylitäyttö, Joints Fire Acryl Pro+, syvyys=13mm, ETA-13/0991.
4. Kivivillasullonta, syvyys=20mm, 40 kg/m<sup>3</sup>, ETA-13/0991.

Palokatkon asennus tuotteiden ETA-hyväksynnän mukaan.

Asennuskuva ei mittakaavassa.

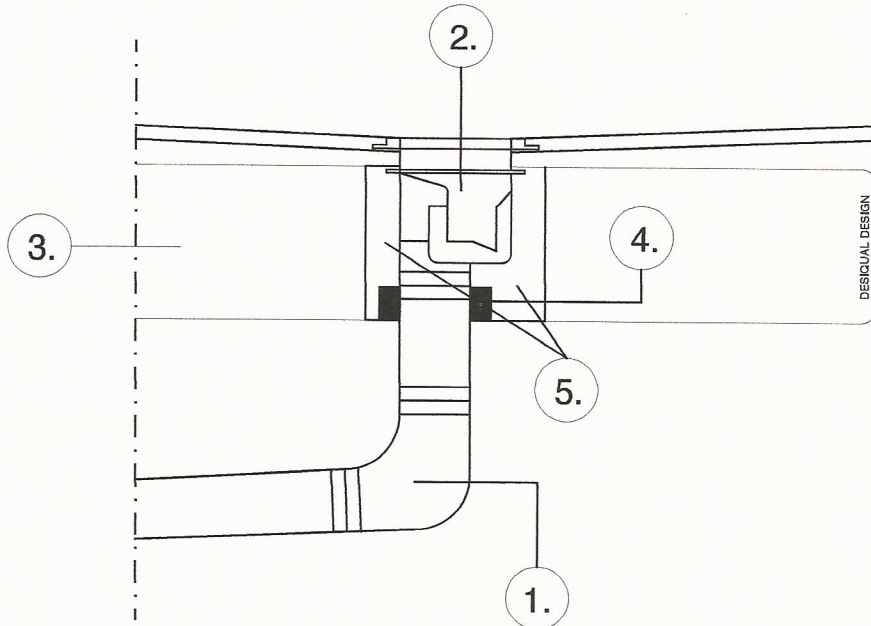
12mm syvyys saumarakenteella ääneneristävyys rakenteessa 62dB. (EN ISO 10140-2:2010).  
Tuote on EC1+ päästöluokiteltu. (G12870B).

SISÄLTÖ

**MUOVIKAIVON PALOKATKO -  
BETONILATTIA**

**PK056**

JOINTS OY - WWW.JOINTS.FI  
TEOLLISUUSTIE 6,  
51200 KANGASNIEMI  
P. +358(0)201 980 610  
ASIAKASPALVELU@JOINTS.FI



Paloluokitus: EI 60

1. Viemäriputki muovi.
2. Muovikaivo
3. Betonilattia min. 150 mm.
4. Palokääre, Joints Fire Wrap Pro+, ETA 14/0316.  
Joints Fire Collar Pro+ palokaulusta ETA 14/0318 voidaan käyttää vaihtoehtoisesti viemäriputken tiivistämiseen.
5. Palokipsivalu Joints Fire Compound Pro+ syvyys = min. 100 mm, ETA-14/0033.

Palokatkon asennus tuotteiden ETA-hyväksynnän mukaan.

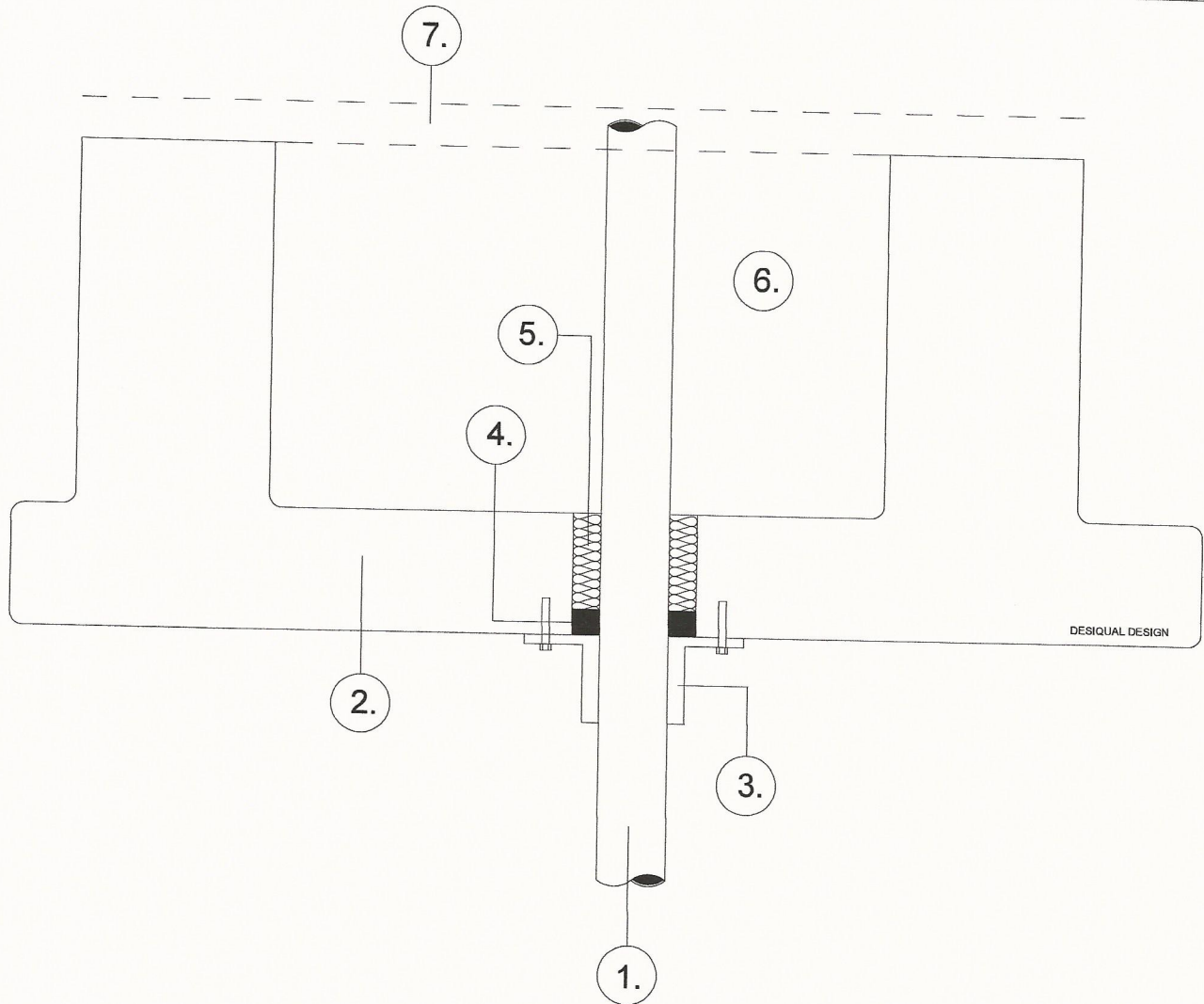
Asennuskuva ei mittakaavassa.

SISÄLTÖ

**MUOVIPUTKEN PALOKATKO -  
ALALAATTAPALKISTO**

**PKO58**

JOINTS OY - WWW.JOINTS.FI  
TEOLLISUUSTIE 6,  
51200 KANGASNIEMI  
P.+358(0)201 980 610  
ASIAKASPALVELU@JOINTS.FI



Paloluokitus: EI 120

1. PVC-U muoviputki max. 160mm.
2. Alalaattapalkisto teräsbetoni.
3. Palokaulus putken koon mukaan, Joints Fire Collar Pro+, ETA 14/0318.
4. Paloakryylitiivistys, Joints Fire Acryl Pro+, ETA-13/0992.
5. Kivivillasullonta, syvyys=min. 25mm, 40 kg/m<sup>3</sup>.
6. Palkiston ontelon täyttö mineraalipohjaisella palamattomalla materiaalilla.
7. Palkiston pintarakenne rakennesuunnitelmien mukaisesti. Palokatko tulee tiivistää rakenteen yläpintaan tiiviiksi esim. Joints Fire Acryl Pro+ paloakryylillä.

Rakenne poikkeaa ETA-hyväksynnästä.

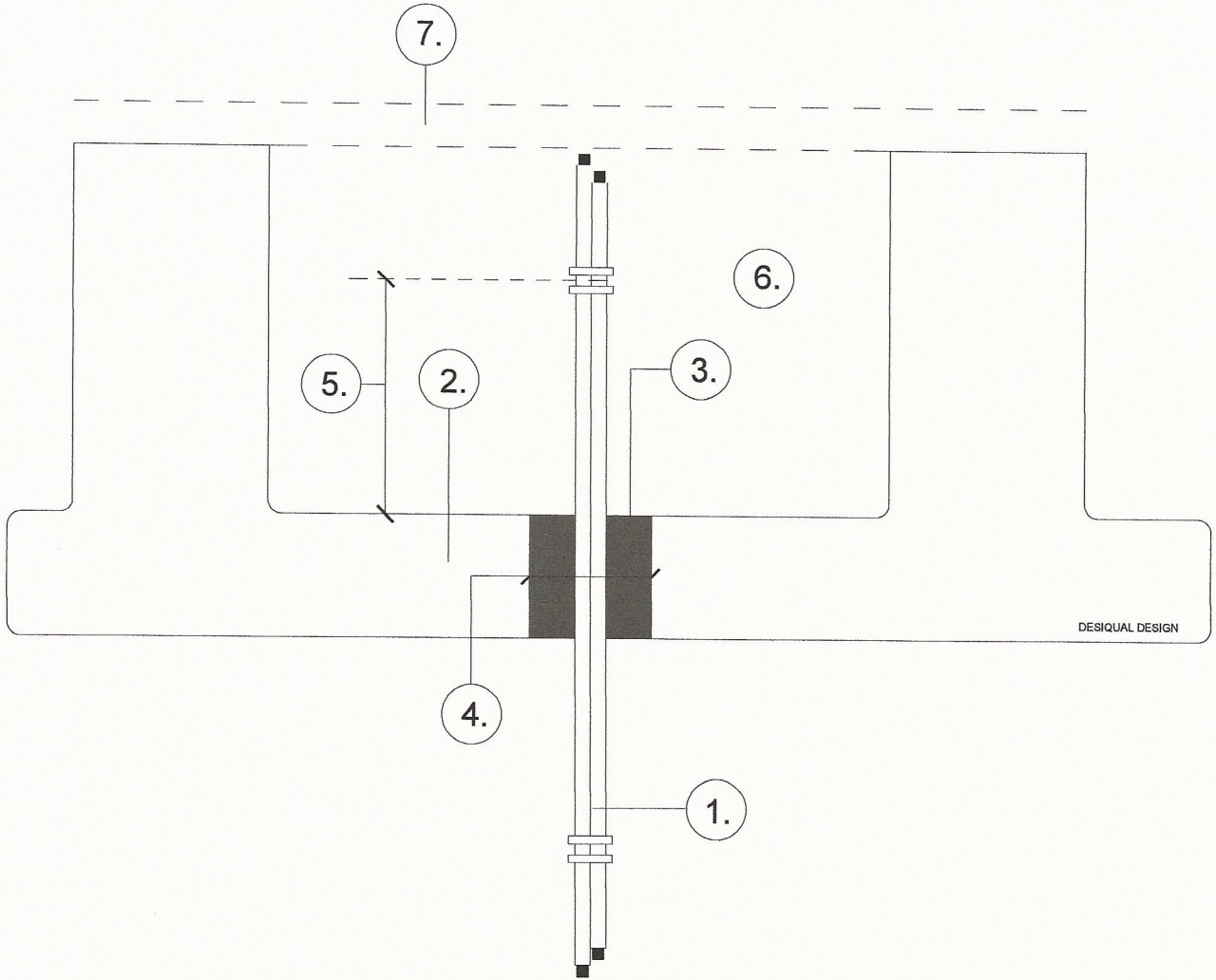
Asennuskuva ei mittakaavassa.

SISÄLTÖ

**KAAPELINIPUN PALOKATKO -  
ALALAATTAPALKISTO**

**PKO59**

JOINTS OY - WWW.JOINTS.FI  
TEOLLISUUSTIE 6,  
51200 KANGASNIEMI  
P.+358(0)201 980 610  
ASIAKASPALVELU@JOINTS.FI



Paloluokitus: EI 60

1. Kaapelinippu max. 100 mm.
2. Alalaattapalkisto teräsbetoni.
3. 2K palovaahdotäyttö, Joints 2K Firefoam Pro+, syvyys = min. 144 mm, tiivistys kaapelinipussa kauttaaltaan, ETA-11/0206.
4. Max. reikäkoko: halk. 300 mm tai 450 mm x 500 mm.
5. Kannakointi: rakenteen molemmin puolin, etäisyys rakenteesta = 200 mm.
6. Palkiston ontelon täyttö mineraalipohjaisella palamattomalla materiaalilla.
7. Palkiston pintarakente rakennesuunnitelmien mukaisesti. Palokatko tulee tiivistää rakenteen yläpintaan tiiviiksi esim. Joints Fire Acryl Pro+ paloakryylillä.

Rakenne poikkeaa ETA-hyväksynnästä.

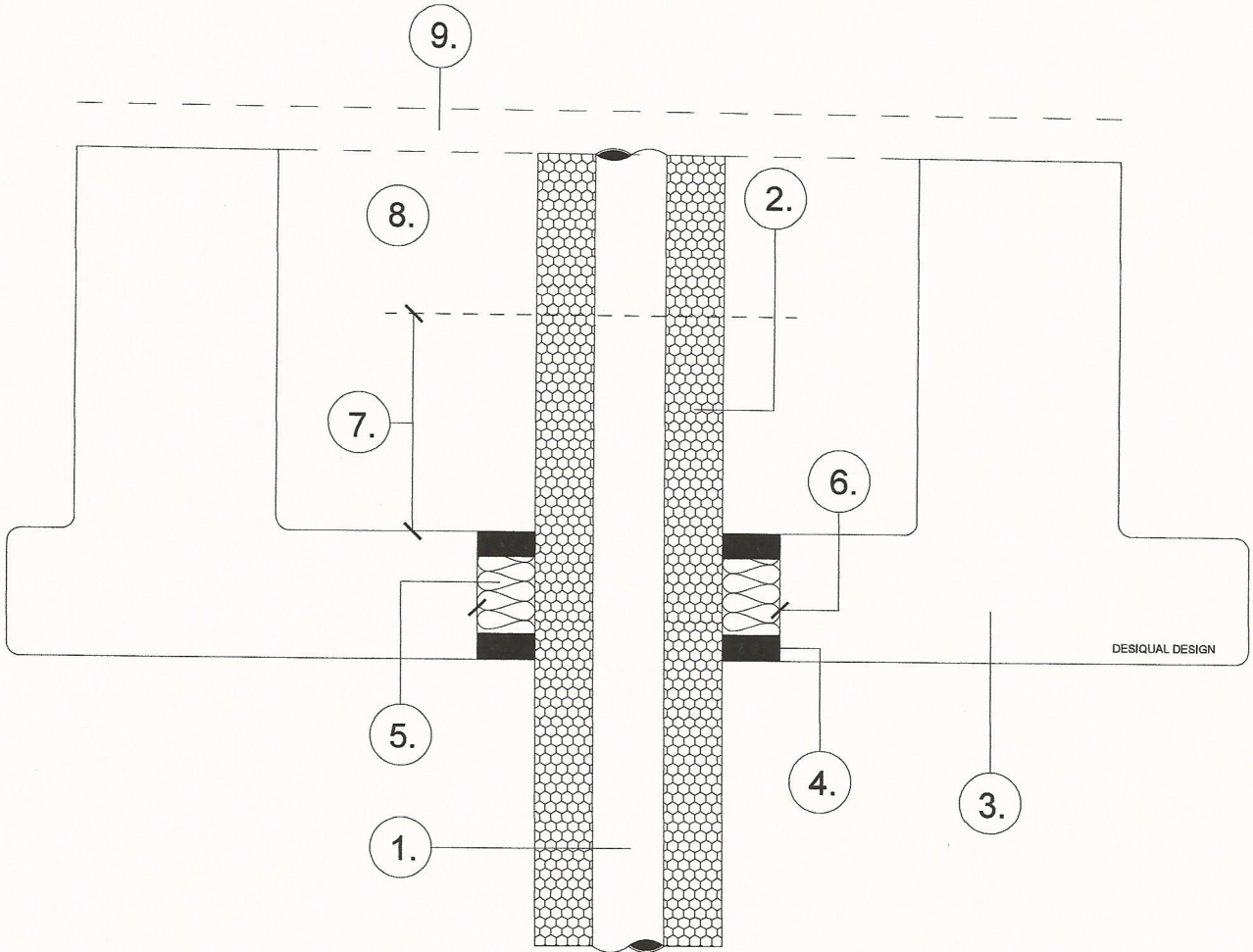
Asennuskuva ei mittakaavassa.

SISÄLTÖ

KUPARI- JA METALLIPUTKEN PALOKATKO -  
ALALAATTAPALKISTO

PKO60

JOINTS OY - WWW.JOINTS.FI  
TEOLLISUUSTIE 6,  
51200 KANGASNIEMI  
P.+358(0)201 980 610  
ASIAKASPALVELU@JOINTS.FI



Paloluokitus: EI 60

1. Metalliputki max. 165 mm.
2. ETA-13/0992 mukainen Armaflex vaahtomuovieriste, syvyys = 13 - 19 mm.
3. Alalaattapalkisto, teräsbetoni.
4. Paloakryylitäyttö, Joints Fire Acryl Pro+, syvyys = 25 mm, ETA-13/0992.
5. Kivivillasullonta, syvyys = 25 mm, 128 kg/m<sup>3</sup>, ETA-13/0992.
6. Max. reikäkoko: putken halkaisija + 60 mm,  
min. reikäkoko: putken halkaisija + 20 mm.
7. Kannakointi: rakenteen molemmin puolin, etäisyys rakenteesta = 350 mm.
8. Palkiston ontelon täyttö mineraalipohjaisella palamattomalla materiaalilla.
9. Palkiston pintarakenne rakennesuunnitelmien mukaisesti. Palokatko tulee tiivistää rakenteen yläpintaan tiiviiksi esim. Joints Fire Acryl Pro+ paloakryylillä.

Rakenne poikkeaa ETA-hyväksynnästä.

Asennuskuva ei mittakaavassa.

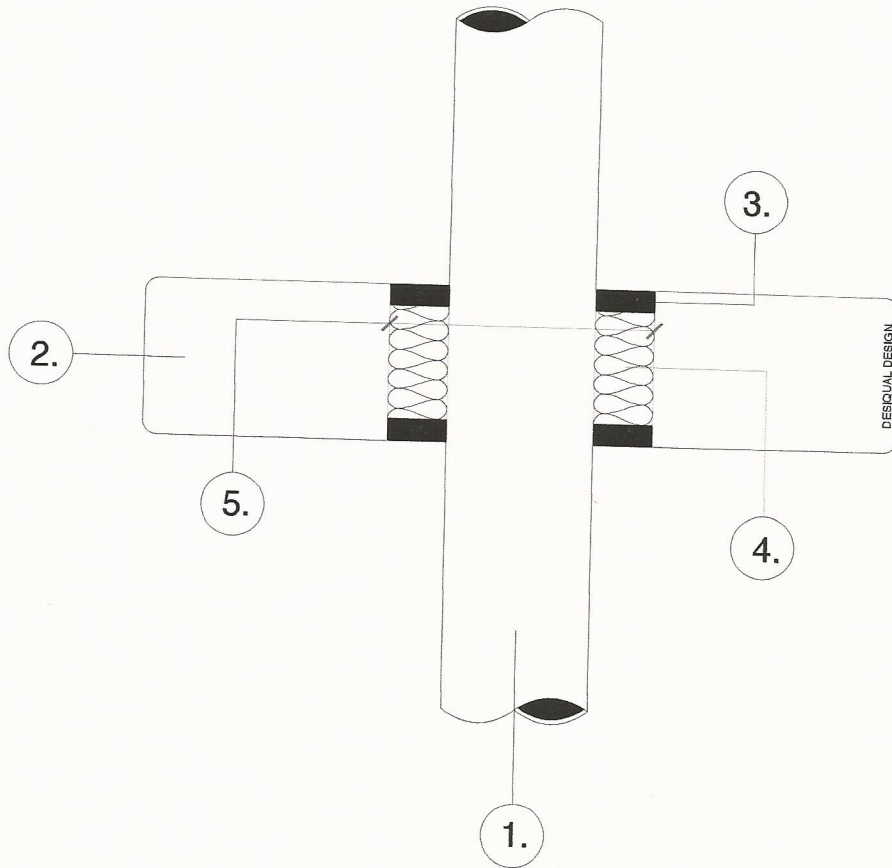


SISÄLTÖ

**LÄMPÖPUTKEN PALOKATKO-  
BETONIVÄLIPOHJA**

**PKO61.1**

JOINTS OY - WWW.JOINTS.FI  
TEOLLISUUSTIE 6,  
51200 KANGASNIEMI  
P. +358(0)201 980 610  
ASIAKASPALVELU@JOINTS.FI



Paloluokitus: EI 240

1. Metalliputki max. 16mm. seinämävahvuus 1.5-7.5mm.
  2. Betonilattia min. 150mm.
  3. Paloakryylitäyttö, Joints Fire Acryl Pro+, syvyys=25mm, lev. min. 34 mm ETA-13/0992.
  4. Kivivillaputkieriste, syvyys=25mm, 140 kg/m<sup>3</sup>.
  5. Min. reikäkoko: putken halkaisija +20mm.  
Max. reikäkoko: putken halkaisija +68mm.
- Palokatkon asennus tuotteiden ETA-hyväksynnän mukaan.

Asennuskuva ei mittakaavassa.

12mm syvyys saumarakenteella ääneneristävyys rakenteessa 62dB. (EN ISO 10140-2:2010).  
Tuote on EC1+ päästöluokiteltu. (G12870B).

## Liite 2 1(18)

## IV-KONEHUONEEN TERÄSRUNGON RAKENNELASKELMAT

## IV konehuoneen teräsrungon mitoitus

## Rakenteellinen järjestelmä

Perustamistapa:	Peruspultit olevien TB-pilareiden päihin
Pääasialliset runkorakenteet:	HEB-profiilit k-k 5m sivuilla ja 6m päädyissä
Katon pääkannattajat:	IPE-profiilit
Rakennusrungon jäykistys:	Rakennus jäykistetään rungon poikkisuunnassa mastopilarein ja rungon pintoosuunnassa mastopilareiden väliin asennettavilla vinositeillä Päätuseinät tuetaan tuulipilareilla perustuksiin ja katon rakenteen välityksellä jäykistäviin vinositeisiin
Yläpohjarakenteet	Lämmöneristetty, teräsohutelvyelementti, sekundäärirakenne teräs-Z orret
Soveltamisohje:	RIL 201-1-2011
Kuormitukset:	
Pysyvät kuormat:	g1=0.3 kN/m <sup>2</sup> Lämpöeristetty katto orsineen g2=0.1 kN/m <sup>2</sup> Ripustuskuorma
Muuttuvat kuormat:	q1=2.5 kN/m <sup>2</sup> Lumikuorma maan pinnalla q2=0.63 kN/m <sup>2</sup> Tuulikuorma maastoluokka II h<10m
Materiaalien lujuusluokat:	
S355	Pilarit ja palkit
S355	Rakenneputket
Laskentamenetelmät	Orret mitoitetaan Ruukin PurCalc mitoitusohjelmalla Rakennuksen runko mitoitetaan MathCad-ohjelmalla sekä Pupax X5 ohjelmalla

## Kuormat

## Pystykuormat

IV konehuoneen pystykuormat muodostuvat yläpohjan ja pääkannattimien omasta painosta, ripustuskuomasta, sekä lumikuomasta. Rakennus sijaitsee Tampereella joten lumikuorman ominaisarvo  $s_k=2.5$  kN/m<sup>2</sup>.

## Tuulikuormat

Tuulikuormat määritellään standardin SFS-EN 1991-1-4: 2005 (5) mukaan soveltaen

## IV-KONEHUONEEN TERÄSRUNGON RAKENNELASKELMAT

RIL 201-1-2011 julkaisua. Tuulikuormat määritellään voimakerroinmenetelmällä

Lähtöarvot

Lumikuorma

$$s_k := 2.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\mu := 0.8$$

$$q_k := \mu \cdot s_k = 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Tuulen paine, maastoluokka II, korkeus 9,8m RIL 201-1-2011

$$q_{p,0,z} := 0.63 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Pitkän sivun voimakerroin  $c_{f1}$

$$d_1 := 6.3 \cdot \text{m}$$

$$b_1 := 10.63 \text{m}$$

$$h := 9.8 \cdot \text{m}$$

$$\frac{d_1}{b_1} = 0.593$$

$$\lambda_1 := 2 \cdot \frac{h}{b_1} = 1.844$$

$$c_{f1} := 1.5$$

Lyhyen sivun voimakerroin  $c_{f2}$

$$d_2 := 10.63 \cdot \text{m}$$

$$b_2 := 6.3 \cdot \text{m}$$

$$\frac{d_2}{b_2} = 1.687$$

$$\lambda_2 := 2 \cdot \frac{h}{b_2} = 3.111$$

$$c_{f2} := 1.2$$

Rakennuksen pitkän sivun kokonaistuulikuorma

$$c_{scd} := 1$$

$$A_{ref1} := 44.9 \text{m}^2$$

## IV-KONEHUONEEN TERÄSRUNGON RAKENNELASKELMAT

$$F_{w,1} := c_{scd} \cdot c_{f,1} \cdot q_{p,0,z} \cdot A_{ref,1} = 42.431 \text{ kN}$$

Rakennuksen päädyn kokonaistuulikuorma

$$A_{ref,2} := 20.9 \cdot m^2 \quad A_{ref,3} := 0$$

$$F_{w,2} := c_{scd} \cdot c_{f,2} \cdot q_{p,0,z} \cdot A_{ref,2} = 15.8 \text{ kN}$$

$$F_{fr} := 0.02 \cdot q_{p,0,z} \cdot A_{ref,3} = 0 \quad \text{tuulen kitkavoima}$$

Vaakakuormat

IV konehuoneen rungon vaakakuormat koostuvat tuulikuomasta, kitkavoimasta ja epätarkkuuksista

$$\phi_0 := \frac{1}{200}$$

vinouden perusarvo

$$\alpha_h := \left( \frac{2}{\sqrt{9.8}} \right) = 0.639$$

rakennuksen korkeudesta johtuva kerroin

$$m_1 := 2$$

$$\alpha_m := \sqrt{0.5 \cdot \left( 1 + \frac{1}{m_1} \right)} = 0.866$$

kehään kuuluvien peräkkäisten pilareiden vaikutuksen kerroin

$$\phi := \phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 2.766 \times 10^{-3}$$

muutettu vinouden perusarvo

Rakennetarkastelussa epätarkkuudet otetaan huomioon asettamalla nurkkiin ekvivalentit vaakavoimat  $Heq$  jotka ovat epätarkkuuden ja sauvojen normaalivoimien kanssa suoraan verrannollisia.

Mikäli ehto:  $\alpha_{cr} > 10$

täytyy, toisen kertaluvun vaikutuksia ei tarvitse ottaa huomioon

Mastopilarin mitoitus

Kuomitusyhdistelmä 3 on mitoittava

## IV-KONEHUONEEN TERÄSRUNGON RAKENNELASKELMAT

KY3

$$s_w := 5 \cdot \text{m}$$

kehäjako

$$B := 6.3 \text{m}$$

rungon leveys

$$H_w := 4.21 \cdot \text{m}$$

rakennuksen osan korkeus

$$L_w := 3.86 \cdot \text{m}$$

pilarin korkeus

Yläpohjan kuormat

$$g_{k.1} := 0.3 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

yläpohja yleensä

$$g_{k.2} := 0.1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

ripustuskuorma

Lumikuorma

$$q_{k.1} := 2.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

lumikuorma

Tuulikuorma

$$q_{p.z.e} := 0.63 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

tuulikuorma

$$c_{scd} = 1$$

kerroin tuulesta kun korkeus &lt; 15m

$$c_{fd} = 1.5$$

tuulen voimakerroin

$$N_{0.Ed.3} := [1.15 \cdot (g_{k.1} + g_{k.2}) + 1.5 \cdot 0.7 \cdot q_{k.1}] \cdot s \cdot \frac{B}{2} = 40.32 \cdot \text{kN}$$

$$q_{w.d} := 1.5 \cdot c_{scd} \cdot c_{fd} \cdot q_{p.z.e} \cdot s = 7.088 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$F_{w.d} := q_{w.d} \cdot (H - L) = 2.481 \cdot \text{kN}$$

## IV-KONEHUONEEN TERÄSRUNGON RAKENNELASKELMAT

$$F_{fr} = 0$$

$$V_{E,d} := \frac{5 \cdot q_{w,d} \cdot L}{8} = 17.099 \cdot \text{kN}$$

Ekvivalentit vaakavoimat

$$H_{E,d} := q_{w,d} \cdot L = 27.358 \cdot \text{kN}$$

$$V_{E,d} = 17.099 \cdot \text{kN}$$

$$0.15 \cdot V_{E,d} = 2.565 \cdot \text{kN}$$

$$H_{E,d} < 0.15 V_{E,d} = 0 \quad \text{eli epätarkkuuksia ei tarvitse ottaa huomioon}$$

Toisen kertaluvun vaikutus

$$I_y := 2492 \cdot \text{cm}^4$$

$$E := 210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$H_{E,q} := \phi \cdot N_{0,Ed,3} = 0.112 \cdot \text{kN}$$

$$\delta_{HEd} := \frac{(H_{E,q} \cdot H^3)}{3 \cdot E \cdot I_y} = 0.53 \cdot \text{mm}$$

$$\alpha_{cr} := \left( \frac{H_{E,q}}{V_{E,d}} \right) \cdot \frac{H}{\delta_{HEd}} = 51.804$$

$$\alpha_{cr} > 10 = 1$$

toisen kertaluvun vaikutusta ei myöskään tarvitse ottaa huomioon

$$M_{y,0,Ed,3} := \frac{5 \cdot q_{w,d} \cdot L^2}{16} + \frac{F_{w,d} \cdot L}{2} + \frac{F_{fr}}{2} + \frac{H_{E,q} \cdot L}{2} = 38.003 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

HE160B poikkileikkausarvot

$$h_3 := 160 \cdot \text{mm}$$

$$b_3 := 160 \cdot \text{mm}$$

$$t_w := 8 \cdot \text{mm}$$

## IV-KONEHUONEEN TERÄSRUNGON RAKENNELASKELMAT

$$t_f := 13 \text{ mm}$$

$$r := 15 \text{ mm}$$

$$A_w := 5430 \text{ mm}^2$$

$$E = 2.1 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$I_y = 2.492 \times 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$I_z := 889 \text{ cm}^4$$

$$I_t := 31.3 \text{ mm}^4$$

$$I_w := 48 \cdot 10^9 \text{ mm}^6$$

$$f_y := 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$G_w := 81000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$W_{\text{ply}} := 354 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

Poikkileikkausluokka

$$\alpha_{\text{eff}} := \sqrt{\frac{235}{355}} = 0.814$$

Laipat

$$C_f := \frac{(b_3 - t_w - 2 \cdot r)}{2} = 61 \text{ mm}$$

$$\frac{C_f}{t_f} < 9 \cdot \alpha = 1 \quad \text{Poikkileikkausluokka 1}$$

Uuman puristus

$$c_w := (h_3 - 2 \cdot t_f - 2 \cdot r) = 104 \text{ mm}$$

$$\frac{c_w}{t_w} < 72 \cdot \alpha = 1 \quad \text{Poikkileikkausluokka 1}$$

## IV-KONEHUONEEN TERÄSRUNGON RAKENNELASKELMAT

Uuman taivutus

$$\frac{c_w}{t_w} < 72 \cdot \epsilon = 1 \quad \text{Poikkileikkausluokka 1}$$

Poikkileikkauksen puristuskestävyys

$$\gamma_{M0} := 1.0$$

$$N_{0.Ed.3} = 40.32 \text{ kN}$$

$$N_{c.Rd} := A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 1927.65 \text{ kN}$$

$$N_{c.Rd} \geq N_{0.Ed.3} = 1 \quad \text{OK käyttöaste 47.8 \%}$$

Poikkileikkauksen taivutuskestävyys

$$M_{c.y.Rd} := W_{ply} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 125.67 \text{ kN.m}$$

$$M_{c.y.Rd} \geq M_{y.0.Ed.3} = 1 \quad \text{OK käyttöaste 30 \%}$$

Poikkileikkauksen leikkauskestävyys

Uuman suuntainen kestävyys

$$\eta := 1.0$$

$$h_w := h_3 - 2 \cdot t_f$$

$$A_{v.0} := \eta \cdot h_w \cdot t_w$$

$$A_{v.1} := A - 2 \cdot b_3 \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

$$A_v := \max(A_{v.0}, A_{v.1}) = 1.764 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

$$V_{plw} := A_v \cdot \frac{\left(\frac{f_y}{\sqrt{3}}\right)}{\gamma_{M0}} = 361.548 \text{ kN}$$

$$V_{plw} \geq V_{E.d} = 1 \quad \text{OK käyttöaste 22 \%}$$



## IV-KONEHUONEEN TERÄSRUNGON RAKENNELASKELMAT

Laipan suuntainen kestävyys

$$V_{plf} := A_w \cdot \frac{\left(\frac{f_y}{\sqrt{3}}\right)}{\gamma_{M0}} = 893.213 \text{ kN}$$

$$V_{plf} \geq V_{E,d} = 1 \quad \text{OK käyttöaste 2 \%}$$

Uuman lommahdus

$$\frac{h_w}{t_w} = 16.75 \quad h_w = 134 \text{ mm}$$

$$72 \cdot \frac{\epsilon}{\eta} = 58.58 \quad t_w = 8 \text{ mm}$$

$$\frac{h_w}{t_w} < 72 \cdot \frac{\epsilon}{\eta} = 1 \quad \text{OK ei lommahdusta}$$

Poikkileikkauksen kestävyys taivutuksessa, leikkauksessa ja normaalivoimaa vastaan

Poikkileikkaus tarkistetaan vain taivutukselle ja normaalivoimalle

Vahvemman akselin plastiseen momenttikestävyyteen ei jouduta tekemään vähennyksiä, jos seuraavat ehdot toteutuvat

$$N_{Ed} < 0.25 \cdot N_{pl}$$

$$N_{Ed} < 0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$N_{Ed} := 38 \text{ kN}$$

$$N_{pl,Rd} := N_{c,Rd} = 1.928 \times 10^3 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} < 0.25 \cdot N_{pl,Rd} = 1 \quad \text{OK}$$

$$N_{Ed} < 0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 1 \quad \text{OK}$$

Vähennyksiä ei tarvitse tehdä

## IV-KONEHUONEEN TERÄSRUNGON RAKENNELASKELMAT

Nurjahduspituudet riippuvat pilarin tuentojen jäykkyyksistä. Konehuoneen poikkisuunnassa perustamistapa oletetaan täysin jäykäksi ja mastopilarin nurjahduskertoimeksi 2.18. Konehuoneen pituus suunnassa pilari on molemmista päistään nivelellinen ja oletetaan että ulkoseinärakenne ei tue pilaria heikommassa suunnassa, jolloin nurjahduskerroin on 1.0.

$$L = 3.86 \text{ m}$$

$$L_{\text{cry}} := 2.18 \cdot L$$

$$L_{\text{crz}} := 1 \cdot L$$

$$\gamma_{M1} := 1.0$$

$$N_{\text{cry}} := \pi^2 \cdot E \cdot \frac{I_y}{L_{\text{cry}}^2} = 729.423 \cdot \text{kN}$$

$$\lambda_y := \sqrt{A \cdot \frac{f_y}{N_{\text{cry}}}} = 1.626$$

$$N_{\text{crz}} := \pi^2 \cdot E \cdot \frac{I_z}{L_{\text{crz}}^2} = 1.237 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

$$\lambda_z := \sqrt{A \cdot \frac{f_y}{N_{\text{crz}}}} = 1.249$$

Nurjahduskestävyys y-y akselin suhteen

nurjahduskäyrä b

$$\alpha := 0.34$$

$$\phi_y := 0.5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda_y - 0.2) + \lambda_y^2] = 2.064$$

$$\chi_y := \frac{1}{(\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2})} = 0.3$$

$$N_{b,y,Rd} := \chi_y \cdot A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 578.004 \cdot \text{kN}$$

$$N_{b,y,Rd} > N_{Ed} = 1 \quad \text{OK käyttöaste 7\%}$$

Nurjahduskestävyys z-z akselin suhteen

## IV-KONEHUONEEN TERÄSRUNGON RAKENNELASKELMAT

nurjahduskäyrä c

$$\alpha_z := 0.49$$

$$\phi_z := 0.5 \cdot [1 + \alpha_z (\lambda_z - 0.2) + \lambda_z^2] = 1.536$$

$$\chi_z := \frac{1}{(\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2})} = 0.411$$

$$N_{b,z,Rd} := \chi_z \cdot A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 792.798 \cdot \text{kN}$$

$$N_{b,z,Rd} > N_{Ed} = 1 \quad \text{Ok käyttöaste 5 \%}$$

Kiepahduskestävyys

$$M_{y,0,Ed,3} = 38.003 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$L_{cr} := L = 3.86 \text{ m}$$

Kriittinen momentti kun kyse on kaksoisymmetrisestä poikkileikkauksesta

Kuorman vaikutuksen oletetaan olevan yläaipalla

$$z_g := \frac{h_3}{2}$$

$$k := 0.5$$

$$C_1 := 2.6 \quad \text{taulukosta}$$

$$C_2 := 0.2$$

$$M_{cr} := C_1 \cdot \left[ \left( \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr}^2} \right) \cdot \left[ \frac{I_w}{I_z} + \frac{L_{cr}^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi \cdot E \cdot I_z} + (C_2 \cdot z_g)^2 \right] - (C_2 \cdot z_g) \right]$$

$$M_{cr} := 2.6 \cdot \left( \frac{\pi^2 \cdot 2.1 \cdot 10^5 \cdot 8.89 \cdot 10^6}{3860^2} \right) \cdot \left[ \frac{48 \cdot 10^9}{8.89 \cdot 10^6} + \frac{3860^2 \cdot 81000 \cdot 0.313 \cdot 10^6}{\pi \cdot 2.1 \cdot 10^5 \cdot 8.89 \cdot 10^6} + (0.2 \cdot 80)^2 \right] - (0.2 \cdot 80) = 8.511 \times 10^8$$

$$M_{cr} := 851.1 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

## IV-KONEHUONEEN TERÄSRUNGON RAKENNELASKELMAT

$$M_{Ed} := M_{y,0.Ed.3} = 38.003 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

Kiepahdus voidaan jättää huomiotta mikäli  $\lambda_{LT} \leq 0.2$

$$\text{tai} \quad \frac{M_{Ed}}{M_{cr}} \leq 0.04 = 0$$

$$\lambda_{LT} := \sqrt{W_{ply} \cdot \frac{f_y}{M_{cr}}} = 0.384$$

$$\lambda_{LT} \leq 0.2 = 0$$

Kiepahdus täytyy ottaa huomioon

Kiepahduskäyrä a

$$\alpha_{LT} := 0.21$$

$$\phi_{LT} := 0.5 \cdot [1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2] = 0.593$$

$$\chi_{LT} := \frac{1}{(\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2})} = 0.957$$

Kiepahduskestävyys

$$M_{b,Rd} := \chi_{LT} \cdot W_{ply} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 120.251 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} < 1 = 1 \quad \text{OK}$$

Päätykehän nurkkapilari

$$s = 5 \text{ m}$$

$$B = 6.3 \text{ m}$$

$$H = 4.21 \text{ m}$$

$$L = 3.86 \text{ m}$$

## IV-KONEHUONEEN TERÄSRUNGON RAKENNELASKELMAT

$$c_{f,2} = 1.2$$

$$m_2 = 3$$

Epätarkkuudet

$$\alpha_{m,1} := \sqrt{0.5 \cdot \left(1 + \frac{1}{m_2}\right)} = 0.816$$

$$\phi_1 := \phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_{m,1}$$

$$N_{0,Ed} := \left[1.15 \cdot (g_{k,1} + g_{k,2}) + 1.5 \cdot 0.7 \cdot q_{k,1}\right] \cdot \frac{s}{2} \cdot \frac{B}{4} = 10.08 \cdot \text{kN}$$

$$q_{w,d,2} := 1.5 \cdot c_{scd} \cdot c_{f,2} \cdot q_{p,z,e} \cdot \frac{s}{2} = 2.835 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$F_{w,d,2} := q_{w,d,2} \cdot (H - L) = 0.992 \cdot \text{kN}$$

Ekvivalentit vaakavoimat

$$H_{Ed} := q_{w,d,2} \cdot L = 10.943 \cdot \text{kN}$$

$$V_{Ed} := 2 \cdot N_{0,Ed} = 20.16 \cdot \text{kN}$$

$$H_{Ed} > 0.15 \cdot V_{Ed} = 1$$

Epätarkkuuksia ei tarvitse ottaa huomioon

Toinen kertaluku

$$H_{Eq} := 0$$

Toisen kertaluvun vaikutusta ei jouduta ottamaan huomioon

Mitoitetaan konehuoneen tuulipilari mitoittavassa KY3 kuormitusyhdistelmässä

$$q_{p,z,e} = 0.63 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$N_{0,Ed,3} := \left[1.15 \cdot (g_{k,1} + g_{k,2}) + 1.5 \cdot 0.7 \cdot q_{k,1}\right] \cdot \frac{s}{2} \cdot \frac{B}{2} = 20.16 \cdot \text{kN}$$

## IV-KONEHUONEEN TERÄSRUNGON RAKENNELASKELMAT

$$q_{w,d.3} := 1.5 \cdot c_{scd} \cdot c_{fe.2} \cdot q_{p,z.e} \cdot \frac{B}{2} = 3.572 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_d := \frac{q_{w,d} \cdot L^2}{8} = 13.2 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_d := \left(\frac{5}{8}\right) \cdot q_{w,d} \cdot L = 17.099 \cdot \text{kN}$$

$$N_{c,Rd} > N_{0Ed.3} = 1$$

$$\frac{M_d}{M_{b,Rd}} < 1 = 1$$

$$M_{c,y,Rd} > M_d = 1$$

$$V_{plw} > V_d = 1$$

$$N_{0Ed.3} < 0.25 N_{pl,Rd} = 1 \quad \text{OK}$$

$$N_{0Ed.3} < 0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 1 \quad \text{OK}$$

$$k_1 := 3120 \cdot \text{mm}$$

$$L_1 := 2667 \cdot \text{mm}$$

$$L_2 := 3456 \cdot \text{mm}$$

$$L_3 := 3518 \cdot \text{mm}$$

$$F_{w,d.10} := \left(\frac{3}{8}\right) \cdot q_{w,d} \cdot k_1 \cdot L_1 = 22.116 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$F_{w,d.11} := \left(\frac{3}{8}\right) \cdot q_{w,d} \cdot k_1 \cdot L_2 = 28.658 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$F_{w,d.12} := \left(\frac{3}{8}\right) \cdot q_{w,d} \cdot k_1 \cdot L_3 = 29.173 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Oletetaan että kaikkien tuulensuuntaisten pintojen kokonaisala on enintään 4 kertaa kaikkien tuulta vastaan kohtisuorien pintojen kokonaisala. Tällöin voidaan tuulesta syntyvän kitkan vaikutukset jättää huomioimatta.

$$q_{f,r,d} := 0$$

Ekvivalentti stabiloiva voima

## IV-KONEHUONEEN TERÄSRUNGON RAKENNELASKELMAT

$m_3 := 2$  tuettavien sauvojen määrä

$$\alpha_{m,3} := \sqrt{0.5 \cdot \left[ 1 + \left( \frac{1}{m_3} \right) \right]} = 0.866$$

$$L_j := 6300 \text{ mm}$$

$$e_0 := \alpha_{m,3} \cdot \frac{L}{500} = 6.686 \text{ mm} \quad \text{alkuepätkätkuus}$$

$k_{fi} := 1.0$  Seuraamusluokka 2

$$F_{d,diag,1} := 1.5 \cdot k_{fi} \cdot \frac{F_{w,2}}{(2 \cdot \cos(58))} = 99.432 \text{ kN}$$

$$F_{d,diag,2} := 1.5 \cdot k_{fi} \cdot \frac{F_{w,1}}{(2 \cdot \cos(64))} = 81.21 \text{ kN}$$

Jäykisteen 1 sauva on 3.2m pitkä ja suurin sauvavoima on 99kN

kokeillaan putkiprofiilia 100x100x4

Poikkileikkausarvot

$$A_{100} := 14.95 \cdot 10^2 \text{ mm}^2$$

$$W_{pl,100} := 53.3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$L_{diag,1} := 3200 \text{ mm}$$

$$I := 226.4 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

Päädyn jäykistys

Oletetaan diagonaalin nurjahduspituudeksi 0.9\*solmuväli 3.2m

$$L_{cr,100,1} := 0.9 \cdot L_{diag,1} = 2.88 \text{ m}$$

$$N_{cry,diag,1} := \pi^2 \cdot E \cdot \frac{I}{L_{cr,100,1}^2} = 565.732 \text{ kN}$$

$$\lambda_{100,1} := \sqrt{A_{100} \cdot \frac{f_y}{N_{cry,diag,1}}} = 0.969$$

## IV-KONEHUONEEN TERÄSRUNGON RAKENNELASKELMAT

$$\alpha_{100.1} := 0.49 \quad \text{taulukosta}$$

$$\phi_{100.1} := 0.5 \left[ 1 + 0.49 \cdot (\lambda_{100.1} - 0.2) + \lambda_{100.1}^2 \right] = 1.157$$

$$\chi_{100.1} := \frac{1}{\left( \phi_{100.1} + \sqrt{\phi_{100.1}^2 - \lambda_{100.1}^2} \right)} = 0.558$$

$$N_{b.Rd.100.1} := \chi_{100.1} \cdot A_{100} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 296.347 \cdot \text{kN}$$

$$N_{b.Rd.100.1} > F_{d.diag.1} = 1 \quad \text{OK käyttöaste 34 \%}$$

Seinän pituussuuntaiset jäykisteet

Jäykisteen 2 sauva on 5.02m pitkä ja suurin sauvavoima on 81.21 kN

$$L_{diag.2} := 5.1 \text{m}$$

$$L_{cr.100.2} := 0.9 \cdot L_{diag.2} = 4.59 \text{m}$$

$$N_{cr.diag.2} := \pi^2 \cdot E \cdot \frac{I}{L_{cr.100.2}^2} = 222.726 \cdot \text{kN}$$

$$\lambda_{100.2} := \sqrt{A_{100} \cdot \frac{f_y}{N_{cr.diag.2}}} = 1.544$$

$$\phi_{100.2} := 0.5 \left[ 1 + 0.49 \cdot (\lambda_{100.2} - 0.2) + \lambda_{100.2}^2 \right] = 2.021$$

$$\chi_{100.2} := \frac{1}{\left( \phi_{100.2} + \sqrt{\phi_{100.2}^2 - \lambda_{100.2}^2} \right)} = 0.301$$

$$N_{b.Rd.100.2} := \chi_{100.2} \cdot A_{100} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 159.641 \cdot \text{kN}$$

$$N_{b.Rd.100.2} > F_{d.diag.2} = 1 \quad \text{OK käyttöaste 51 \%}$$

Pulttiliitoksen mitoitus



## IV-KONEHUONEEN TERÄSRUNGON RAKENNELASKELMAT

$$f_{u,b} := 800 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_2 := 0.9$$

$$\gamma_{M2} := 1.25$$

$$f_u := 510 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$b := 100\text{mm} \quad e_1 := 30\text{mm} \quad e_2 := 27\text{mm} \quad t_1 := 10\text{mm}$$

$$A_{\text{ruuvi}} := \pi \cdot s^2 \cdot \text{mm}^2 = 201.062 \cdot \text{mm}^2$$

$$d := 16\text{mm}$$

$$A_s := 0.78 \cdot A_{\text{ruuvi}} = 156.828 \cdot \text{mm}^2$$

$$d_0 := 18\text{mm}$$

$$F_y := 355 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$p_2 := 46\text{mm}$$

$$f_{y,b} := 640 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$F_{v,Rd} := \frac{0.8 \cdot f_{u,b} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = 80.296 \cdot \text{kN}$$

Liitos on 1-leikkeinen ja siinä on 2 ruuvia

$$F_{Rd} := 1.2 \cdot F_{v,Rd} = 160.592 \cdot \text{kN}$$

mitoitusehto

$$F_{Rd} \geq N_{b,Rd} \cdot 100.2 = 1 \quad \text{OK käyttöaste } 63 \%$$

Liitoslevyjen kestävyys

$$\alpha_b := \min\left(\frac{f_{u,b}}{f_u}, \frac{e_1}{3 \cdot d_0}, 1\right) = 0.556$$

$$\alpha_b = 0.556$$

$$k_{11} := \min\left(2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1.7, 2.5\right) = 2.5$$

$$d_t := t_1 \cdot d = 160 \cdot \text{mm}^2$$

## IV-KONEHUONEEN TERÄSRUNGON RAKENNELASKELMAT

$$F_{b,Rd} := \frac{k_{11} \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d_t}{\gamma_{M2}} = 90.667 \cdot \text{kN}$$

$$F_{b,Rd} \leq \frac{1.5 \cdot f_u \cdot d_t}{\gamma_{M2}} = 1 \quad \text{OK} \quad \text{Reunapuristuskestävyys}$$

$$F_{t,Rd} := \frac{k_2 \cdot f_u \cdot b \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = 90.333 \cdot \text{kN} \quad \text{ruuvin vetokestävyuden mitoitusarvo}$$

$$e_1 > 1.2 \cdot d_0 = 1 \quad \text{OK}$$

$$e_2 \geq 1.2 \cdot d_0 = 1 \quad \text{OK}$$

$$p_2 > 2.4 \cdot d_0 = 1$$

$$p_2 \leq \min(14 \cdot t_1, 200\text{mm}) = 1 \quad \text{OK}$$

$$t_p := 10\text{mm}$$

$$d_m := 82 \cdot \text{mm}$$

$$B_{p,Rd} := 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 630.631 \cdot \text{kN} \quad \text{ruuvin kannan ja mutterin lävistymiskestävyys}$$

$$A_{\text{net}} := t_1 \cdot (b - 2 \cdot d_0) = 640 \cdot \text{mm}^2$$

$$N_{pl,Rd,levy} := \frac{t_1 \cdot b \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 355 \cdot \text{kN}$$

$$N_{u,Rd} := \frac{0.9 \cdot A_{\text{net}} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = 235.008 \cdot \text{kN} \quad b = 100 \cdot \text{mm}$$

mitoitusehto

$$N_{pl,Rd,levy} > N_{u,Rd} = 1 \quad \text{Ok käyttöaste 66 \%}$$

Hitsausliitoksen tarkistus

$$l_w := 100\text{mm}$$

## IV-KONEHUONEEN TERÄSRUNGON RAKENNELASKELMAT

$$a := 5\text{mm}$$

$$\beta_w := 0.8$$

$$F_{w,Rd} := 2 \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2} \sqrt{2}} \cdot a \cdot l = 360.624 \text{ kN}$$

$$F_{Ed} := 160 \text{ kN}$$

$$F_{w,Rd} \geq F_{Ed} = 1 \quad \text{OK käyttöaste 44 \%}$$

## IV-KONEHUONEEN TERÄSRUNGON PERUSPULTTIEN MITOITUSRAPORTTI

**Suunnittelija:**

Yritys:  
Osoite:  
Puhelin:  
E-Mail:  
Nimi: Timo Poikonen

**Projekti:**

Nimi: Iv-Kh peruspultit  
Sijainti:  
Yhteyshenkilö:  
Kommentit:  
Suunnittelunormi: EN Eurocodes + NA of Finland  
+ CEN/TS 1992-4:2009  
+ ETA-13/0603(HPKM)

Tämä laskelma koskee yksinomaan Peikon valmistamia tuotteita. Laskelmaa ei voi käyttää vahvistamaan muiden valmistamien tuotteiden ominaisuuksia, vaikka tuotteet näyttäisivät olevan identtisiä.

## IV-KONEHUONEEN TERÄSRUNGON PERUSPULTTIEN MITOITUSRAPORTTI

## Pilari 1

Huom:

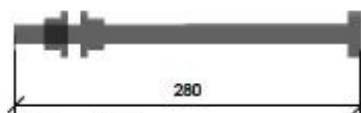
Pilareiden lukumäärä: 1

## Peikko tuotteet

Pultit: 4 x HPM16L

Kokonaismäärät

Tuote	Määrä
HPM16L	4

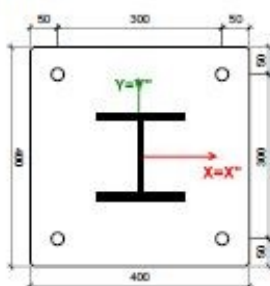
Pienin vaadittu muttereiden kiristysmomentti :  $T_{min} = 120 \text{ Nm}$ Suurin sallittu muttereiden kiristysmomentti :  $T_{max} = 170 \text{ Nm}$ 

Pulttien asennuslevy: PPL16-4 300x300

## Materiaalit ja geometria

Pilari: HEB 160

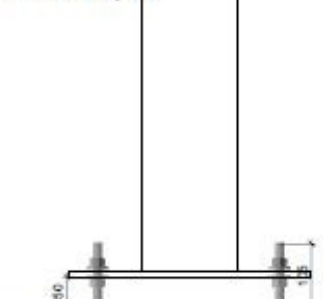
Tasonäkymä



Jälkivalu:

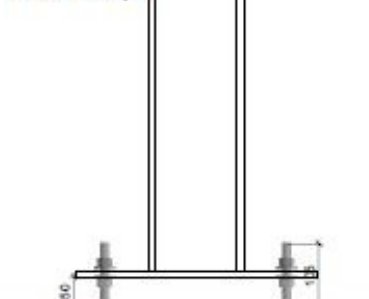
X; Y = profiilin lokaali koordinaatisto  
 X'; Y' = levyn lokaali koordinaatisto

X'-akselinäkymä



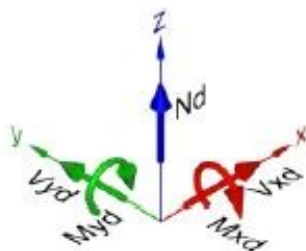
Paksuus: 50 mm

Y'-akselinäkymä

Lujuus C50/60  $f_{cd} = 28,3 \text{ N/mm}^2$ 

## Kuormitustapaukset HUOM: Kuormat ovat määritelty profiilin lokaalissa koordinaatistossa

(Laskenta kuormat)



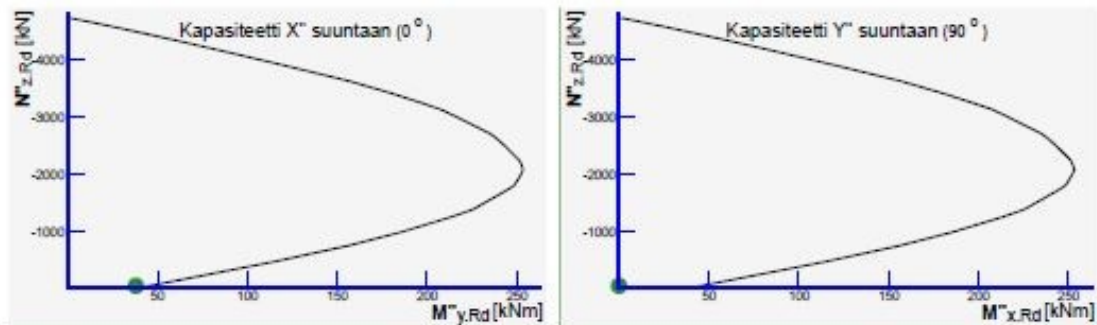
## Lopputilanne

#	Nimi	$N_{ed}$ [kN]	$M_{x,ed}$ [kNm]	$M_{y,ed}$ [kNm]	$V_{x,ed}$ [kN]	$V_{y,ed}$ [kN]
1		-40,0	0,0	38,0	0,0	17,0

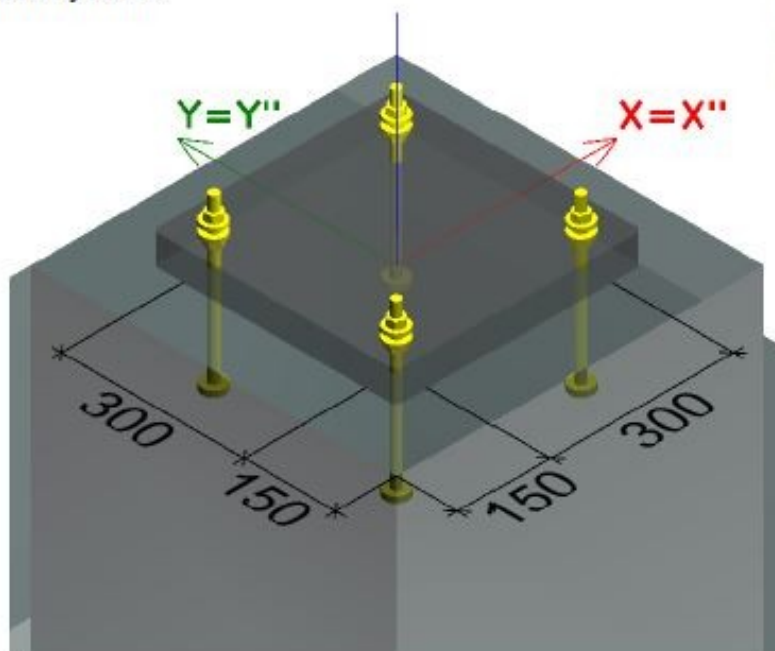
## Asennusaika

#	Nimi	$N_{ed}$ [kN]	$M_{x,ed}$ [kNm]	$M_{y,ed}$ [kNm]	$V_{x,ed}$ [kN]	$V_{y,ed}$ [kN]
2		-7,0	0,0	6,5	0,0	12,0

### Kapasiteettikäyrä



### Kiinnitysalusta



Betoni : C30/37  
Halkeilematon : Ei  
Raekoko : 16

### Ankkuripulttien murtotarkastelut

#### Pultit lopputilanteessa

Kuormitustapaus: #1 :  $N_d = -40,0$ ,  $M_{xd} = 0,0$ ,  $M_{yd} = 38,0$ ,  $V_{xd} = 0,0$ ,  $V_{yd} = 17,0$

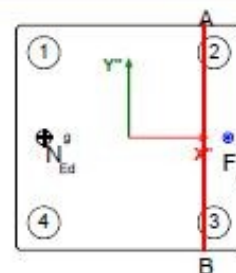
Teräsmurto: Riittävä kapasiteetti

Betonin murto: Riittävä kapasiteetti

#### Teräsmurron tarkastus

Normaaliavoiman laskenta-arvo	$N_{c,Ed}$	-40	kN
Kitkakerroin (peruslevyn ja juotosbetonin välillä)	$C_{fd}$	0,2	
Liitoksen kitkavastus	$F_{t,Rd}$	8	kN
Leikkauvoiman resultantti	$V_{ed}$	17	kN
Leikkauvoiman resultantti huomioiden kitkan osuuden	$V_{ed,f}$	9	kN

Neutraaliakseli koordinaatistossa  $(X^*/Y^*) = A(130,3 / 200,0)$ ;  $B(130,3 / -200,0)$   
 Vedon resultanttivoima koordinaatistossa  $X^*/Y^* = N^*_{ed}(-150,0/0,0)$   
 Puristuksen resultanttivoima (betonissa) koordinaatistossa  $X^*/Y^* = F_{c,ed}(174,9/0,0)$



Pultti Pos.	Vaikuttava aksiaalivoima [kN]	Vetokestävyyden laskenta-arvo [kN]	Aksiaalikapasiteetin käyttöaste [%]	Vaikuttava leikkauvoima [kN]	Leikkaukestävyyden laskenta-arvo [kN]	Leikkauvoiman käyttöaste [%]	Yhteisvaikutus [%]
1	47,9	56,5	84,8	2,25	20,0	11,2	71,8
2	-3,38	56,5	6,0	2,25	20,0	11,2	n/r
3	-3,38	56,5	6,0	2,25	20,0	11,2	n/r
4	47,9	56,5	84,8	2,25	20,0	11,2	71,8

### Betonimurron tarkistukset

Tarkistus	Kuorma [kN]	Kapasiteetti [kN]	Käyttöaste [%]	Tila
<b>Ulosvetomurto</b>	47,9	138,1	35	Ok
<b>Kartiomurto</b>				Ok
<b>Valittu raudoitus kattaa tämän murtotavan:</b>				
1) Perustus (vain betoni)	95,9	68,9	139	
2) Määritetty ripustusraudoitus	47,9	68,4	70	
3) Ristikkomallin vaatimus	5,6	24,6	23,0	
<b>Halkaisumurto</b>				Ok
<b>Määräävä tekijä betonissa:</b>				
1) Perustus (vain betoni)	95,9	170,0	56	
2) Määritetty halkaisuraudoitus    X	0	49,2	n/r	
3) Määritetty halkaisuraudoitus    Y	0	49,2	n/r	
<b>Sivustamurto (tyssän aiheuttama)</b>	0,0	0,0	n/r	Ok
<b>Kampeamismurto</b>	9,0	206,8	4	Ok
<b>Reunamurto</b>				Ok
<b>Valittu raudoitus kattaa tämän murtotavan:</b>				
1) -X (vasen) reuna (pelkkä betoni)	0,0	63,0	14	
2) +X (oikea) reuna (pelkkä betoni)	0,0	63,0	14	
3) +Y (ylä) reuna (pelkkä betoni)	0,0	25,2	36	
4) -Y (ala) reuna (pelkkä betoni)	0,0	0,0	n/r	
5) Määritetty reunaraudoitus (-X)	2,464	18,94	13	
6) Määritetty reunaraudoitus (+X)	2,464	18,94	13	
7) Määritetty reunaraudoitus (+Y)	6,267	18,99	33	
8) Määritetty reunaraudoitus (-Y)	0	0	n/r	
<b>Yhdistetty rasitus</b>		$\beta_N^{2/3} + \beta_V^{2/3} \leq 1$	78	Ok

Vetokuormitus (CEN/TS 1992-4-2:2009, Luku 6.2 ja ETA)

### Suunnittelu-arvot

Ulosvetomurto	Concrete cone Failure	Splitting Failure	Paikallinen tyssätapin aiheuttama sivustamurto
$N_{Rd,p}$ 207,1 [kN]	$h'_{ef}$ 100,0 [mm]	$h'_{ef}$ 100,0 [mm]	$h_{ef}$ n/a [mm]
$A_{th}$ 933,1 [mm <sup>2</sup> ]	$h_{ef}$ 165,0 [mm]	$h_{ef}$ 165,0 [mm]	$f_{ck,cube}$ 37,0 [N/mm <sup>2</sup> ]
$\Psi_{Ucr,N}$ 1,0	$f_{ck,cube}$ 37,0 [N/mm <sup>2</sup> ]	$h$ 600,0 [mm]	$S_1$ n/a [mm]
$\gamma_{M,p}$ 1,50	$k_{cr}$ 8,5	$S_{cr,sp}$ 300,0 [mm]	$c_1$ n/a [mm]
$N_{Rd,p}$ 138,1 [kN]	$s'_{cr,N}$ 300,0 [mm]	$C_{cr,sp}$ 150,0 [mm]	

NhEd	47,9 [kN]	$c'_{\alpha,N}$	150,0 [mm]	$A_{0c,sp}$	90000 [mm <sup>2</sup> ]	$A_h$	n/a [mm <sup>2</sup> ]
		$S_{min,N}$	300,0 [mm]	$A_{c,sp}$	180000 [mm <sup>2</sup> ]	$n$	n/a
		$C_{min,N}$	150,0 [mm]	$\Psi_{ec,sp}$	1,00	$A_{0c,Nb}$	n/a [mm <sup>2</sup> ]
		$A_{0c,N}$	90000 [mm <sup>2</sup> ]	$e_N$	0,00	$A_{c,Nb}$	n/a [mm <sup>2</sup> ]
		$A_{c,N}$	180000 [mm <sup>2</sup> ]	$\Psi_{re,sp}$	1,00	$\Psi_{s,Nb}$	n/a
		$\Psi_{ec,N}$	1,00	$\Psi_{s,sp}$	0,88	$\Psi_{ec,Nb}$	n/a
		$e_N$	0,00	$\Psi_{h,sp}$	1,32	$\Psi_{g,Nb}$	n/a
		$N_{ORk,c}$	51,70 [kN]	$N_{ORk,c}$	51,70 [kN]	$\Psi_{uct,N}$	n/a
		$Y_{M,c}$	1,50	$Y_{M,sp}$	1,50	$N_{Ork,cb}$	n/a [kN]
		$N_{Rd,c}$	68,9 [kN]	$N_{Rd,sp}$	170,0 [kN]	$Y_{M,c}$	1,50
		$N_{GE,d}$	95,9 [kN]	$N_{GE,d}$	95,9 [kN]	$N_{Rd,cb}$	n/a [kN]
						$N_{GE,d}$	n/a [kN]

Leikkauskuormitus (CEN/TS 1992-4-2:2009, Luku 6.3 ja ETA)

## Suunnittelu-arvot

Concrete pryout Failure		Concrete edge Failure	
$A_{c,N}$	360000 [mm <sup>2</sup> ]	$l_f$	128,0 [mm]
$A_{0c,N}$	90000 [mm <sup>2</sup> ]	$c_1$	333,3 [mm]
$c'_{\alpha,N}$	150,0 [mm]	$A_{c,V}$	0 [mm <sup>2</sup> ]
$S'_{\alpha,N}$	300,0 [mm]	$A_{0c,V}$	500000 [mm <sup>2</sup> ]
$h'_{ef,N}$	100,0 [mm]	$\Psi_{s,V}$	0,79
$h_{ef}$	[mm]	$\Psi_{h,V}$	1,00
$k_s$	1,5	$\Psi_{s,V}$	1,00
$N_{ORk,c}$	51,70 [kN]	$\Psi_{ec,V}$	1,00
$Y_{M,c,p}$	1,50	$\Psi_{re,V}$	1,00
$V_{Rd,cp}$	206,8 [kN]	$V_{ORk,c}$	91,8 [kN]
$V_{S,d}$	9,0 [kN]	$Y_{M,c}$	1,50
		$V_{Rd,c}$	25,2 [kN]
		$V_{GE,d}$	9,0 [kN]

Lyhenteiden selitys:

n/r - Murtotavan tarkistusta ei vaadita

n/a - Ei soveltuva murtotapa

(-) - Rakenteella ei ole kykyä vastustaa tätä murtotapaa.

## Pultit asennusaikana

Kuormitustapaus: #1 : Nd=-7,0, Mxd=0,0, Myd=6,5, Vxd=0,0, Vyd=12,0

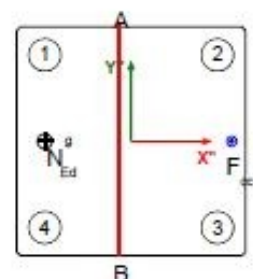
Teräsmurto: Riittävä kapasiteetti

Betonin murto: Riittävä kapasiteetti

## Teräsmurron tarkastus

Normaalivoiman laskenta-arvo	$N_{c,Ed}$	-7	kN
Kitkakerroin (peruslevyn ja juotosbetonin välillä)	$C_{kt}$	0	
Liitoksen kitkavastus	$F_{t,Rd}$	0	kN
Leikkausvoiman resultantti	$V_{sd}$	12	kN
Leikkausvoiman resultantti huomioiden kitkan osuuden	$V_{sd,f}$	12	kN

Neutraaliakseli koordinaatistossa (X''Y'') = A(-24,0 / 200,0); B(-24,0 / -200,0)

Vedon resultanttivoima koordinaatistossa X''Y'' = N<sup>g</sup><sub>Ed</sub>(-150,0/0,0)



Pultti Pos.	Vaikuttava aksiaalivoima [kN]	Vetokestävyyden laskentiarvo [kN]	Aksiaalikapasiteetin käyttöaste [%]	Vaikuttava leikkausvoima [kN]	Leikkauskestävyyden laskentiarvo [kN]	Leikkausvoiman käyttöaste [%]	Yhteisvaikutus [%]
1	9,08	56,5	16,1	3,00	4,92	60,9	77,0
2	-12,5	56,5	22,2	3,00	4,92	60,9	83,1
3	-12,5	56,5	22,2	3,00	4,92	60,9	83,1
4	9,08	56,5	16,1	3,00	4,92	60,9	77,0

## Betonimurron tarkistukset

Tarkistus	Kuorma [kN]	Kapasiteetti [kN]	Käyttöaste [%]	Tila
<b>Ulosvetomurto</b>	9,1	138,1	7	Ok
<b>Kartiomurto</b>				Ok
<b>Valittu raudoitus kattaa tämän murtotavan:</b>				
1) Perustus (vain betoni)	18,2	68,9	26	
2) Määritetty ripustusraudoitus	9,1	68,4	13	
3) Ristikkomallin vaatimus	5,6	24,8	23,0	
<b>Halkaisumurto</b>				Ok
<b>Määrävä tekijä betonissa:</b>				
1) Perustus (vain betoni)	18,2	170,0	11	
2) Määritetty halkaisuraudoitus    X	0	49,2	n/r	
3) Määritetty halkaisuraudoitus    Y	0	49,2	n/r	
<b>Sivustamurto (tyssän aiheuttama)</b>	0,0	0,0	n/r	Ok
<b>Kampeamismurto</b>	12,0	208,8	6	Ok
<b>Reunamurto</b>				Ok
<b>Valittu raudoitus kattaa tämän murtotavan:</b>				
1) -X (vasen) reuna (pelkkä betoni)	12,0	63,0	19	
2) +X (oikea) reuna (pelkkä betoni)	12,0	63,0	19	
3) +Y (ylä) reuna (pelkkä betoni)	12,0	25,2	48	
4) -Y (ala) reuna (pelkkä betoni)	0,0	0,0	n/r	
5) Määritetty reunaraudoitus (-X)	3,286	18,94	17	
6) Määritetty reunaraudoitus (+X)	3,286	18,94	17	
7) Määritetty reunaraudoitus (+Y)	8,356	18,99	44	
8) Määritetty reunaraudoitus (-Y)	0	0	n/r	
<b>Yhdistetty rasitus</b>	$\beta_N^{2/3} + \beta_V^{2/3} \leq 1$		35	Ok

Vetokuormitus (CEN/TS 1992-4-2:2009, Luku 6.2 ja ETA)

## Suunnitteluarvot

Ulosvetomurto	Concrete cone Failure	Splitting Failure	Paikallinen tyssätapin aiheuttama sivustamurto
$N_{Rk,p}$ 207,1 [kN]	$h'_{ef}$ 100,0 [mm]	$h'_{ef}$ 100,0 [mm]	$h_{ef}$ n/a [mm]
$A_h$ 933,1 [mm <sup>2</sup> ]	$h_{ef}$ 165,0 [mm]	$h_{ef}$ 165,0 [mm]	$f_{ck,cube}$ 37,0 [N/mm <sup>2</sup> ]
$\Psi_{ucr,N}$ 1,0	$f_{ck,cube}$ 37,0 [N/mm <sup>2</sup> ]	$h$ 600,0 [mm]	$S_1$ n/a [mm]
$Y_{M,p}$ 1,50	$k_{cr}$ 8,5	$S_{cr,sp}$ 300,0 [mm]	$c_1$ n/a [mm]
$N_{Rd,p}$ 138,1 [kN]	$s'_{cr,N}$ 300,0 [mm]	$C_{cr,sp}$ 150,0 [mm]	$A_h$ n/a [mm <sup>2</sup> ]
$N_{Hed}$ 9,1 [kN]	$c'_{cr,N}$ 150,0 [mm]	$A_{Dc,sp}$ 90000 [mm <sup>2</sup> ]	$n$ n/a
	$S_{min,N}$ 300,0 [mm]	$A_{c,sp}$ 180000 [mm <sup>2</sup> ]	$A_{Dc,Nb}$ n/a [mm <sup>2</sup> ]
	$C_{min,N}$ 150,0 [mm]	$\Psi_{ec,sp}$ 1,00	$A_{c,Nb}$ n/a [mm <sup>2</sup> ]
	$A_{Dc,N}$ 90000 [mm <sup>2</sup> ]	$e_N$ 0,00	$\Psi_{s,Nb}$ n/a
	$A_{c,N}$ 180000 [mm <sup>2</sup> ]	$\Psi_{re,sp}$ 1,00	$\Psi_{s,Nb}$ n/a
	$\Psi_{ec,N}$ 1,00	$\Psi_{s,sp}$ 0,88	$\Psi_{ec,Nb}$ n/a
	$e_N$ 0,00	$\Psi_{h,sp}$ 1,32	$\Psi_{g,Nb}$ n/a
	$N_{ORk,c}$ 51,70 [kN]	$N_{ORk,c}$ 51,70 [kN]	$\Psi_{ucr,N}$ n/a
	$Y_{M,c}$ 1,50	$Y_{M,sp}$ 1,50	$N_{Ork,cb}$ n/a [kN]
	$N_{Rd,c}$ 68,9 [kN]	$N_{Rd,sp}$ 170,0 [kN]	$Y_{M,c}$ 1,50

$N_{G,E,d}$	18,2 [kN]	$N_{G,E,d}$	18,2 [kN]	$N_{Rd,cb}$	n/a [kN]
				$N_{G,E,d}$	n/a [kN]

Leikkauskuormitus (CEN/TS 1992-4-2:2009, Luku 6.3 ja ETA)

### Suunnitteluarvot

Concrete pryout Failure		Concrete edge Failure	
$A_{c,N}$	360000 [mm <sup>2</sup> ]	$l_f$	128,0 [mm]
$A_{0c,N}$	90000 [mm <sup>2</sup> ]	$c_1$	333,3 [mm]
$c'_{cr,N}$	150,0 [mm]	$A_{c,V}$	0 [mm <sup>2</sup> ]
$s'_{cr,N}$	300,0 [mm]	$A_{0c,V}$	500000 [mm <sup>2</sup> ]
$h'_{ef,N}$	100,0 [mm]	$\Psi_{s,V}$	0,79
$h_{ef}$	[mm]	$\Psi_{h,V}$	1,00
$k_s$	1,5	$\Psi_{a,V}$	1,00
$N_{0k,c}$	51,70 [kN]	$\Psi_{ec,V}$	1,00
$\gamma_{m,c,p}$	1,50	$\Psi_{re,V}$	1,00
$V_{Rd,ep}$	206,8 [kN]	$V_{0Rk,c}$	91,6 [kN]
$V_{S,d}$	12,0 [kN]	$\gamma_{m,c}$	1,50
		$V_{Rd,c}$	25,2 [kN]
		$V_{GEd}$	12,0 [kN]

Lyhenteiden selitys:

*n/r* - Murtotavan tarkistusta ei vaadita

*n/a* - Ei soveltuva murtotapa

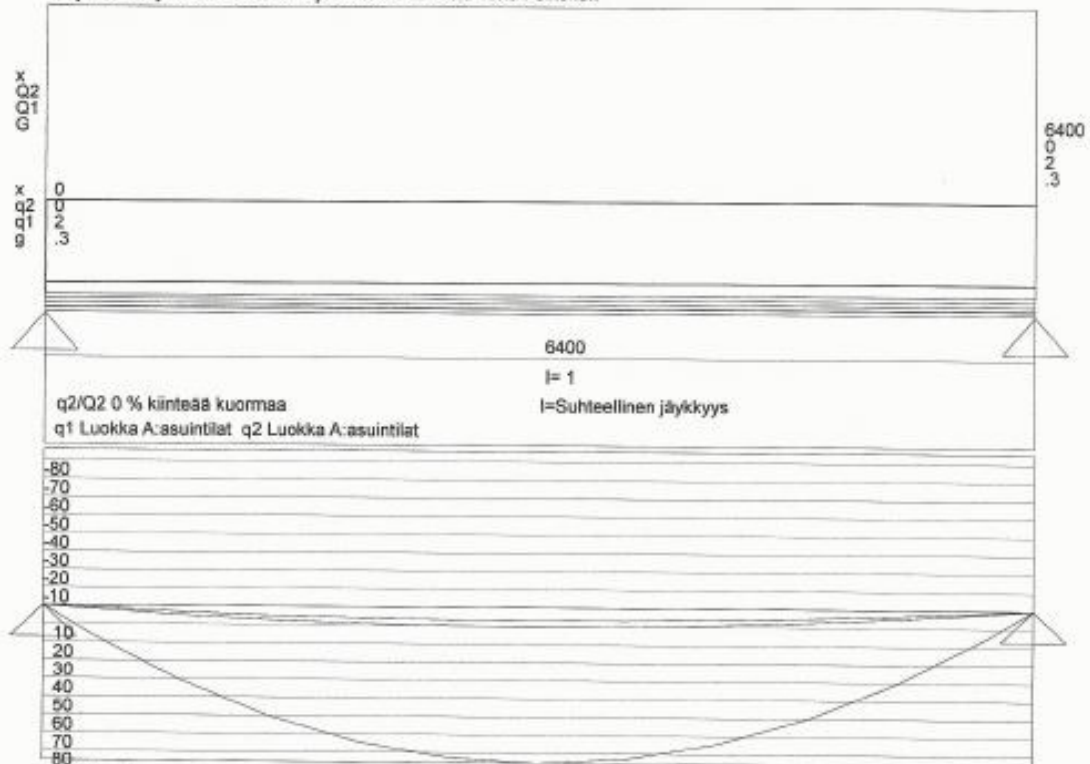
(-) - Rakenteella ei ole kykyä vastustaa tätä murtotapaa.

Palkin tunnus:

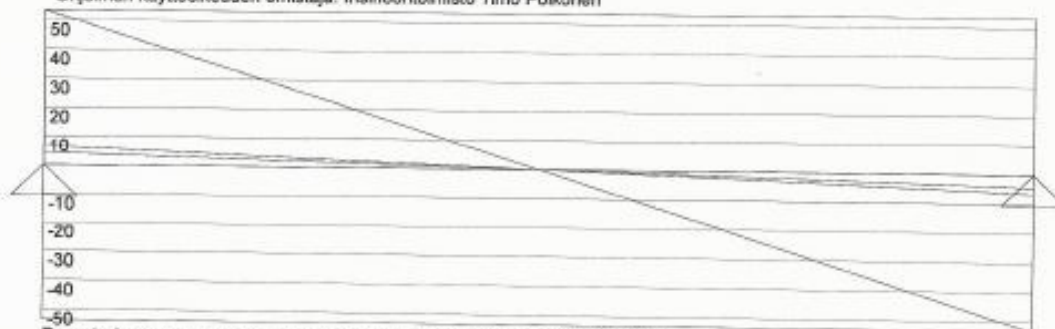
Pvm 03-06-2017

PupaX5 v.1.10 Laskennan suoritti:

Ohjelman käyttöoikeuden omistaja: Insinööri Timo Poikonen



Ohjelman käyttöoikeuden omistaja: Insinööri Timo Poikonen



Pysyvän kuorman osavarm kerr= 1.15 Muuttuvan kuorman osavarm kerr= 1.5  
 Kuormitusleveys 5 [m], jolla yllä esitetyt jatkuvat kuormat on laskennassa kerrottu.  
 Max tukivoimat [kN] 53,509 53,520  
 Min tukivoimat [kN] 4,319 4,320  
 IPE 300 G= 42,2 h= 300 b= 150 tf= 10,7 tw= 7,1 r= 15 (PL=1/1) fy=355 Mitotusnormi: Eurokoodi 3  
 $I_y(\text{cm}^4)=8360$   $W_{el}(\text{cm}^3)=557$   $I_z(\text{cm}^4)= 604$   $I_t(\text{cm}^4)= 20,12$   $I_w(\text{cm}^6)= 125934$   
 Mmii/taiv kestävyys [kNm] 85,632 222,940 38 %  
 Vmii/leikk kestävyys [kN] 53,509 523,161 10 %  
 Varmista aina valitsemasi profiilin saatavuus!

Taipumat Winst/Wfin (mm) / prosenttia annetuista raja-arvoista (Sall taip L/300)  
 14,4 (67%)  
 Kuomayhdistelmän "tavallinen" max taipumat  
 8,1 (38%)

## IV-KONEHUONEEN SEKUNDÄÄRIORSIEN MITOITUSRAPORTTI

**RUUKKI**

Insinööri toimisto Timo Poikonen, TP

Purcalc

(Ver 2.28.0.0)

Sivu 1

TulostusPVM 3.6.2017

RAKENTEEN LUJUUSLASKELMAT

Klo 18:01:11

Tiedostonimi:

C:\RUUKKI\PurCalc\WorkDir\TAKRIKO katto orret.rsi

Mitoitusnormi: SFS-EN 1993-1-3:2006+AC:2009, Suomen NA/NAD

## \*\*\* RAKENTEEN YLEISTIEDOT \*\*\*

## Rakenteen tiedot

Varmuusluokka:	RC2
Käyttörajatilan yhdistelytyyppi:	Harvinainen yhdistely
Käytettävä rakenne:	Katto-orsi
Taipumaraja:	L/200
Katon kaltevuus:	14.0°
Laippojen tuenta:	Ylälaipan sivusiirtymä estetty
Profiili:	LP-Z250
- materiaali:	Kuumasinkitty rakenneteräs
- lujuus	350 N/mm <sup>2</sup>
- kimmokerroin	210000 N/mm <sup>2</sup>
- orsijako	1500 mm

## Tuet ja jatkokset

Tuki	Tukileveys [mm]	Paksuus [mm]	Jatkostyyppi	Orsituki
A	80	5	Reunatuki	2 reikää
B	80	5	Jatkuva, sama profiili	2 reikää
C	80	5	Reunatuki	2 reikää

Vasen reunatuki: Kiertyvä tuki  
 Oikea reunatuki: Kiertyvä tuki

## Ylälaipan tuenta

Profiilin ylälaippa tukeutuu levyyn	
Sandwich-paneeli:	SPC170/210PU
- kimmokerroin	210000 N/mm <sup>2</sup>
- hitausmomentti	7506461 mm <sup>4</sup> /m
- kiinnitys ruuvien lukumäärä	1 kpl
- suhteellinen sijainti uumaan nähden	50 %

## Valitut profiilit

## LP-Z250

N:o	Paksuus [mm]	Pituus [mm]	Paino [kg/kpl]
1	2.50	10100	84.38

Rakenteen kokonaispaino: 5.57 kg/m<sup>2</sup>

- Valitut profiilit täyttävät mitoitus ehdot. Suurin käyttöaste: 93.3 %  
 - Valitut liittimet täyttävät mitoitus ehdot. Suurin käyttöaste: 50.8 %

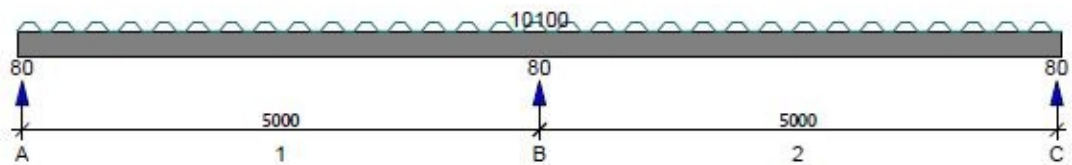
## IV-KONEHUONEEN SEKUNDÄÄRIORSIEN MITOITUSRAPORTTI

**RUUKKI**  
Insinööritoimisto Timo Poikonen, TP

Purcalc  
RAKENTEEN LUJUUSLASKELMAT

(Ver 2.28.0.0)  
Sivu 2  
TulostusPVM 3.6.2017  
Klo 18:01:11

## Rakennemalli



## \*\*\* KUORMATIEDOT \*\*\*

## Pysyvät kuormat

Rakenteen paino ilman orsia

0.15 kN/m<sup>2</sup>

## Lumikuormat

Peruslumikuorma maassa

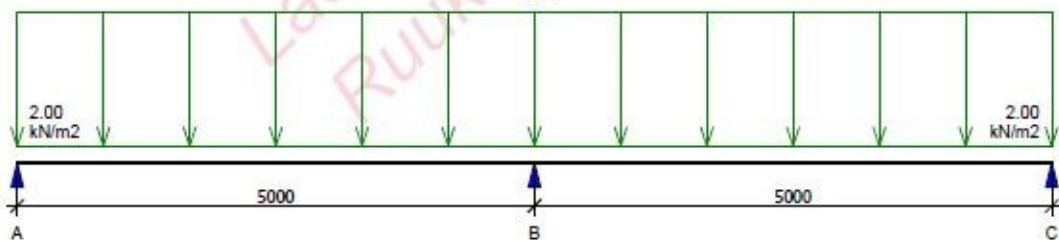
2.50 kN/m<sup>2</sup>

Liikkuvuus

100.00 %

Tapaus: 1

- Muotokertoimet

 $\mu = 0.80/0.80$   
10000

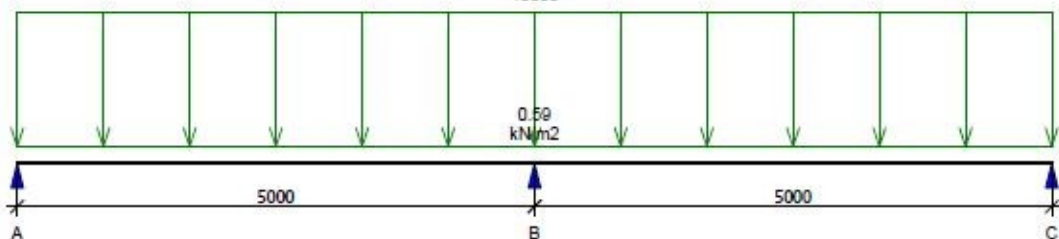
## Tuulikuormat

Tuulikuorman perusarvo

0.84 kN/m<sup>2</sup>

Tapaus: 1

- Paine kertoimet

 $\mu = 0.70$   
10000

## IV-KONEHUONEEN SEKUNDÄÄRIORSIEN MITOITUSRAPORTTI



Insinööri Timo Poikonen, TP

Purcalc

(Ver 2.28.0.0)

Sivu 3

TulostusPVM 3.6.2017

Klo 18:01:11

## RAKENTEEN LUJUUSLASKELMAT

Hyötykuormat - ei kuormia

## Kuormaosavarmuuskertoimet:

	Murtorajatila			Maks	Käyttörajatila	
	Maks	Min	Yhd. ker		Min	Yhd. ker
Pysyvät kuormat:	1.15	0.90		1.00	1.00	
Lumikuormat:	1.50	0.00	0.70	1.00	0.00	0.70
Tuulikuormat:	1.50	0.00	0.60	1.00	0.00	0.60
Hyötykuormat:	1.50	0.00	0.70	1.00	0.00	0.70

## \*\*\* KESTÄVYYSLASKENNAN TULOKSET \*\*\*

## Käyttöasteet profiileittain

LP-Z250

Profiili No	Paksuus [mm]	Kenttä [%]	Tuki [%]	Taipuma [%]
1	2.50	46.1	93.3	38.0

Suurin käyttöaste: 93.3 %  
Mitoittava tapaus: Interaktio tuella (murtotilan jännitys) M+N

## Käyttöasteet jänteittäin

LP-Z250

Jänne/Tuki	M [%]	R/V [%]	N [%]	Interaktio [%]	Taipuma [%]
A	0.0	15.7 V		0.6 M+V	
1	46.5 (2003)			46.1 M+N (2003)	38.0 (2500)
B	65.5	23.2 V		93.3 M+N u	
2	46.5 (2997)			46.1 M+N (2997)	38.0 (2500)
C	0.0	15.7 V		0.6 M+V	

(Suluissa mitoittavan kohdan sijainti jänteen vasemmasta päästä)

Suurin käyttöaste: 93.3 %  
Mitoittava tapaus: Interaktio tuella (murtotilan jännitys) M+N

## Mitoitussuureet jänteittäin

Jänne/Tuki	Momentti [kNm]		Piste/Leikkaus [kN]		Normaalivoima [kN]		Taipuma [mm]	
	Msd	Mc,rd	F/Vsd	R/Vw,rd	Nsd	Nrd	f	f,sall.
A	0.00	25.93	11.33	71.97 V				
1	12.06	25.93			0.0	366.5	-9.5	25.0
B	-16.78	25.61	16.72	71.97 V				
2	12.06	25.93			0.0	366.5	-9.5	25.0
C	0.00	25.93	11.33	71.97 V				

## IV-KONEHUONEEN SEKUNDÄÄRIORSIEN MITOITUSRAPORTTI

**RUUKKI**

Insinööritoimisto Timo Poikonen, TP

Purcalc

(Ver 2.28.0.0)

Sivu 4

TulostusPVM 3.6.2017

RAKENTEEN LUJUUSLASKELMAT

Klo 18:01:11

## \*\*\* KIINNIKKEIDEN MITOITUS \*\*\*

## Tuki- ja jatkosruuvit

Orsitukien myötöraja: 355 N/mm<sup>2</sup> S355J2 (355/510)  
 Orsitukien seinämävahvuus: 5 mm  
 Ruuvien materiaali: Karkaistu  
 Ruuvien tyyppi: M16 8.8  
 Valmistaja:  
 Kiinnittimien lukumäärä: 6 kpl/orren pituus

Tuki	Kpl	Käyttöaste [%]	Mitoittava kriteeri
1	2	17.2	Kallistus- ja reunapuristuskestävyys
2	2	50.8	Kallistus- ja reunapuristuskestävyys
3	2	17.2	Kallistus- ja reunapuristuskestävyys

Laskenta pätee vain  
 Ruukin kevytorsille

## IV-KONEHUONEEN VÄLIPOHJAN KANNATINPILAREIDEN RAKENNELASKELMAT

IV - konehuoneen välipohjan kannatinpilari

Pilarin päähän vaikuttava kuorma

$$N_{E,d} := 324 \text{ kN}$$

Poikkileikkausluokka puristetut taso-osat

$$f_y := 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\alpha_{\text{cr}} := \sqrt{\frac{235}{355}} = 0.814$$

$$c_{\text{cr}} := 120 \text{ mm} - 4 \text{ mm} - 4 \text{ mm} = 112 \text{ mm}$$

$$t := 4 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{t} \leq 38 \cdot \alpha_{\text{cr}} = 1 \quad \text{poikkileikkausluokka 2}$$

Pilarin puristuskestävyys

$$f_{\text{cr}} := 5 \text{ mm}$$

$$A_{\text{cr}} := 18.5 \times 10^2 \text{ mm}^2$$

$$I_{\text{cr}} := 636.6 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$W_{\text{cr}} := 100.8 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I := 402.3 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$W_{\text{pl}} := 78.33 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$E := 210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$G := 81000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$



## IV-KONEHUONEEN VÄLIPOHJAN KANNATINPILAREIDEN RAKENNELASKELMAT

$$\gamma_{M0} := 1.0$$

$$N_{c,Rd} := \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 656.75 \cdot \text{kN}$$

$$N_{E,d} < N_{c,Rd} = 1 \quad \text{OK käyttöaste 49 \%}$$

Vaakavoimia ei rakenteeseen synny joten taivutuskestävyyttä ei tarvitse tarkastaa

Pilarin nurjhdustarkastelu

$$L_{\text{cr}} := 3528 \text{mm}$$

nurjhduskäyrä c

$$\alpha := 0.49$$

$$L_{\text{cr}} := \frac{L}{2}$$

$$N_{\text{cr}} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_{\text{cr}}^2} = 2.68 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

$$\lambda := \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{\text{cr}}}} = 0.495$$

$$\phi := 0.5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda - 0.2) + \lambda^2] = 0.695$$

$$\chi := \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 + \lambda^2}} = 0.646$$

$$N_{b,Rd} := \chi \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 424.257 \cdot \text{kN}$$

## IV-KONEHUONEEN VÄLIPOHJAN KANNATINPILAREIDEN RAKENNELASKELMAT

$$N_{b,Rd} > N_{E,d} = 1$$

OK käyttöaste 76 %

$$t_1 := 10\text{mm} \quad b := 150\text{mm}$$

$$f_u := 510 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$d_0 := 16\text{mm}$$

$$\gamma_{M2} := 1.25$$

$$A_{\text{net}} := t_1 \cdot (b - 2 \cdot d_0) = 1180 \text{mm}^2$$

$$N_{\text{pl,Rd,levy}} := \frac{t_1 \cdot b \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 532.5 \text{kN}$$

$$N_{u,Rd} := \frac{0.9 \cdot A_{\text{net}} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = 433.296 \text{kN}$$

$$N_{\text{pl,Rd,levy}} > N_{u,Rd} = 1$$

**Suunnittelija:**

Yritys:  
Osoite:  
Puhelin:  
E-Mail:  
Nimi: Timo Poikonen

**Projekti:**

Nimi: IV-KH välipohjan kannatinpilarit  
Sijainti:  
Yhteyshenkilö:  
Kommentit:  
Suunnittelunormi: EN Eurocodes + NA of Finland  
+ CEN/TS 1992-4:2009  
+ ETA-13/0603(HPKM)

Tämä laskelma koskee yksinomaan Peikon valmistamia tuotteita. Laskelmaa ei voi käyttää vahvistamaan muiden valmistamien tuotteiden ominaisuuksia, vaikka tuotteet näyttäisivät olevan identtisiä.

**Pilari 1**

Huom:

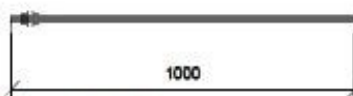
Pilareiden lukumäärä: 1

**Peikko tuotteet**

Pultit: 2 x HPM20P

Kokonaismäärät

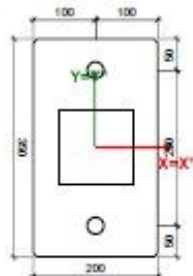
Tuote	Määrä
HPM20P	2

Pienin vaadittu muttereiden kiristysmomentti :  $T_{min} = 150$  NmSuurin sallittu muttereiden kiristysmomentti :  $T_{max} = 250$  Nm

Pulttien asennuslevy: PPL20-2 -80

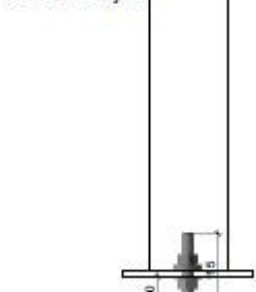
**Materiaalit ja geometria**

Pilari: 120x120 mm

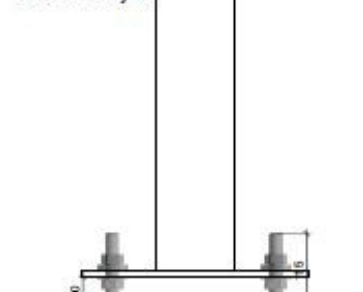
**Tasonäkymä**

Jälkivalu:

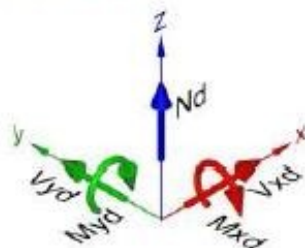
X; Y = local coordinate system of profile  
X\*; Y\* = local coordinate system of plate

**X\*-akselinäkymä**

Paksuus: 50 mm

**Y\*-akselinäkymä**Lujuus C40/50  $f_{cd} = 22,7$  N/mm<sup>2</sup>**Kuormitustapaukset** NOTE: Loads are defined in the local coordinate system of the profile.

(Laskenta kuormat)

**Lopputilanne**

#	Nimi	$N_d$ [kN]	$M_{xd}$ [kNm]	$M_{yd}$ [kNm]	$V_{xd}$ [kN]	$V_{yd}$ [kN]
1		-324,0	0,0	0,0	0,0	0,0

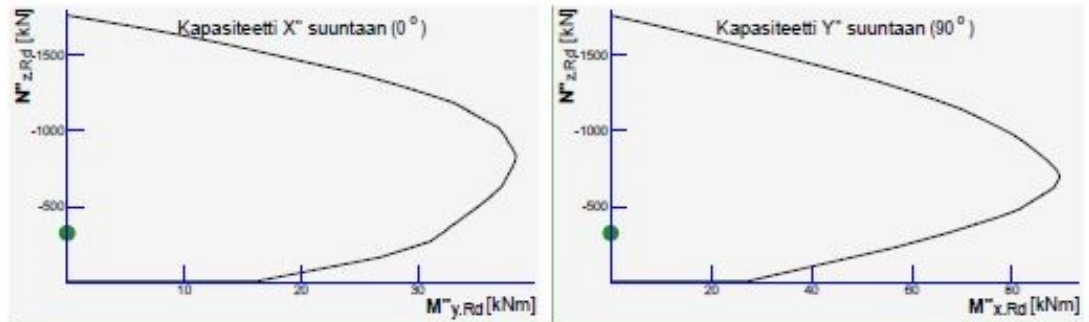
**Asennusaika**

#	Nimi	$N_d$ [kN]	$M_{xd}$ [kNm]	$M_{yd}$ [kNm]	$V_{xd}$ [kN]	$V_{yd}$ [kN]
2		-10,0	0,0	0,0	0,0	0,0





### Kapasiteettikäyrä



### Kiinnitysalusta

Betoni :	C30/37
Halkeilematon :	Ei
Raekoko :	16

### Ankkuripulttien murtotarkastelut

#### Pultit lopputilanteessa

Kuormitustapaus: #1 :  $N_d = -324,0$ ,  $M_{xd} = 0,0$ ,  $M_{yd} = 0,0$ ,  $V_{xd} = 0,0$ ,  $V_{yd} = 0,0$

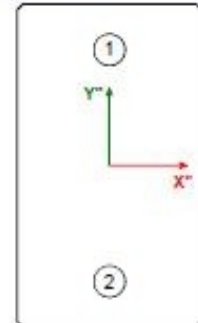
Teräsmurto: Riittävä kapasiteetti

Betonin murto: Adequate splice length.

Betonin reunamurto: Not calculated

#### Teräsmurron tarkastus

Normaalivoiman laskenta-arvo	$N_{c,Ed}$	-324	kN
Kitkakerroin (peruslevyn ja juotosbetonin välillä)	$C_{kt}$	0,2	
Liitoksen kitkavastus	$F_{t,Rd}$	64,8	kN
Leikkausvoiman resultantti	$V_{ed}$	0	kN
Leikkausvoiman resultantti huomioiden kitkan osuuden	$V_{ed,f}$	0	kN



Pultti Pos.	Vaikuttava aksiaalivoima [kN]	Vetokestävyyden laskenta-arvo [kN]	Aksiaalikapasiteetin käyttöaste [%]	Vaikuttava leikkausvoima [kN]	Leikkaukestävyyden laskenta-arvo [kN]	Leikkausvoiman käyttöaste [%]	Yhteisvaikutus [%]
1	-9,99	88,2	11,3	0,0	31,3	0,0	n/r
2	-9,98	88,2	11,3	0,0	31,3	0,0	n/r

#### Pulttien limijatkos Adequate splice length.

Pultti Pos.	Vaikuttava aksiaalivoima [kN]	Hakojen vaadittu minimipinta-ala [mm <sup>2</sup> ]	Hakojen todellinen pinta-ala [mm <sup>2</sup> ]	Tehokkuuskerroin betonin laajeneräisyyden estolle haaran toiminnasta $\alpha_3$ [-]	Jatkoskerroin $\alpha_2$ [-]	Vaadittu limityspituus [mm]	Tämän hetkinen limityspituus [mm]	Limijatkoksen käyttöaste [%]
1	-9,99	23	302,0	1,00	1,5	300	860	34,9 %
2	-9,98	23	302,0	1,00	1,5	300	860	34,9 %

Huom 1: The reinforcement of base structure should correspond to the bolts' bonding strength.

Huom 2: Where factor ( $\alpha_3 < 1$ ), the actual area of selected transverse reinforcement directly affects required lap length of anchor bolt.

Note3: The final arrangement of designed transverse reinforcement should be checked with respect to constrictive provisions of paragraph 8.7.4 of EN 1992-1-1.

**Shear Load:** Concrete edge failure in case of straight anchor bolts (type P) should be checked and estimated manually !

#### Pultit asennusaikana

Kuormitustapaus: #1 :  $N_d = -10,0$ ,  $M_{xd} = 0,0$ ,  $M_{yd} = 0,0$ ,  $V_{xd} = 0,0$ ,  $V_{yd} = 0,0$

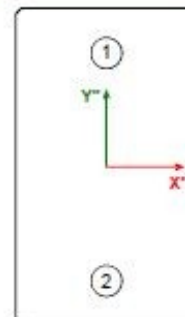
Teräsmurto: Riittävä kapasiteetti

Betonin murto: Adequate splice length.

Betonin reunamurto: Not calculated

#### Teräsmurron tarkastus

Normaalivoiman laskenta-arvo	$N_{c,Ed}$	-10	kN
Kitkakerroin (peruslevyn ja juotosbetonin välillä)	$C_{td}$	0	
Liitoksen kitkavastus	$F_{t,Rd}$	0	kN
Leikkausvoiman resultantti	$V_{sd}$	0	kN
Leikkausvoiman resultantti huomioiden kitkan osuuden	$V_{sd,t}$	0	kN



Pultti Pos.	Vaikuttava aksiaalivoima [kN]	Vetokestävyyden laskenta-arvo [kN]	Aksiaalikapasiteetin käyttöaste [%]	Vaikuttava leikkausvoima [kN]	Leikkauskestävyyden laskenta-arvo [kN]	Leikkausvoiman käyttöaste [%]	Yhteisvaikutus [%]
1	-4,97	88,2	5,6	0,0	9,92	0,0	5,6
2	-4,97	88,2	5,6	0,0	9,92	0,0	5,6

Pulttien limijatkos Adequate splice length.

Pultti Pos.	Vaikuttava aksiaalivoima [kN]	Hakojen vaadittu minimipinta-ala [mm <sup>2</sup> ]	Hakojen todellinen pinta-ala [mm <sup>2</sup> ]	Tehokkuuskerroin betonin laajenemisen estolle haan toimesta $\alpha_3$ [-]	Jatkoskerroin $\alpha_5$ [-]	Vaadittu limityspituus [mm]	Tämän hetkinen limityspituus [mm]	Limijatkoksen käyttöaste [%]
1	-4,97	11	302,0	1,00	1,5	300	860	34,9 %
2	-4,97	11	302,0	1,00	1,5	300	860	34,9 %

Huom 1: The reinforcement of base structure should correspond to the bolts' bonding strength.

Huom 2: Where factor  $\alpha_3 < 1$ , the actual area of selected transverse reinforcement directly affects required lap length of anchor bolt.

Note3: The final arrangement of designed transverse reinforcement should be checked with respect to constrictive provisions of paragraph 8.7.4 of EN 1992-1-1.

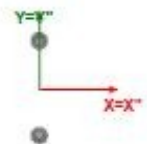
**Shear Load:** Concrete edge failure in case of straight anchor bolts (type P) should be checked and estimated manually !



## Peikko tuotteiden yhteenveto

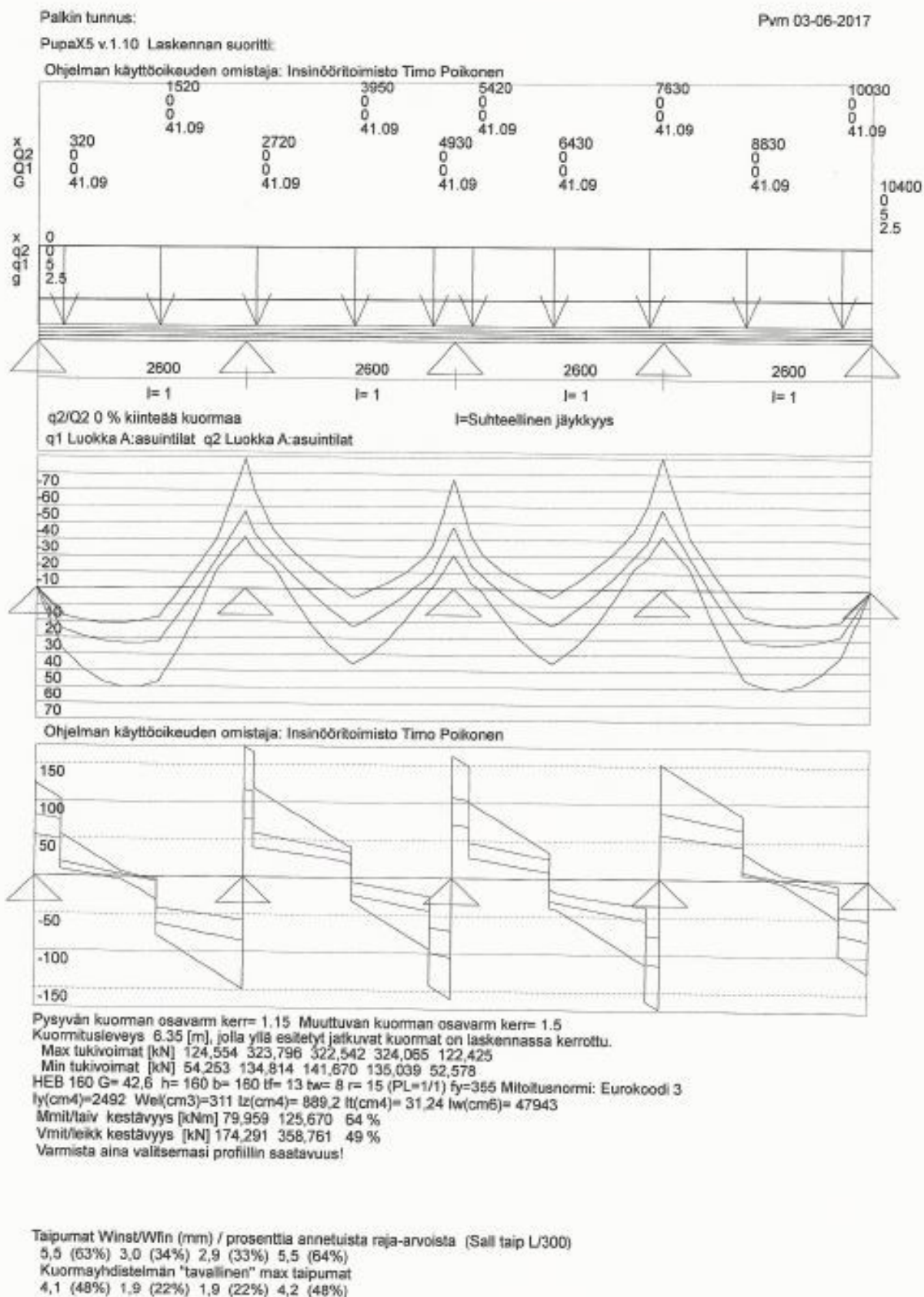
<b>Pultit</b> HPM20P	<b>Kokonaismäärät</b> 2
<b>Bolt Installation Templates</b> PPL20-2 -80	<b>Kokonaismäärät</b> 1

Yläkuva





## IV-KONEHUONEEN VÄLIPOHJAN KANNATINPALKIN MITOITUSRAPORTTI



## IV-KONEHUONEEN VÄLIPOHJAPALKIN MITOITUSRAPORTTI

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

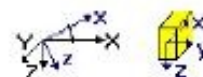
?

16.5.2017

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

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

RIL 205-1-2009 SR1 (02.07.2012)



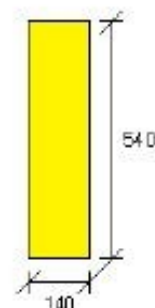
PROJEKTITIEDOT:

\_\_\_\_\_

Nimi: ?

RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Lattiapalkkilaatta  
 Materiaali: GL30c  
 Poikkileikkaus: 140x540  
 (B=140 mm, H=540 mm, A=75600 mm<sup>2</sup>, I<sub>y</sub>=1837080000 mm<sup>4</sup>, W<sub>y</sub>=6804000 mm<sup>3</sup>)  
 Käyttöluokka: 1  
 Seuraamusluokka: CC2 (KF=1.0)  
 Jakokuormituslev.: 1200 mm (pintakuormalle)



Uloke-jännevälipituudet

Uloke-jänneväli: Vaakamitta [mm]:  
 Jänneväli 1: 6350.0  
 Yhteensä: 6350.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	100	Kiinteä niveltuki (X,Z)
2:	6350	100	Liukutuki (Z)

f <sub>m,k</sub> (M <sub>y</sub> ):	30.32 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>m,k</sub> (M <sub>z</sub> ):	30.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub> :	25.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub> :	3.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub> :	20.21 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>z</sub> ):	3.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>y</sub> ):	3.50 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>mean</sub> :	13000 N/mm <sup>2</sup>
G <sub>mean</sub> :	650 N/mm <sup>2</sup>
E 0.05:	10800 N/mm <sup>2</sup>
G 0.05:	540 N/mm <sup>2</sup>
Tilavuuspaino:	5.00 kN/m <sup>3</sup> (omapainon laskentaa varten)

Osavarmuusluku:	1.20
Aikaluokka:	kmod:
Pysyvä:	0.600

## IV-KONEHUONEEN VÄLIPOHJAPALKIN MITOITUSRAPORTTI

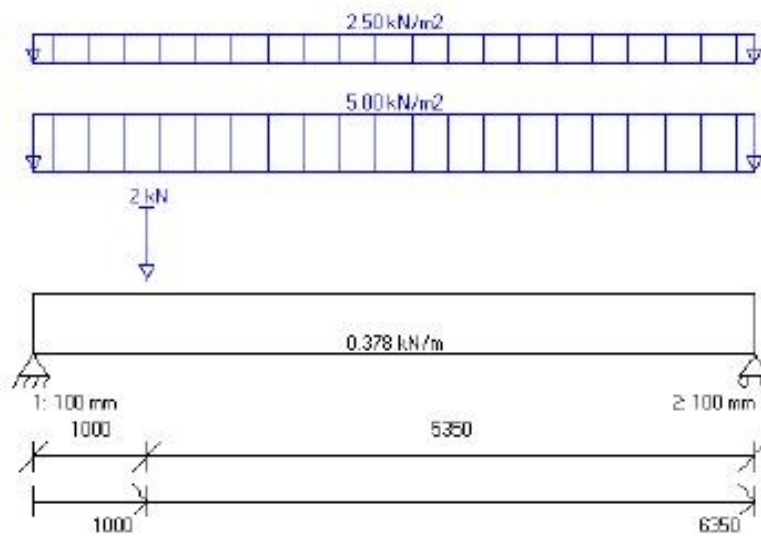
Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

?

16.5.2017

Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100
<hr/>	
kdef:	0.600

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakenneosan paino: QZ = 0.378 kN/m x = 0 - 6350 mm

Pintakuorma 1: QZ = 2.500 kN/m² x = 0 - 6350 mm

Hyötykuorma (Hyötykuorma B, Keskipitkä, MRT/KRT-liikkuvuus = 100.0 %):

Pintakuorma 1: QZ = 5.000 kN/m² x = 0 - 6350 mm

Hyötyk. pistekuormatark. (Hyötykuorma, lyhytaikainen, Lyhytaikainen, MRT/KRT-liikkuvuus = 100.0 %):

Pistekuorma 1: FZ = 2.000 kN x = 1000.0 mm (2 kN)

**KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.35\*Omapaino

## IV-KONEHUONEEN VÄLIPOHJAPALKIN MITOITUSRAPORTTI

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

?

16.5.2017

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Hyötykuorma

Yhdistelmä 3 (MRT, Keskipitkä)

0.90\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Hyötykuorma

Yhdistelmä 5 (MRT, Keskipitkä)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*0.70\*Hyötykuorma

Yhdistelmä 9 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.15\*Omapaino

Yhdistelmä 10 (MRT, Pysyvä)

0.90\*Omapaino

Yhdistelmä 11 (MRT, Lyhytakainen)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Hyötyk. pistekuomatark.

Yhdistelmä 12 (MRT, Lyhytakainen)

0.90\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Hyötyk. pistekuomatark.

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00\*Omapaino

Yhdistelmä 14 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Hyötykuorma

Yhdistelmä 16 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*0.70\*Hyötykuorma

Yhdistelmä 18 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Hyötyk. pistekuomatark.

**MITOITUS:**

Mitoitusstandardi:

EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009

Kokonaiskäyttöaste:

91.3 %

**MITOITUSPARAMETRIT:**

Taipumaraja Winst: L/400

Taipumaraja Wnet,fn: L/300

Korotuskerron, vasen uloke: 2.00

Korotuskerron, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus on estetty molempin suuntin (y ja z)

Kevähdus taivutuksesta My (y-askelin suhteen):

Kevähdustukiväli rakenteen yläpuolella: Lk1 = 300.00 mm

## IV-KONEHUONEEN VÄLIPOHJAPALKIN MITOITUSRAPORTTI

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

?

16.5.2017

Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: Lk2 = Päätukien välimatka  
 Lef1 = Lk1 ja Lef2 = Lk2 (Esim. kuormitus neutraal akselilla/kiepahdustukien kautta)  
 HUOM! Lk1:ta käytetään, kun My>0 ja Lk2:ta, kun My<0

## VÄRÄHTELYN LASKENTA-ASETUKSET:

Huoneen suurin mitta L [m]:	5
Lattiarakenteen leveys B [m]:	5
Välipohjan tuentatapa:	2 reunaa tuettu
Ulokkeen lyhennys [mm]:	0.0
Poikkittaisjäykisteet:	Ei jäykisteitä
Yläpuolinen lattialevy / rakenne:	Havuvanerit 18 mm
Liittorakennevaikutus:	Ei liittovaikutusta
Kelluva rakenne / poikkitaikoolaus+levytyt:	Ei kelluvaa rakennetta
Alapuoliset poikkitaikoolaukset:	Ei alapuolista poikkitaikoolausta
Pinta-alayksikön massa [kg/m <sup>2</sup> ]:	311

HUOM! Laskelmissa oletetaan, että lattialevyt asennetaan poikittain lattian pituussuuntaan nähden

## MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	40.91 kN	78.79 kN	51.9 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus (My):	64.94 kNm	137.52 kNm	47.2 %	3175 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	64.94 kNm	137.52 kNm	47.2 %	3175 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	40.91 kN	54.60 kN	74.9 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.95					
Tukipaine, tuki 2:	40.91 kN	54.60 kN	74.9 %	6350 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.95					
jänneväli 1, Winst:	9.5 mm	15.9 mm	59.6 %	3175 mm	Yhdistelmä 14/1
jänneväli 1, Wnet,fn:	12.6 mm	21.2 mm	59.5 %	3175 mm	Yhdistelmä 14/1
Taipuma U:	0.2 mm	0.6 mm	39.6%		(Värähtelytarkastelu)
Taajuus f1:	9.9 Hz	9.0 Hz	91.3%		(Värähtelytarkastelu)

## ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):

1.15\*Omapaino + 1.50\*Hyötykuorma

Yhdistelmä 14/1 :

1.00\*Omapaino + 1.00\*Hyötykuorma

## VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Vz,max	40.91 kN	0 mm
My,max	64.94 kNm	3175 mm

## TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	40.91 kN	9.65 kN	29.78 kN	10.73 kN

## IV-KONEHUONEEN VÄLIPOHJAPALKIN MITOITUSRAPORTTI

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

?

16.5.2017

2:	40.91 kN	9.65 kN	29.78 kN	10.73 kN
----	----------	---------	----------	----------

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

## TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	10.73
2:	10.73

Kuormitustapaus:	Hyötykuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	19.05
2:	19.05

Kuormitustapaus:	Hyötyk. pistekuomataark.
Tuki:	FZ [kN]:
1:	1.69
2:	0.31

## HUOMIOT:

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosan A1:2008 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2009 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta
- VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03937-12)
- MRT = Murtorajalla, KRT = Käyttörajalla
- \*) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
- Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
- Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
- Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
- Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajallimitoituksessa
- Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
- Rakenneosan koon vaikutus lujuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
- Rakenneosan mahdollinen halkeilu käyttöluokassa 1 on huomioitu kertoimella kor, joka on mukana leikkauslujuuden mitoitusarvossa fv,d
- Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetajeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja

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

## IV-KONEHUONEEN VÄLIPOHJAPALKIN MITOITUSRAPORTTI

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

?

16.5.2017

---

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.

---

## VÄLIPOHJARAKENTEN VP1 VÄLIPOHJAPALKIN MITOITUSRAPORTTI

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

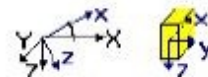
© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

16.5.2017

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

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

RIL 205-1-2009 SR1 (02.07.2012)



PROJEKTITIEDOT:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

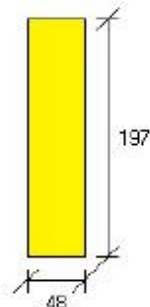
Nimi:

\_\_\_\_\_

C:\...\Pienen porrasaukon vp-palkki.s01

RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Lattiapalkki/laatta  
 Materiaali: C24  
 Poikkileikkaus: 48x197  
 (B=48 mm, H=197 mm, A=9456 mm<sup>2</sup>, I<sub>y</sub>=30581492 mm<sup>4</sup>, W<sub>y</sub>=310472 mm<sup>3</sup>)  
 Käyttöluokka: 2  
 Seuraamusluokka: CC2 (K<sub>F</sub>=1.0)  
 Jako/kuormituslev.: 400 mm (pintakuornille)



Uloke-jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli: Vaakamitta [mm]:  
 Jänneväli 1: 1245.0  
 Yhteensä: 1245.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	45	Kiinteä niveltuki (X,Z)
2:	1245	45	Liukutuki (Z)

f<sub>m,k</sub> (M<sub>y</sub>): 24.00 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>m,k</sub> (M<sub>z</sub>): 30.14 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>c,0,k</sub>: 21.00 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>c,90,k</sub>: 2.50 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>t,0,k</sub>: 14.00 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>v,k</sub> (V<sub>z</sub>): 4.00 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>v,k</sub> (V<sub>y</sub>): 4.00 N/mm<sup>2</sup>  
 E<sub>mean</sub>: 11000 N/mm<sup>2</sup>  
 G<sub>mean</sub>: 660 N/mm<sup>2</sup>  
 E 0.05: 7400 N/mm<sup>2</sup>  
 G 0.05: 460 N/mm<sup>2</sup>  
 Tilavuuspaino: 5.00 kN/m<sup>3</sup> (omapainon laskentaa varten)

Osavarmuusluku: 1.40



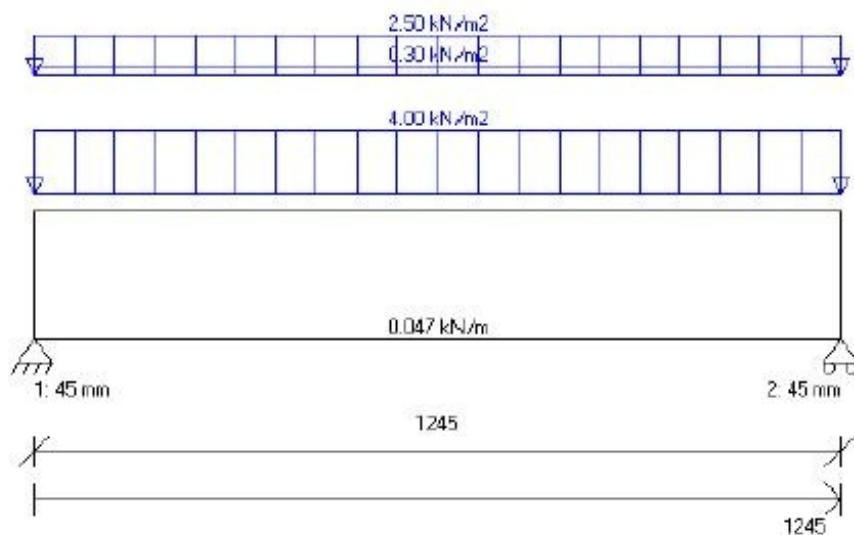
## VÄLIPOHJARAKENTEEN VP1 VÄLIPOHJAPALKIN MITOITUSRAPORTTI

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

16.5.2017

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

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakenneosan paino: QZ = 0.047 kN/m x = 0 - 1245 mm

Pintakuorma 1: QZ = 2.500 kN/m<sup>2</sup> x = 0 - 1245 mmPintakuorma 2: QZ = 0.300 kN/m<sup>2</sup> x = 0 - 1245 mm

Hyötykuorma (Hyötykuorma A, Keskipitkä, MRT/KRT-liikkuvuus = 100.0 %):

Pintakuorma 1: QZ = 4.000 kN/m<sup>2</sup> x = 0 - 1245 mm**KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.35\*Omapaino

## VÄLIPOHJARAKENTEEN VP1 VÄLIPOHJAPALKIN MITOITUSRAPORTTI

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

16.5.2017

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Hyötykuorma

Yhdistelmä 3 (MRT, Keskipitkä)

0.90\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Hyötykuorma

Yhdistelmä 5 (MRT, Keskipitkä)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*0.70\*Hyötykuorma

Yhdistelmä 9 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.15\*Omapaino

Yhdistelmä 10 (MRT, Pysyvä)

0.90\*Omapaino

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00\*Omapaino

Yhdistelmä 14 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Hyötykuorma

Yhdistelmä 16 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*0.70\*Hyötykuorma

**MITOITUS:**

Mitoitusstandardi:

EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009

Kokonaiskäyttöaste:

36,2 %

**MITOITUSPARAMETRIT:**

Taipumaraja Winst: L/400

Taipumaraja Wnet,fin: L/300

Korotuskertoimen, vasen uloke: 2.00

Korotuskertoimen, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus on estetty molempiin suuntiin (y ja z)

Kiepahdus taiputuksesta My (y-askelin suhteen):

Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella: Lk1 = 300.00 mm

Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: Lk2 = Päätukien välimatka

Lef1 = Lk1 ja Lef2 = Lk2 (Esim. kuormitus neutraaliakselilla/kiepahdustukien kautta)

HUOM! Lk1:ta käytetään, kun My&gt;0 ja Lk2:ta, kun My&lt;0

**VÄRÄHTELYN LASKENTA-ASETUKSET:**

Huoneen suurin mitta L [m]: 6.0

Lattiarakenteen leveys B [m]: 5.0

Välipohjan tuentatapa: 2 reunaa tuettu

Ullokkeen lyhennys [mm]: 0.0

## VÄLIPOHJARAKENTEEN VP1 VÄLIPOHJAPALKIN MITOITUSRAPORTTI

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

16.5.2017

Poikittaisjäykisteet:	Ei jäykisteitä
Yläpuolinen lattialevy / rakenne:	Ei huomioida
Liittorakennevaikutus:	Ei liittovaikutusta
Kelluva rakenne / poikittaiskoolaus+levytys:	Ei kelluvaa rakennetta
Alapuoliset poikittaiskoolaukset:	Ei alapuolista poikittaiskoolausta
Pinta-alayksikön massa [kg/m <sup>2</sup> ]:	322

## MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	2.33 kN	14.41 kN	16.2 %	1245 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus (My):	0.73 kNm	4.28 kNm	17.0 %	622 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(Ilman kiepahdusta):	0.73 kNm	4.28 kNm	17.0 %	622 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	2.33 kN	6.43 kN	36.2 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 2.08					
Tukipaine, tuki 2:	2.33 kN	6.43 kN	36.2 %	1245 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 2.08					
jänneväli 1, Winst:	0.4 mm	3.1 mm	11.4 %	622 mm	Yhdistelmä 14/1
jänneväli 1, Wnet,fin:	0.5 mm	4.2 mm	12.7 %	622 mm	Yhdistelmä 14/1
Taipuma U:	0.1 mm	0.5 mm	24.0%		(Värähtelytarkastelu)
Taajuus f1:	51.8 Hz	9.0 Hz	17.4%		(Värähtelytarkastelu)

## ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):

1.15\*Omapaino + 1.50\*Hyötykuorma

Yhdistelmä 14/1 :

1.00\*Omapaino + 1.00\*Hyötykuorma

## VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Vz,max	2.33 kN	1245 mm
My,max	0.73 kNm	622 mm

## TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	2.33 kN	0.65 kN	1.72 kN	0.73 kN
2:	2.33 kN	0.65 kN	1.72 kN	0.73 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

## TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	0.73
2:	0.73

## VÄLIPOHJARAKENTTEEN VP1 VÄLIPOHJAPALKIN MITOITUSRAPORTTI

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

16.5.2017

Kuormitustapaus:	Hyötykuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	1.00
2:	1.00

**HUOMIOT:**

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosan A1:2008 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2009 -suunniteluohjeen mukainen laskenta
- VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03937-12)
- MRT = Murtorajatila, KRT = Käytörajatila
- \*) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
- Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
- Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
- Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
- Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajalimitoituksessa
- Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
- Rakennesosan koon vaikutus lujuteen on oletettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
- Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetajeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja

Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisätuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykistystä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakennesosan (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.

## VÄLIPOHJARAKENTEN VP2 VÄLIPOHJAPALKIN MITOITUSRAPORTTI

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Suomen Adventtikirkko

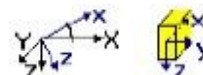
Timo Poikonen

10.5.2017

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

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

RIL 205-1-2009 SR1 (02.07.2012)



## PROJEKTIIDOT:

Suunnittelija: Timo Poikonen  
 Projekti: Suomen Adventtikirkko

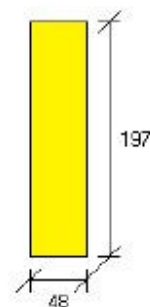
Väliohjajakannattaja entisen pääportaikon päälle

Nimi:

C:\...väliohjajapalkki.s01

## RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Lattiapalkki/laatta  
 Materiaali: C24  
 Poikkileikkaus: 48x197  
 (B=48 mm, H=197 mm, A=9456 mm<sup>2</sup>, I<sub>y</sub>=30581482 mm<sup>4</sup>, W<sub>y</sub>=310472 mm<sup>3</sup>)  
 Käyttöluokka: 1  
 Seuraamusluokka: CC1 (KFI=0.9)  
 Jako/kuormituslev.: 400 mm (pintakuomille)



## Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli: Vaakamitta [mm]:  
 Jänneväli 1: 2900.0  
 Yhteensä: 2900.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	75	Kierteä niveltuki (X,Z)
2:	2900	75	Liukutuki (Z)

f <sub>m,k</sub> (M <sub>y</sub> ):	24.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>m,k</sub> (M <sub>z</sub> ):	30.14 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub> :	21.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub> :	2.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub> :	14.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>z</sub> ):	4.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>y</sub> ):	4.00 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>mean</sub> :	11000 N/mm <sup>2</sup>
G <sub>mean</sub> :	860 N/mm <sup>2</sup>
E 0.05:	7400 N/mm <sup>2</sup>

## VÄLIPOHJARAKENTEEN VP2 VÄLIPOHJAPALKIN MITOITUSRAPORTTI

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Suomen Adventtikirkko

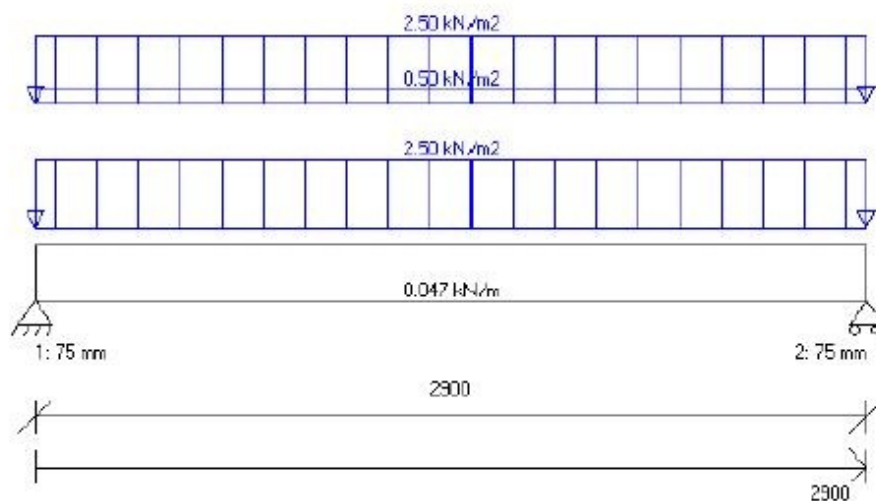
Timo Poikonen

10.5.2017

G 0.05: 460 N/mm<sup>2</sup>  
 Tilavuuspaino: 5.00 kN/m<sup>3</sup> (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

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakennesosan paino: QZ = 0.047 kN/m x = 0 - 2900 mm  
 Pintakuorma 1: QZ = 2.500 kN/m<sup>2</sup> x = 0 - 2900 mm  
 Pintakuorma 2: QZ = 0.500 kN/m<sup>2</sup> x = 0 - 2900 mm

Hyötykuorma (Hyötykuorma A, Keskipitkä, MRT/KRT-liikkuvuus = 100.0 %):

Pintakuorma 1: QZ = 2.500 kN/m<sup>2</sup> x = 0 - 2900 mm

**KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

## VÄLIPOHJARAKENTEEN VP2 VÄLIPOHJAPALKIN MITOITUSRAPORTTI

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Suomen Adventtikirkko

Timo Poikonen

10.5.2017

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

0.90°1.35°Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)

0.90°1.15°Omapaino + 0.90°1.50°Hyötykuorma

Yhdistelmä 3 (MRT, Keskipitkä)

0.90°Omapaino + 0.90°1.50°Hyötykuorma

Yhdistelmä 5 (MRT, Keskipitkä)

0.90°1.15°Omapaino + 0.90°1.50°0.70°Hyötykuorma

Yhdistelmä 9 (MRT, Pysyvä)

0.90°1.15°Omapaino

Yhdistelmä 10 (MRT, Pysyvä)

0.90°Omapaino

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00°Omapaino

Yhdistelmä 14 (KRT)

1.00°Omapaino + 1.00°Hyötykuorma

Yhdistelmä 16 (KRT)

1.00°Omapaino + 1.00°0.70°Hyötykuorma

**MITOITUS:**

Mitoitusstandardi:

EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009

Kokonaiskäyttöaste:

96.3 %

**MITOITUSPARAMETRI:**

Taipumaraja Winst: L/400

Taipumaraja Wnet,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 = 300.00 mm

Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: Lk2 = Päätukien välimatka

Lef1 = Lk1 ja Lef2 = Lk2 (Esim. kuormitus neutraaliakselilla/kiepahdustukien kautta)

HUOM! Lk1:ta käytetään, kun My&gt;0 ja Lk2:ta, kun My&lt;0

**VÄRÄHTELYN LASKENTA-ASETUKSET:**

## VÄLIPOHJARAKENTEN VP2 VÄLIPOHJAPALKIN MITOITUSRAPORTTI

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Suomen Adventtikirkko

Timo Poikonen

10.5.2017

Huoneen suurin mitta L [m]:	3.2
Lattiarakenteen leveys B [m]:	3
Väli pohjan tuentatapa:	4 reunaa tuettu
Ulokkeen lyhennys [mm]:	0.0
Poikittaisjäykisteet:	2 jäykistelinjaa/jänneväli
Yläpuolinen lattialevy / rakenne:	Havuvaneri 18 mm
Liittorakennevaikutus:	Työmaalimaus
Kelluva rakenne / poikittaiskoolaus+levytys:	Ei kelluvaa rakennetta
Alapuoliset poikittaiskoolaukset:	100x22 k300
Pinta-alayksikön massa [kg/m <sup>2</sup> ]:	342

HUOM! Poikittaisjäykisteet vaativat vetolaudan 22x100 (min C18), joka kiinnitetään jäykisteisiin vähintään naulauksella 2.8x75 k200

HUOM! Laskelmissa oletetaan, että poikittaisjäykisteen ylä- ja alapuolella on vetolauta tai levytys

HUOM! Laskelmissa oletetaan, että lattialevyt asennetaan poikittain lattian pituussuuntaan nähden

HUOM! Alapuoliset poikittaiskoolaukset on kiinnitettävä lattiapalkkeihin ruuveilla tai profiloituilla kampa- tai kiemenauloilla

HUOM! Laskelmissa on käytetty poikittaiskoolaukselle sahatavaran C18 materiaaliarvoja

## MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	3.83 kN	9.65 kN	39.7 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus (My):	2.78 kNm	4.26 kNm	65.2 %	1450 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	2.78 kNm	4.26 kNm	65.2 %	1450 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	3.83 kN	9.00 kN	42.5 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerron = 1.75					
Tukipaine, tuki 2:	3.83 kN	9.00 kN	42.5 %	2900 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerron = 1.75					
jänneväli 1, Winst:	6.6 mm	7.2 mm	90.9 %	1450 mm	Yhdistelmä 14/1
jänneväli 1, Wnet,fin:	9.3 mm	9.7 mm	96.3 %	1450 mm	Yhdistelmä 14/1
Taipuma U:	0.4 mm	0.7 mm	58.5%		(Värähtelytarkastelu)
Taajuus f1:	11.1 Hz	9.0 Hz	81.3%		(Värähtelytarkastelu)

## ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):

1.03\*Omapaino + 1.35\*Hyötykuorma

Yhdistelmä 14/1 :

1.00\*Omapaino + 1.00\*Hyötykuorma

## VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Vz,max	3.83 kN	0 mm
My,max	2.78 kNm	1450 mm

## TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax	MRTmin:	KRTmax	KRTmin:
1:	3.83 kN	1.63 kN	3.26 kN	1.81 kN
2:	3.83 kN	1.63 kN	3.26 kN	1.81 kN



## VÄLIPOHJARAKENTEEN VP2 VÄLIPOHJAPALKIN MITOITUSRAPORTTI

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Suomen Adventtikirkko

Timo Poikonen

10.5.2017

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	1.81
2:	1.81

Kuormitustapaus:	Hyötykuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	1.45
2:	1.45

HUOMIOT:

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosan A1:2008 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2009 -suunniteluohjeen mukainen laskenta
- VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03937-12)
- MRT = Murtorajatilä, KRT = Käyttörajatilä
- \*) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
- Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
- Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
- Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
- Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajatilämitoituksessa
- Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
- Rakennesosan koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
- Rakennesosan mahdollinen halkeilu käyttöluokassa 1 on huomioitu kertoimella kor, joka on mukana leikkauslujuuden mitoitusarvossa fv,d
- Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetailjeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja

Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisätuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisuuskäytöstä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakennesosan (palkki, pileri, 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.

## KATOKSEN VESIKATON KANNATINPALKIN MITOITUSRAPORTTI

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

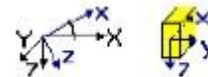
?

24.4.2016

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

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

RIL 205-1-2009 SR1 (02.07.2012)



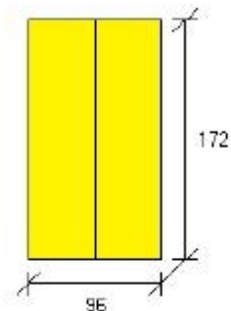
PROJEKTITIEDOT:

Nimi:

?

RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Kattopalkki/laatta  
 Materiaali: C24  
 Poikkileikkaus: 2x48x172  
 (B=96 mm, H=172 mm, A=16512 mm<sup>2</sup>, I<sub>y</sub>=40707584 mm<sup>4</sup>, W<sub>y</sub>=473344 mm<sup>3</sup>)  
 Käyttöluokka: 2  
 Seuraamusluokka: CC2 (KF=1.0)  
 Jako/kuormituslev.: 1450 mm (pintakuormille)



Uloke-jänneväli pituudet:

Ulokejänneväli: Vaakamitta [mm]:  
 Vasen uloke: 175.0  
 Jänneväli 1: 2000.0  
 Oikea uloke: 175.0  
 Yhteensä: 2350.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	175	80	Liukutuki (Z)
2:	2175	80	Kiinteä niveltuki (X,Z)

f <sub>m,k</sub> (M <sub>y</sub> ):	24.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>m,k</sub> (M <sub>z</sub> ):	26.24 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub> :	21.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub> :	2.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub> :	14.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>z</sub> ):	4.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>y</sub> ):	4.00 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>mean</sub> :	11000 N/mm <sup>2</sup>
G <sub>mean</sub> :	860 N/mm <sup>2</sup>
E 0.05:	7400 N/mm <sup>2</sup>
G 0.05:	460 N/mm <sup>2</sup>
Tilavuuspaino:	5.00 kN/m <sup>3</sup> (omapainon laskentaa varten)

Osavarmuusluku: 1.40

## KATOKSEN VESIKATON KANNATINPALKIN MITOITUSRAPORTTI

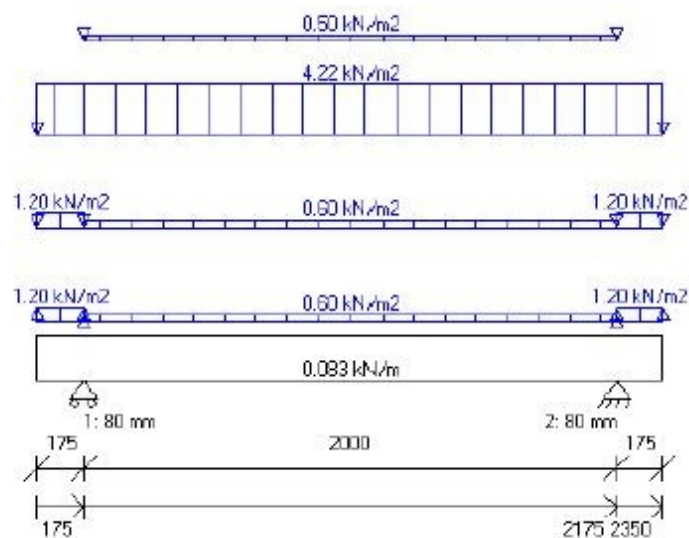
Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

?

24.4.2016

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



## KUORMITUSTIEDOT:

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakenneosan paino:	QZ = 0.083 kN/m	x = 0 - 2350 mm
Pintakuorma 1:	QZ = 0.500 kN/m²	x = 175 - 2175 mm

Lumikuorma (Lumikuorma Sk&lt;2.75 kN/m², Keskipitkä):

Pintakuorma 1:	QZ = 4.224 kN/m²	x = 0 - 2350 mm
----------------	------------------	-----------------

Tuulikuorma (alas) (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pintakuorma 1:	Qz = 1.200 kN/m²	x = 0 - 175 mm
Pintakuorma 2:	Qz = 0.600 kN/m²	x = 175 - 2175 mm
Pintakuorma 3:	Qz = 1.200 kN/m²	x = 2175 - 2350 mm

Tuulikuorma (ylös) (Tuulikuorma, Hetkellinen):

## KATOKSEN VESIKATON KANNATINPALKIN MITOITUSRAPORTTI

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

?

24.4.2016

Pintakuorma: 1:	Qz = -1.200 kN/m <sup>2</sup>	x = 0 - 175 mm
Pintakuorma: 2:	Qz = -0.600 kN/m <sup>2</sup>	x = 175 - 2175 mm
Pintakuorma: 3:	Qz = -1.200 kN/m <sup>2</sup>	x = 2175 - 2350 mm

**KUORMITUSYHDISTELMÄT:**

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.35\*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)

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

Yhdistelmä 3 (MRT, Hetkellinen)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Lumikuorma + 1.00\*1.50\*0.60\*Tuulikuorma (alas)

Yhdistelmä 4 (MRT, Hetkellinen)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*0.70\*Lumikuorma + 1.00\*1.50\*Tuulikuorma (alas)

Yhdistelmä 5 (MRT, Hetkellinen)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Lumikuorma + 1.00\*1.50\*0.60\*Tuulikuorma (ylös)

Yhdistelmä 6 (MRT, Hetkellinen)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*0.70\*Lumikuorma + 1.00\*1.50\*Tuulikuorma (ylös)

Yhdistelmä 7 (MRT, Hetkellinen)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Tuulikuorma (alas)

Yhdistelmä 8 (MRT, Hetkellinen)

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

Yhdistelmä 9 (MRT, Hetkellinen)

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

Yhdistelmä 10 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.15\*Omapaino

Yhdistelmä 11 (MRT, Pysyvä)

0.90\*Omapaino

Yhdistelmä 12 (KRT)

1.00\*Omapaino

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

Yhdistelmä 14 (KRT)

## KATOKSEN VESIKATON KANNATINPALKIN MITOITUSRAPORTTI

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

?

24.4.2016

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:**

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

Kokonaiskäyttöaste: 75.7 %

**MITOITUSPARAMETRI:**

Taipumaraja Wnet,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 neutraaliakselilla/kiepahdustukien kautta)

HUOM! Lk1:ta käytetään, kun My&gt;0 ja Lk2:ta, kun My&lt;0

**MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:**

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	10.12 kN	25.16 kN	40.2 %	2175 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus (My):	4.92 kNm	6.49 kNm	75.7 %	1175 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	4.92 kNm	6.49 kNm	75.7 %	1175 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	11.74 kN	24.00 kN	48.9 %	175 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 2.19					
Tukipaine, tuki 2:	11.74 kN	24.00 kN	48.9 %	2175 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 2.19					
Vasen uloke, Wfin:	-1.1 mm	-mm	0.0 %	0 mm	Yhdistelmä 13/1
Vasen uloke, Wnet,fin:	-1.1 mm	-mm	0.0 %	0 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 1, Wfin:	4.3 mm	-mm	0.0 %	1175 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 1, Wnet,fin:	4.3 mm	6.7 mm	64.6 %	1175 mm	Yhdistelmä 13/1
Oikea uloke, Wfin:	-1.1 mm	-mm	0.0 %	2360 mm	Yhdistelmä 13/1
Oikea uloke, Wnet,fin:	-1.1 mm	-mm	0.0 %	2360 mm	Yhdistelmä 13/1

**ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT**

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):

1.15\*Omapaino + 1.50\*Lumikuorma

## KATOKSEN VESIKATON KANNATINPALKIN MITOITUSRAPORTTI

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

?

24.4.2016

Yhdistelmä 13/1 :

1.00\*Omapaino + 1.00\*Lumikuorma

VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
Vz,max	10.90 kN	2175 mm
My,max	5.28 kNm	1175 mm

TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	12.80 kN	-1.02 kN	8.02 kN	-0.35 kN
2:	12.80 kN	-1.02 kN	8.02 kN	-0.35 kN

- Tukipisteisiin syntyy nostetta, varmista ankkurointi

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus: Omapaino

Tuki: FZ [kN]:

1: 0.82

2: 0.82

Kuormitustapaus: Lumikuorma

Tuki: FZ [kN]:

1: 7.20

2: 7.20

Kuormitustapaus: Tuulikuorma (alas)

Tuki: FZ [kN]:

1: 1.17

2: 1.17

Kuormitustapaus: Tuulikuorma (ylös)

Tuki: FZ [kN]:

1: -1.17

2: -1.17

HUOMIOT:

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosan A1:2008 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä

RIL 205-1-2009 -suunniteluohjeen mukainen laskenta

- VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03937-12)

- MRT = Murtorajatila, KRT = Käytörajatila

- \*) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta,

ei todellista käyttöastetta

## KATOKSEN VESIKATON KANNATINPALKIN MITOITUSRAPORTTI

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

?

24.4.2016

- 
- Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
  - Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
  - Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
  - Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajatilamitoituksessa
  - Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
  - Rakenneosan koon vaikutus lujuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
  - Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetajeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja
  - Kuomitusiedoissa esitetään lumikuoman ominaisarvo katolla.
- Tämä on saatu kertomalla maassa oleva ominaislumikuoma katon muotokertoimella
- 

Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuomia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisätuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykistystä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakenneosan (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.

---

## KATOKSEN KATTOVASAN MITOITUSRAPORTTI

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

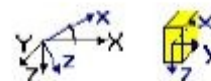
?

24.4.2016

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

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

RIL 205-1-2009 SR1 (02.07.2012)



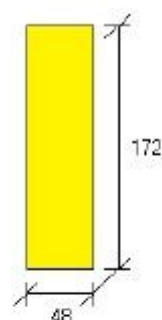
PROJEKTITIEDOT:

\_\_\_\_\_

Nimi: \_\_\_\_\_ ?

RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Kattopalkki/laatta  
 Materiaali: C24  
 Poikkileikkaus: 48x172  
 (B=48 mm, H=172 mm, A=8256 mm<sup>2</sup>, I<sub>y</sub>=20353792 mm<sup>4</sup>, W<sub>y</sub>=238872 mm<sup>3</sup>)  
 Käyttöluokka: 2  
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)  
 Kulma: 5.0 astetta  
 Jako/kuormituslev.: 626 mm (pintakuomile)



Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli:	Vaakamitta [mm]:	Aksiaalinen [mm]:
Vasen uloke	1150.0	1154.4
Jänneväli 1	1500.0	1505.7
Yhteensä:	2650.0	2660.1

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	1154	96	Liukutuki (Z)
2:	2660	51	Kiinteä niveltuki (X,Z)

f <sub>m,k</sub> (M <sub>y</sub> ):	24.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>m,k</sub> (M <sub>z</sub> ):	30.14 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub> :	21.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub> :	2.50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub> :	14.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>z</sub> ):	4.00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub> (V <sub>y</sub> ):	4.00 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>mean</sub> :	11000 N/mm <sup>2</sup>
G <sub>mean</sub> :	690 N/mm <sup>2</sup>
E 0.05:	7400 N/mm <sup>2</sup>
G 0.05:	460 N/mm <sup>2</sup>
Tilavuuspaino:	5.00 kN/m <sup>3</sup> (omapainon laskentaa varten)

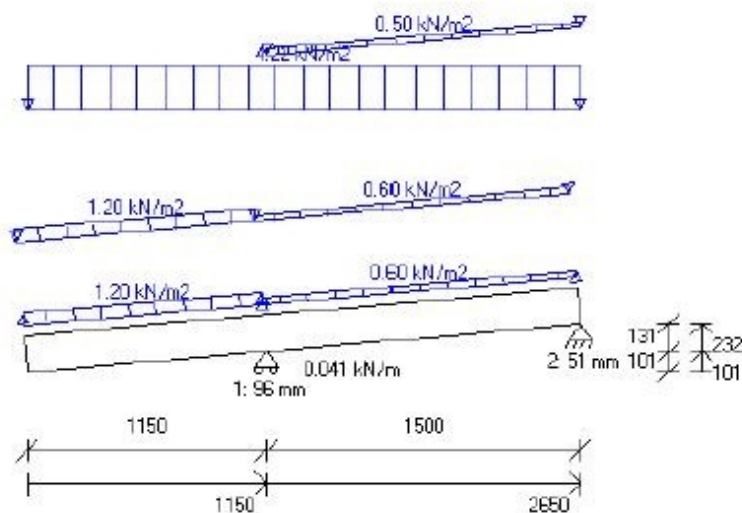
Osavamuusluku: 1.40

Sivu 1

Liite 13 2(6)



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

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

Rakennesan paino:	QZ = 0.041 kN/m	x = 0 - 2660 mm
Pintakuorma 1:	QZ = 0.500 kN/m²	x = 1154 - 2660 mm

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

Pintakuorma 1:	QZ = 4.224 kN/m²	x = 0 - 2660 mm
----------------	------------------	-----------------

**Tuulikuorma (alas) (Tuulikuorma, Hetkellinen):**

Pintakuorma 1:	Qz = 1.200 kN/m²	x = 0 - 1154 mm
Pintakuorma 2:	Qz = 0.600 kN/m²	x = 1154 - 2660 mm

**Tuulikuorma (ylös) (Tuulikuorma, Hetkellinen):**

Pintakuorma 1:	Qz = -1.200 kN/m²	x = 0 - 1154 mm
----------------	-------------------	-----------------

Pintakuorma: 2:  $Q_z = -0.600 \text{ kN/m}^2$   $x = 1154 - 2660 \text{ mm}$

#### KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.35\*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)

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

Yhdistelmä 3 (MRT, Hetkellinen)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Lumikuorma + 1.00\*1.50\*0.60\*Tuulikuorma (alas)

Yhdistelmä 4 (MRT, Hetkellinen)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*0.70\*Lumikuorma + 1.00\*1.50\*Tuulikuorma (alas)

Yhdistelmä 5 (MRT, Hetkellinen)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Lumikuorma + 1.00\*1.50\*0.60\*Tuulikuorma (ylös)

Yhdistelmä 6 (MRT, Hetkellinen)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*0.70\*Lumikuorma + 1.00\*1.50\*Tuulikuorma (ylös)

Yhdistelmä 7 (MRT, Hetkellinen)

1.00\*1.15\*Omapaino + 1.00\*1.50\*Tuulikuorma (alas)

Yhdistelmä 8 (MRT, Hetkellinen)

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

Yhdistelmä 9 (MRT, Hetkellinen)

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

Yhdistelmä 10 (MRT, Pysyvä)

1.00\*1.15\*Omapaino

Yhdistelmä 11 (MRT, Pysyvä)

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:

Mitoitusstandardi: EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009  
Kokonaiskäyttöaste: 82.4 %

#### MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja  $W_{net,fin}$ : L/200  
Korotuskertoin, vasen uloke: 2.00  
Korotuskertoin, oikea uloke: 2.00  
Nurjahdus z-suuntaan:  $L_c = 1.00 \cdot L$   
Nurjahdus y-suuntaan:  $L_c = 400.00 \text{ mm}$

Kiepahdus taivutuksesta  $M_y$  (y-askelin 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):	5.03 kN	12.58 kN	40.0 %	1154 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Veto:	0.40 kN	66.05 kN	0.6 %	1154 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Puristus:	0.44 kN	93.72 kN	0.5 %	1154 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus ( $M_y$ ):	2.65 kNm	3.25 kNm	81.8 %	1154 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	2.65 kNm	3.25 kNm	81.8 %	1154 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus+veto:	0.82	1.00	82.4 %	1154 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
( $M_y=2.65 \text{ kNm}$ , $M_z=0.00 \text{ kNm}$ , $N_x=0.40 \text{ kN}$ )					
Taivutus+puristus:	0.82	1.00	82.2 %	1154 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
( $M_y=2.65 \text{ kNm}$ , $M_z=0.00 \text{ kNm}$ , $N_x=0.44 \text{ kN}$ )					
Tukipaine, tuki 1:	9.63 kN	13.37 kN	72.0 %	1154 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekertoin = 2.03					
Tukipaine, tuki 2:	1.51 kN	6.94 kN	21.7 %	2660 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekertoin = 1.99					
Vasen uloke, $W_{inst}$ :	5.9 mm	-mm	0.0 %	0 mm	Yhdistelmä 15/1
Vasen uloke, $W_{net,fin}$ :	6.7 mm	11.5 mm	58.4 %	0 mm	Yhdistelmä 15/1
jänneväli 1, $W_{inst}$ :	-0.3 mm	-mm	0.0 %	1530 mm	Yhdistelmä 15/1
jänneväli 1, $W_{net,fin}$ :	0.4 mm	7.5 mm	5.1 %	1796 mm	Yhdistelmä 16/1

## 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)

Yhdistelmä 16/1 :

1.00°Omapaino + 1.00°Tuulikuorma (ylös)

## VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
$N_{x,max}$	0.56 kN	1154 mm
$V_{z,max}$	5.59 kN	1154 mm
$M_{y,max}$	3.10 kNm	1154 mm

## TUKIREAKTIOT:

FX:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN
2:	0.19 kN	-0.19 kN	0.12 kN	-0.12 kN

FZ:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	11.01 kN	-1.93 kN	6.52 kN	-1.16 kN
2:	1.57 kN	0.19 kN	1.07 kN	0.19 kN

- Tukipisteisiin syntyy nostetta, varmista ankkurointi

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

## TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus: Omapaino

Tuki:	FZ [kN]:
1:	0.33
2:	0.25

Kuormitustapaus: Lumikuorma

Tuki:	FZ [kN]:
1:	6.19
2:	0.82

Kuormitustapaus: Tuulikuorma (alas)

Tuki:	FX [kN]:	FZ [kN]:
1:	0.00	1.49
2:	-0.12	-0.06

Kuormitustapaus: Tuulikuorma (ylös)

---

Tuki:	FX [kN]:	FZ [kN]:
1:	0.00	-1.49
2:	0.12	0.08

---

**HUOMIOT:**

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosan A1:2008 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2009 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta
  - VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03937-12)
  - 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 20 mm taipumaa ylöspäin
  - Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
  - Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajatilamitoituksessa
  - Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
  - Rakenneseosan koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
  - Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetaileihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja
  - Kuomitusiedoissa esitetään lumikuorman ominaisarvo katolla.
  - Tämä on saatu kertomalla maassa oleva ominaislumikuorma katon muotokertoimella
- 

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

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

---