



Lausunto PRT-LAMI I-palkin käytöstä
NR-vaarnapalkissa -
Eurokoodi 5 mukainen mitoitus

Tilaaja: PRT-Lami Oy



Tilaaaja PRT-Lami Oy
Leiviskäntie 2
92930 Pyhäntä

Tilaus 8.5.2008 / Jukka Sydänmetsä

Yhteyshenkilö VTT:ssä Ari Kevarinmäki
VTT Asiantuntijapalvelut
PL 1000
02044 VTT
Puh. 020 722 5566, Fax. 020 722 7003
ari.kevarinmaki@vtt.fi

Tehtävä **Lausunto PRT-LAMI I-palkin käytöstä NR-vaarnapalkissa - Eurokoodi 5 mukainen mitoitus**

Yleistä Tämä lausunto perustuu VTT:n tutkimusselostukseen nro VTT-S-05627 *Evaluation report: Assessment of PRT-LAMI I-JOIST for European Technical Approval*", sen viiteluettelossa mainittuihin dokumentteihin, PRT-Lami Oy:n testausselesteeseen "I-palkki-vaarnapalkin testausseleste 28.9.2007" ja VTT:n tekemiin laskennallisiin tarkasteluihin ja vertailulaskelmiin. PRT-Lami Oy:n testausselesteessä 28.9.2007 on esitetty 12 tämän lausunnon mukaisen vaarnapalkin murtokuormitusten tulokset ja ko. palkkien mitoituslaskelmat. Testaukseen käytetty PRT-Lami Oy:n kuormituslaitteisto on kalibroitu VTT:n toimesta (VTT-S-05440-06).

Tämä lausunto koskee PRT-LAMI I-palkin käyttöä 42 tai 45 mm paksun 2-osaisen 2-tukisen NR-vaarnapalkin vedetyn reunan sauvana (ks. esimerkit liitteessä). Vaarnapalkin puristetun reunan sauva on mitallistettua lujuuslajiteltua sahatavaraa, jonka korkeusmitta on 95 - 123 mm. Vaarnapalkeissa käytettävät PRT-LAMI I-palkit ovat VTT:n tutkimusselestuksen nro VTT-S-05627 mukaisia 300, 350, 400 tai 450 mm korkeita liimattuja ohutuumpalkeja, joissa on 6 mm paksu uumalevy ja 70 mm korkeat ja 42 tai 45 mm leveät paarteet. PRT-LAMI I-palkkien paarteet valmistetaan C27 lujuusluokan sahatavarasta ja uumat EN 622-2 standardin mukaisesta HB.HLA1 tai HB.HLA2 luokan kovasta kuitulevystä.

PRT-LAMI I-palkissa käytettävän HB.HLA1 luokan kuitulevyn tasoleikkauslujuuden ominaisarvo $f_{r,k}$ on vähintään $2,2 \text{ N/mm}^2$ ja paneelileikkauslujuus $f_{v,k}$ vastaavasti $7,5 \text{ N/mm}^2$. X-luokan PRT-LAMI I-palkkien uumassa käytetään HB.HLA2 luokan levyä, jonka tasoleikkauslujuus $f_{r,k} \geq 3 \text{ N/mm}^2$ ja paneelileikkauslujuus $f_{v,k} \geq 10 \text{ N/mm}^2$.

Lausunto Yllämainitun aineiston perusteella VTT pitää PRT-LAMI I-palkkia sopivana käytettäväksi kaksiosaisen naulalevyvaarnapalkin vetosauvana käyttöluokissa 1 ja 2 edellyttäen, että rakenteet muotoillaan, mitoitetaan ja valmistetaan lähteissä /1/, /2/ ja /3/ esitetyllä tavalla noudattaen tässä lausunnossa annettuja täydentäviä tai korvaavia ohjeita.

Rakenteelliset ohjeet

I-palkillisessa NR-vaarnapalkissa käytetään yhtenäistä PRT-LAMI I-palkkia, joka kiinnitetään toisesta paarteesta naulalevyillä sahatavarasauvaan. Vaarnapalkin sahatavarasauva voi olla naulalevyillä päittäisjatkettua. Vaarnapalkin liittoliittiminä käytettävien naulalevyjen kiinnityspituuden l_e tulee olla I-palkin paarteessa vähintään $50 \text{ mm} + c$, kun c on naulalevyn sijoitustoleranssi ja kiinnityspituus l_e määritellään NR-suunnitteluohjeen /1/ kohdan 6.4 mukaisena naulalevyn keskimääräisenä peittopituutena reunaliitososassa.

I-palkin päädyissä käytetään sahatavarasta valmistettuja päätykalikoita, joiden pituus vastaa I-palkin korkeutta ja leveys on vähintään 70 mm. Päätykalikat kiinnitetään naulalevyillä I-palkin molempiin paarteisiin. Vaarnapalkki tuetaan päätykalikoiden tai päätykalikoiden ylitse jatkuvan sahatavarasauvan alta (ks. liitteen esimerkit).

I-palkin paarteisiin ei saa tehdä loveuksia, reikiä eikä muita heikentäviä työstöjä. Uman keskelle voidaan tehdä enintään $d = 150 \text{ mm}$ kokoisia pyöreitä reikiä $\geq d + 400 \text{ mm}$ keskiövälein, kuitenkin siten, että reiän etäisyys tuelta on vähintään $0,2L$, kun L on vaarnapalkin jänneväli.

Vaarnapalkki on suojattava varastoinnin ja kuljetuksen ajaksi vedeltä ja kosteudelta. Asennusaikana kannatteet on syytä suojata rakennustyön edetessä esim. kevytpeitteellä tai aluskatteella.

Mitoitus

I-palkillinen NR-vaarnapalkki mitoitetaan sellaisella Eurokoodi 5:n (EN 1995:2004) mukaiseen suunnitteluun hyväksytyllä NR-suunnitteluohjelmalla, jossa käytetään NR-suunnitteluohjeiden kohdan 4.3 mukaista tarkennettua rakennemallitusta. Mitoituksessa palkkia tarkastellaan kaksiosaisena vaarnapalkkina, jonka I-palkkiosa mallinnetaan $h \times b$ kokoiseksi suorakaideprofiiliksi, kun h on I-palkin korkeus (300, 350, 400 tai 450 mm) ja b leveys (42 tai 45 mm). Suorakaideprofiiliksi mallinnettujen I-palkkien lujuus- ja jäykkyysominaisuudet sekä 1200 mm naulalevyväliä vastaavat kiepahduskertoimet on esitetty taulukoissa 1 ja 2. Kiepahduskerroin k_{crit} on esitetty erikseen $b = 42$ ja 45 mm leveille palkeille.

Taulukko 1. NR-vaarnapalkissa suorakaideprofiiliksi mallinnetun I-palkin ominaislujuudet ja jäykkyysominaisuudet (N/mm^2), kun I-palkin uumalevynä käytetään HB.HLA1 luokan kuitulevyä.

	300/70	350/70	400/70	450/70
Taivutus $f_{m,k}$	17,2	15,3	13,7	12,5
Veto $f_{t,0,k}$	7,4	6,3	5,6	5,0
Veto $f_{t,90,k}$	0,6	0,6	0,6	0,6
Leikkaus $f_{v,k}$	1,2	1,2	1,0	0,9
Kimmomoduuli $E_{0,05}$	4900	4600	4200	3900
Kimmomoduuli $E_{0,mean}$	7000	6600	6000	5600
Kiepahduskerroin $k_{crit}^{*})$ $b = 42$	0,61	0,47	0,37	0,30
$b = 45 \text{ mm}$	0,67	0,53	0,42	0,34

*) Kun naulalevyjen välinen etäisyys on 1200 mm.

Taulukko 2. NR-vaarnapalkissa suorakaideprofiiliksi mallinnetun X-luokan I-palkin ominaislujuudet ja jäykkyysominaisuudet (N/mm^2), kun I-palkin uumalevynä käytetään HB.HLA2 luokan kuitulevyä.

	300/70X	350/70X	400/70X	450/70X
Taivutus $f_{m,k}$	17,3	15,3	13,8	12,5
Veto $f_{t,0,k}$	7,4	6,4	5,7	5,1
Veto $f_{t,90,k}$	0,6	0,6	0,6	0,6
Leikkaus $f_{v,k}$	1,5	1,6	1,3	1,1
Kimmomoduuli $E_{0,05}$	5200	4900	4500	4100
Kimmomoduuli $E_{0,mean}$	7600	7100	6600	6100
Kiepahduskerroin $k_{crit}^{*})$ $b = 42$	0,67	0,54	0,42	0,34
$b = 45$ mm	0,73	0,61	0,48	0,39

*⁾ Kun naulalevyjen välinen etäisyys on 1200 mm.

Taulukoissa 1 ja 2 esitetyille taivutus- ja vetolujuuksille käytetään Eurokoodi 5:n mukaisia sahatavaran kuorman keston muunnoskerroimia k_{mod} ja sahatavaran C27 osavarmuuslukua $\gamma_M = 1,4$. Leikkauslujuudelle $f_{v,k}$ käytetään vastaavasti kovan kuitulevyn muunnoskerrointa k_{mod} (ks. RIL 205-1-2007 taulukko 3.1) ja puulevyjen osavarmuuslukua $\gamma_M = 1,25$.

Suorakaideprofiiliksi mallinnetun I-palkin virumaluvulle k_{def} käytetään käyttöluokassa 1 arvoa $k_{def} = 1,0$ ja käyttöluokassa 2 $k_{def} = 1,4$.

Taulukossa 1 tai 2 esitetty osasauvan kiepahduskerroin k_{crit} kerrotaan taulukon 3 mukaisella aika- ja käyttöluokasta riippuvalla korjauskertoimella.

Kiepahduskerrointa käytetään I-palkin taivutustarkastelussa alueella, jossa

$$M_d \geq \frac{N_d \cdot H}{6}$$

kun M_d on I-palkin taivutusmomentti ja N_d on I-palkin normaalivoima (vetoa) ja H on I-palkin korkeus.

Alueella, jossa I-palkin taivutusmomentti $M_d \geq \frac{N_d \cdot H}{6}$, vaarnapalkin leikkausliitiminä käytettävien naulalevyjen välinen etäisyys saa olla enintään 1200 mm.

Taulukko 3. Kiepahduskertoimien korjauskertoimet.

Käyttöluokka	Kuorman aikaluokka				
	Pysyvä	Pitkäaikainen	Keskipitkä	Lyhytaikainen	Hetkellinen
1	0,76	0,85	0,96	1,03	1,05
2	0,62	0,70	0,80	0,87	0,91

NR-suunnitteluohjeen /1/ mukaista taivutuslujuuden korottamista solmupisteen kohdalla ei saa soveltaa PRT-Lami I-palkille.

Naulalevyliitosten mitoituksessa I-palkille käytetään C27 lujuusluokan sahatavaraalle naulalevylausunnossa annettuja tartuntalujuuksia ja liitosjäykkyysjä. Nau-

lalevyjen tehollinen tartuntapinta-ala I-palkin paarteessa lasketaan ottaen huomioon NR-suunnitteluohjeen mukaiset reuna- ja sijoitustoleranssivähennykset. Liitosalueen halkeamistarkastelussa (suunnitteluohjeen /1/ kohta 5.6) tarkasteltavan puun korkeusmittana h käytetään I-palkin kokonaiskorkeutta H .

Ei-rakenteellinen yhdistelmäpalkki

Mikäli naulalevyillä kiinnitetty yläosa on vain muodostamassa halutunlaista geometriaa I-palkille eikä sahatavaraosaa hyödynnetä vaarnapalkin rakenteellisena osana, yhdistelmäpalkki mitoitetaan Eurokoodi 5:n mukaan kuten normaali PRT-Lami I-palkki siten, että koko kuormitus otetaan I-palkilla. Tällöin palkin muotoilussa tulee kuitenkin noudattaa tässä lausunnossa esitettyjä vaarnapalkin rakenteellisia ohjeita ja kaikki naulalevyliitokset mitoitetaan vähintään NR-suunnitteluohjeen /1/ kaavan (6.44) mukaiselle asennusaikaiselle rasiitukselle. Palkin päiden päätykalikoiden kiinnitysnaulalevyt mitoitetaan tukireaktiivoimille olettaen yhdistelmäpalkin sahatavaraosa nollasauvaksi.

Yhdistelmäpalkissa I-palkin puristetun paarteen nurjahdustukivälinä voidaan laskelmissa käyttää naulalevyjen välistä etäisyyttä edellyttäen, että I-palkkiin kiinnitetty sahatavaraosiro on tuettu sivusuunnassa vähintään yhtä tiheästi.

Suunnitelma

NR-suunnitelmassa esitetään I-palkkiin liittyvät naulalevyt ja niiden sijoitus NR-suunnitteluohjeessa /1/ esitettyjen vaatimusten mukaisesti. Piirustuksessa esitetään I-palkin paarteiden ääriiviivat ja tunnuksiksi merkitään taulukon 1 mukaisia arvoja käytettäessä PRT-LAMI $b \times h / 70$ ja taulukon 2 mukaisten arvojen yhteydessä PRT-LAMI $b \times h / 70X$, kun b on palkin paksuus 42 tai 45 ja h on palkin korkeusmitta 300, 350, 400 tai 450. Suunnitelmassa viitataan tähän lausuntoon VTT-S-05826-08.

Laadunvalvonta

PRT-LAMI I-palkin käyttö naulalevyrakenteessa tämän lausunnon mukaan edellyttää, että naulalevyrakenteen ulkoista laadunvalvontaa suorittava laitos on hyväksynyt sen valmistajakohtaisesti ja valmistuksessa ja laadunvalvonnassa noudatetaan voimassa olevien naulalevyrakenteiden valmistus- ja laadunvalvontaohjeiden lisäksi mahdollisia ulkoisen laadunvalvonnan edellyttämiä lisäohjeita.

Naulalevyrakenteissa käytettävät PRT-LAMI I-palkit valmistetaan ilmoitetun tarkastuslaitoksen ulkoisen laadunvalvonnan alaisuudessa ja ne merkitään sen osoittavalla merkinnällä, tuotteen tyyppin osoittavalla merkinnällä, valmistajan nimellä ja valmistuspäivämäärällä. Naulalevyrakenteet merkitään niiden ulkoista laadunvalvontaa suorittavan laitoksen edellyttämällä tavalla.

Voimassaolo

Tämä lausunto on voimassa toistaiseksi kuitenkin enintään 30.6.2013 saakka.

Espoo, 27.6.2008

Lasse Mörönen
Erikoistutkija

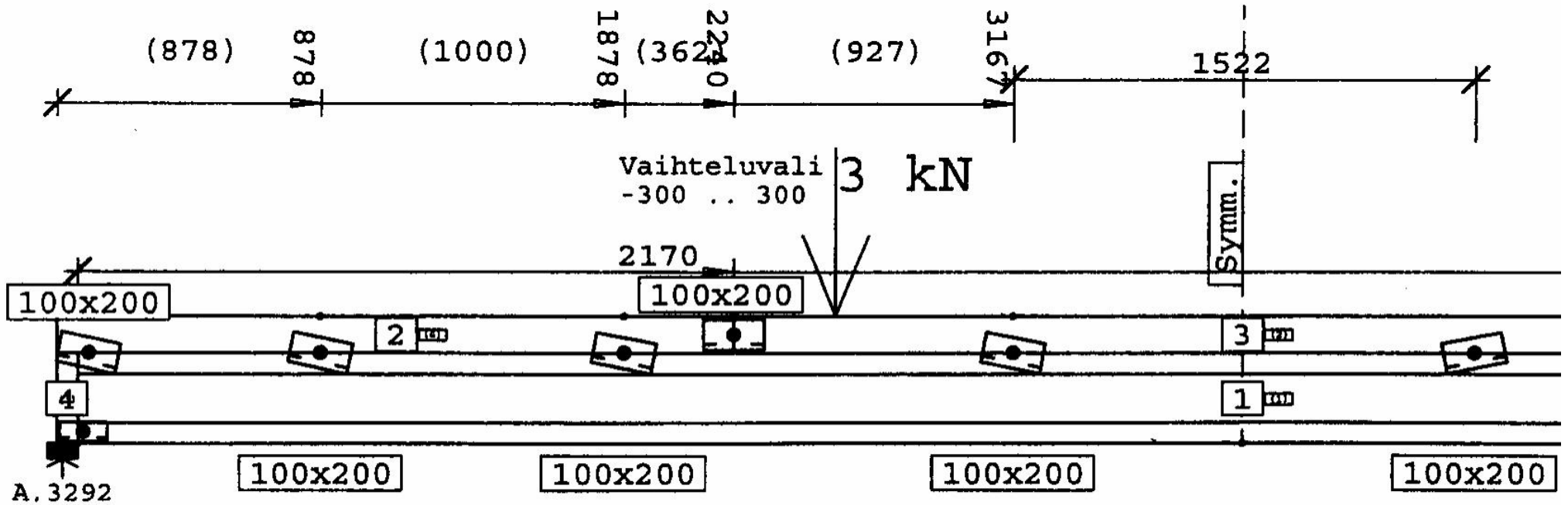
Ari Kevarinmäki
Erikoistutkija

Viitteet	/1/ Naulalevyrakenteiden suunnittelu, Eurokoodi 5 - EN 1995:2004, Sovellusohje. Inspecta Sertifiointi Oy 11.12.2007.	
	/2/ SFS-EN 14250:2004. Puurakenteet. Tuotevaatimukset esivalmisteisille naulalevyrakenteille. Suomen Standardoimisliitto.	
	/3/ RIL 205-1-2007. Puurakenteiden suunnitteluohje - eurokoodi EN 1995-1-1. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y. 2007.	
Liite	Esimerkkejä PRT-Lami I-palkin käytöstä NR-vaarnapalkissa, 3 s.	
Jakelu	Tilaaaja VTT/Arkisto	Alkuperäinen Alkuperäinen

Levy	LeveysxPituus	Kpl
M 18 H	65 x 160	4
M 18 H	100 x 200	20
	Summa	24
Yhteensa		24 kpl = 0.44 m ²

Puutavaratil. 139 dm³

PUUTAVARA JA LUJUUSLUOKAT
 Alapaarteet
 (1) 42x300 V30
 Ylapaarteet
 (2) 42x122 T24
 (3) 42x122 T24
 Diagonaalit
 (4) 42x70 T24



Puutavaratil. 62 dm³

PUUTAVARA JA LUJUUSLUOKAT

Alapaarteet

(1) 42x300 TP3

Ylapaarteet

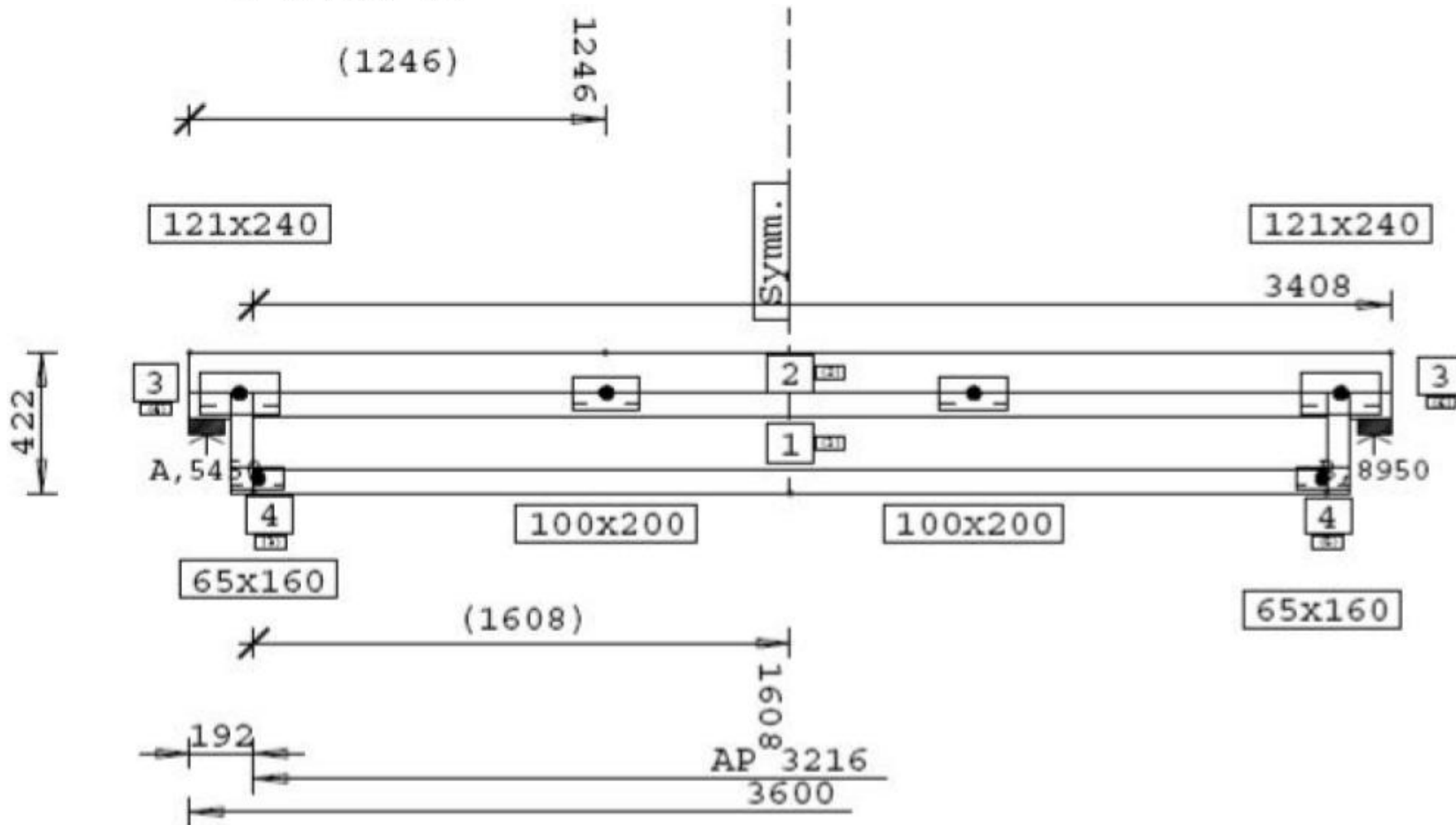
(2) 42x122 T30

Diagonaalit

(3) 42x122 T24

(4) 42x70 T24

Levy	LeveysxPituus	Kpl
M 18 H	65 x 160	4
M 18 H	100 x 200	4
M 18 H	121 x 240	4
	Summa	12
Yhteensa		12 kpl = 0.24 m ²



PUUTAVARA JA LUJUUSLUOKAT
 Alapaarteet
 (1) 42x300 TP3
 Ylapaarteet
 (2) 42x122 T30
 (3) 42x122 T30
 Diagonaalit
 (4) 42x122 T24
 (5) 42x70 T24
 (6) 42x122 T24

Levy	LeveysxPituus	Kpl
M 18 H	65 x 160	4
M 18 H	100 x 200	10
M 18 H	121 x 280	4
	Summa	18

