

HARJUPIRTTI

Lisäosa ja korjaus

Enni Seuri

Opinnäytetyö
Toukokuu 2012
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Talonrakennustekniikan suuntautumis-
vaihtoehto
Tampereen ammattikorkeakoulu

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Talonrakennustekniikan suuntautumisvaihtoehto

SEURI, ENNI:
Harjupirtti
Lisäosa ja korjaus

Opinnäytetyö 109 sivua, josta liitteitä 80 sivua
Toukokuu 2012

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia rakennussuunnitelmat Harjupirtti-nimisen tilan päärakennuksen lisäosaa varten sekä kyseisen rakennuksen korjaus- ja muutostöitä varten. Kyseinen rakennus on lähes 200 m²:n kokoinen vanha hirsirakennus. Nykyiseen asumiskäyttöön se on liian suuri, ja sen lämpimänä pitäminen talviaikaan on kallista ja hankalaa. Lisäksi rakennus on paikoin vaurioitunut.

Työ aloitettiin mittaamalla ja kuvaamalla rakennus, jonka jälkeen siitä laadittiin piirustukset nykyisessä muodossa. Lisäosa suunniteltiin nykyisten määräysten mukaisesti ja mitoitettiin Eurokoodin mukaisesti kantavien rakenteiden osalta.

Rakennuksen korjaustöistä suurimmat ovat alapohjan rakenteen muuttaminen, kengitys, eli hirsikehikon alimpien hirsien uusiminen, sekä vesikaton uusiminen. Lisäksi rakennuksesta halutaan poistaa vettä vaativat toiminnot kokonaan. Korjaus- ja muutostöiden moninaisuuden vuoksi päädyttiin suositteluun koko nykyisen rakennuksen purkamista ja uudelleen kokoamista tarvittavat korjaukset ja muutokset tehden.

Koko suunnittelutyön laajuuden vuoksi tähän opinnäytetyöhön ei sisällytetty täydellisiä mitoituksia ja piirustuksia, vaan kohteen suunnitelmia tulee vielä tarkentaa opinnäytetyön ulkopuolella.

Asiasanat: lisäosa, korjausrakentaminen, hirsitalo

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree programme in Civil Engineering
Option of Structural Engineering

ENNI SEURI:
Harjupirtti
Extension and renovation

Bachelor's thesis 109 pages, appendices 80 pages
May 2012

The object of this thesis was to design extension and renovation to an old log house, the main building of the estate Harjupirtti. The building in question is nearly 200 m² in area, which is too large for the current use. Heating during winter months is expensive and difficult. In addition the building is damaged in multiple places.

First the building was measured and photographed and blueprints made according to these. Secondly the extension was designed in accordance with Finnish building regulations. Load-bearing structures were designed according to the Eurocodes.

The renovations include changing the structure of the base floor, replacing the lowest logs and remaking the roof. In addition, all water-requiring functions are to be removed from the old building. Due to the vast variety and magnitude of the repairs, it was concluded that the best course of action would be to deconstruct the whole building and then rebuild it making the repairs and changes.

Because the designing work in question is rather large, all of it is not included in this thesis. For the proper designs the work must be continued after the thesis.

Key words: building extension, renovation, log house

Sisällysluettelo

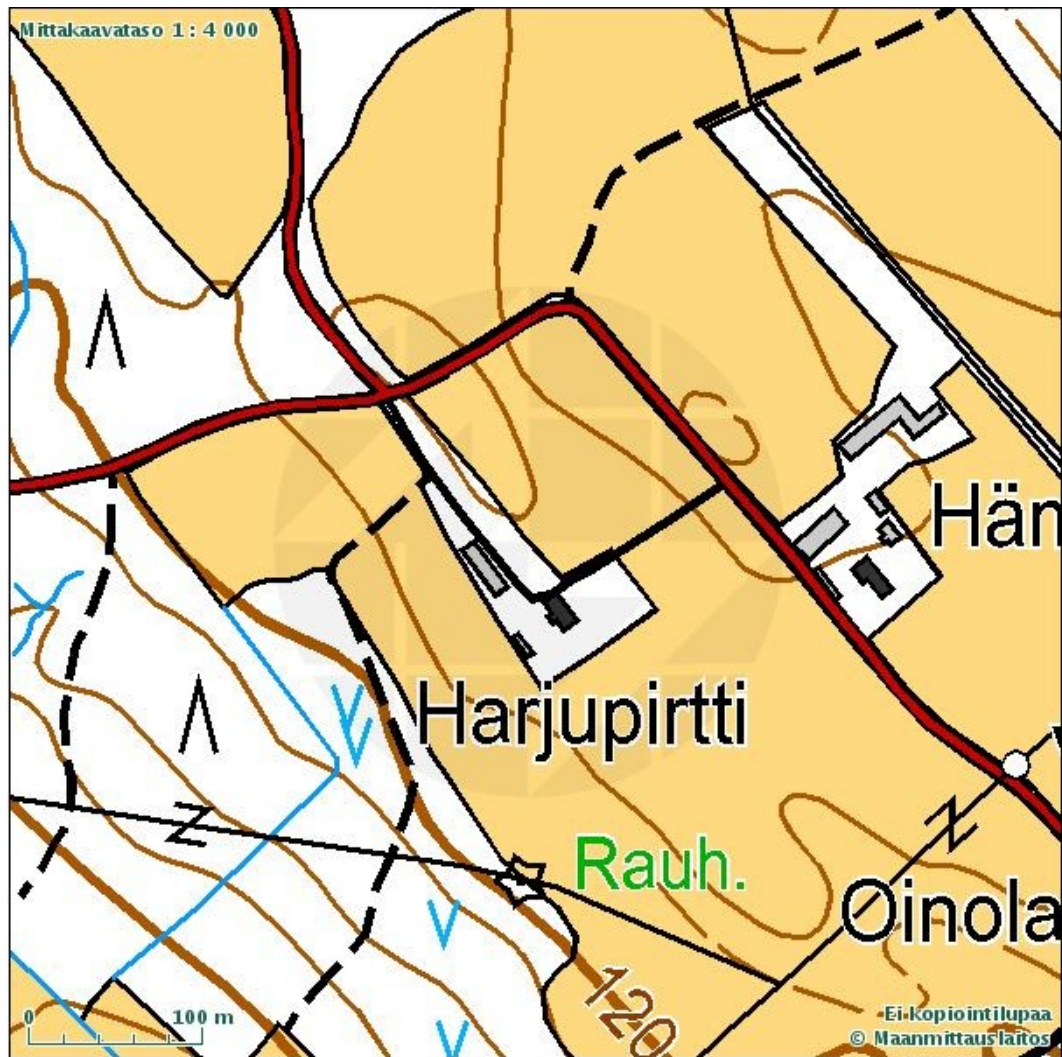
1 JOHDANTO.....	5
2 RAKENNUSKOHDDE.....	6
2.1 Piirustukset.....	7
3 LAAJENNUS.....	9
3.1 Suunnitteluperusteet.....	10
3.2 Runko.....	11
3.3 Perustukset.....	12
3.4 Lämmöneristys ja lämmitys.....	12
3.5 Routasuojaus.....	13
3.6 Ilmanvaihto.....	13
3.7 Paloturvallisuus.....	14
3.8 Lumiesteet.....	15
4 KORJAUS- JA MUUTOSTYÖT.....	16
4.1 Nykyinen rakennuksen kunto.....	16
4.2 Märkätilojen poisto.....	23
4.3 Alapohjan rakenteen muuttaminen.....	24
4.4 Kengitys.....	24
4.5 Vesikatto ja ullakkotila.....	25
4.6 Lämmitys.....	26
4.7 Muuta huomioitavaa.....	26
5 LOPUKSI.....	27
LÄHTEET	
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä suunnitelmat Juvalla sijaitsevan Harjupirtti -nimisen tilan päärakennuksen laajennus- ja muutostöitä varten. Kyseinen päärakennus on hirsirunkoinen ja sen vanhin osa on oletettavasti 1800-luvulla rakennettu. Rakennusta on vuosien varrella laajennettu ja sisätiloja muutettu. Nyt rakennuksen omistaja ja työn tilaaja, Pentti Seuri, haluaa siirtää ympärivuotisen asumisen rakennettavaan lisäosaan. Lisäksi olemassaolevasta rakennuksesta halutaan poistaa kaikki vettä vaativat toiminnot niiden riskialttiuden vuoksi sekä palauttaa alapohja tuulettuvaksi rossipohjaksi.

2 RAKENNUSKOHDE

Työn kohteena on hirsirunkoinen talo Juvalla, Itä-Suomessa, osoitteessa Kas-
kiinharjuntie 83, 51980 LAUTEALA. Rakennuksen nykyinen asuinpinta-ala on
vajaa 200 m². Rakennuksesta ei ole olemassa esimerkiksi piirustuksia tai muita
dokumentteja rakentamisen eri vaiheista ja muutoksista. Oletettavasti rakennuk-
sen vanhin osa on rakennettu 1800 -luvun alussa ja uudempi osa 1900 -luvun
alussa. 60-luvun tietämillä erityisesti uudempaan osaan on tehty pintarakentei-
den muutostöitä. Lisäksi rakennukseen on lisätty sisä vessa, sauna- ja suihkuti-
lat sekä nykyaikainen keittiö juoksevalla vedellä. Nämä märkätilat ovat kuitenkin
vaihtelevissa määrin epäonnistuneet aiheuttaen vaurioita. Rakennuksessa on
alunperin ollut joko rossipohja tai multisilta, mutta alapohjarakenne on kenties
muiden sisämuutosten yhteydessä muutettu maanvaraiseksi laataksi. Kyseessä
on kuitenkin niin sanottu roskavalu, eli raudoittamaton, vähän sementtiä sisältä-
vä laatta, joka on sittemmin painunut ja halkeillut siinä määrin, että vanhimman
osan lattiapinta on täytynyt suoristaa. Hirsirakenteiset ulkoseinät on verhoiltu
pystylaudoituksella. Vesikatteen materiaali on pelti.



KUVA 1. Kartta Harjupirtti -nimisestä tilasta ja ympäröivästä maastosta. (Maanmittauslaitos/Kansalaisen karttapaikka)

2.1 Piirustukset

Rakennuksesta ei ole olemassa mitään piirustuksia, joten työ aloitettiin laatimalla piirustukset nykyisistä rakenteista. Tätä varten rakennus mitattiin, kuvattiin ja tutkittiin rakenteita päällisin puolin sekä muutamien paikoin hieman rakenteita avaamalla, esimerkiksi raottamalla julkisivulaudoitusta sopivin paikoin. Varsinaiseen rakenteiden avaukseen ei kuitenkaan ryhdytty työn luonteen vuoksi. Piiloon jäävät rakenteet onkin piirustuksissa esitetty osin todennäköisinä rakentei-

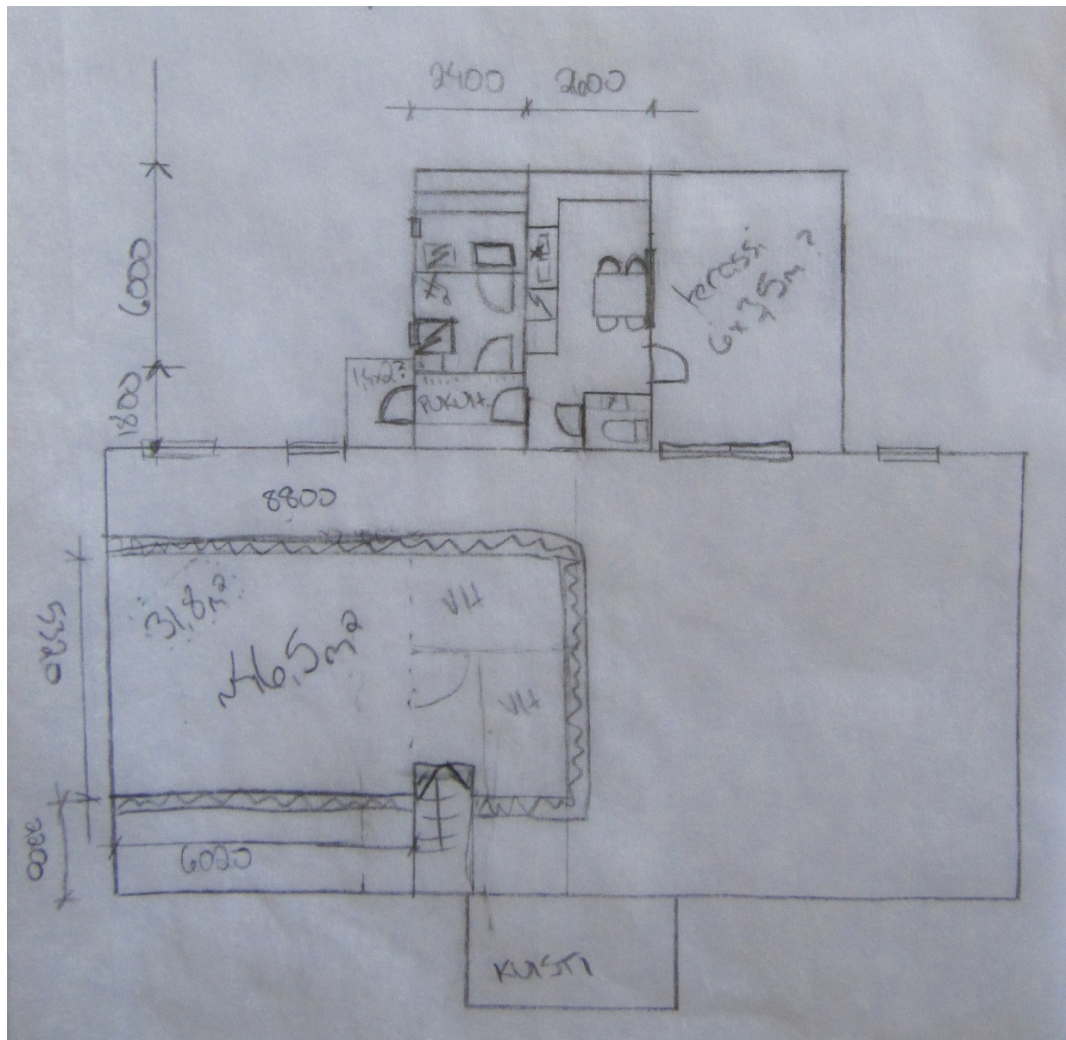
na, sillä täyttä varmuutta esimerkiksi väliseinien rakenteista ei ole. Lisäksi rakennusta on vuosien varrella kunnostettu vaihtelevin menetelmin ja osin arveluttavalla ammattitaidolla, joten on mahdollista, että esimerkiksi väliseinät ovat kaikki keskenään erilaisia ja että rakenteissa on muusta poikkeavia kohtia kunnostustöiden jäljiltä. Kun kohteen muutostöitä ryhdytään toteuttamaan, suunnitelmia muokataan tarvittavin osin, mikäli rakenteet osoittautuvat erilaisiksi kuin on arveltu. Maanmittauslaitoksen karttojen avulla selvitettiin rakennuksen asuinkerroksen lattian korkeusaseman olevan noin +128.000. Tämä korkeusasema ei ole aivan tarkka, mutta tarkemman tiedon puuttuessa sitä on käytetty rakennuksen korkeusasemien määrittelyssä.

Olemassa olevasta rakennuksesta laadittiin julkisivupiirustukset (Liite 10), pohjakuva asuinkerroksesta (Liite 9) sekä kolme leikkausta (Liite 11).

3 LAAJENNUS

Tilaaja esitti toiveen laajennuksesta, johon tulisi noin kaksi makuuhuonetta sekä asunnon oheistilat: keittiö, WC, sauna- ja suihkutilat sekä kodinhoitotilat. Lisäksi tilaaja toivoi terassin suunnittelua rakennuksen sivulle.

Laajennusta luonnosteltiin ensin useaan otteeseen. Ensimmäisessä luonnoksessa laajennus sijoittui rakennuksen itäisivulle ja lisämakuuhuoneet olemassa olevan rakennuksen ullakotilaan (kuva 2).



KUVA 2. Ensimmäinen luonnos laajennuksesta. (Kuva: Enni Seuri 2011)

Tämä luonnos kuitenkin hylättiin ja päädyttiin lisäosan sijoittamiseen rakennuksen pohjoispäättyyn. Tähän päätökseen vaikuttivat pääosin katon rakenteet sekä tilojen sijoittelu. Tilaaja koki rakennuksen sivulle sijoitetun lisäosan kattoliit-
tymineen turhaksi riskirakenteeksi. Lisäksi työn aikana päätettiin, että lisäosan tiloja tulisi voida käyttää täysin riippumatta olemassa olevasta rakennuksesta, toisin sanoen haluttiin voida jättää nykyinen rakennus kylmilleen, mikäli siinä ei asuta.

Rakennuksen päättyyn sijoitettavasta lisäosasta laadittiin luonnos, jota tilaajan toiveiden mukaisesti muokattiin. Lopulta lisäosasta oli olemassa kaksi luonnosta (Liite 3 ja liite 4), jotka jätettiin luonnoksen asteelle mikäli niihin vielä koetaan tarvetta palata, sekä luonnos, joka päätettiin toteuttaa. Tämä luonnos otettiin pienin muutoksin lisäosan pohjakuvaksi (Liite 5), jonka perusteella rakenteet suunniteltiin.

Lisäosasta laadittiin julkisivupiirustukset (Liite 6), pohjakuvat kummastakin kerroksesta (Liite 5) sekä kaksi leikkausta (Liite 7). Lisäksi tehtiin alustava plaani ala- ja välipohjasta (Liite 8).

Lisäosan suunnittelussa tärkeä ohjaustekijä oli tilaajan halu tehdä työ pääosin itse ja mahdollisuuksien mukaan niin sanotusta kotitarvepuutavarasta, eli tässä tapauksessa itse omasta metsästä hankitusta puutavarasta.

3.1 Suunnitteluperusteet

Lisäosa on suunniteltu Eurokoodin vaatimusten mukaisesti, erityisesti osan EN1995-1 Puurakenteiden suunnittelu, ohjeituksen mukaisesti. Lisäksi on huomioitu soveltuvien osien Suomen rakentamismääräyskokoelman vaatimukset ja ohjeistukset sekä RT-kortit esimerkiksi tilojen ohjeellisten kokojen ja rakenteiden yksityiskohtien suositusten ja vaatimusten osalta.

3.2 Runko

Lisäosan kantava runko toteutetaan puutavarasta. Tilaaja tulee käyttämään kohteessa niin sanottua kotitarvepuuta mahdollisimman paljon. Rungon kantavat osat toteutetaan kuitenkin C24 -lujuusleimatusta sahatavarasta sekä Kerto-S -tuotteista.

Mitoituksen (Liite 2) perusteella kantavat osat toteutetaan seuraavasti:

- kattopalkit: Kerto-S, 45x360 mm kk900
- välipohjapalkit: Kerto-S, 51x300 mm kk400
- alapohjapalkit: Kerto-S, 51x360 mm kk400
- harjapalkki: Kerto-S, 75x400 mm tuplapalkkina
- pilarit: C24, 45x200 mm kk600
- kehäpalkit: sama kuin vastaava ala- ja välipohjapalkisto
- ala- ja yläohjauspuut: C24, 45x200 mm

Terassin rakenteet toteutetaan sahatavasta seuraavasti (Liite 1):

- kattopalkit: 50x100 mm kk600
- ruoteet: 50x50 mm kk400
- yläjuoksu: 50x100 mm
- pilarit: 100x100 mm tai 2x 50x100 mm kk1200
- lattiapalkit: 50x100 mm kk600

Kuistin osalta mitoitusta ei ole tehty. Mitoitus toteutetaan opinnäytetyön ulkopuolella. Tavoitteena on käyttää kuistin kantavissa rakenteissa lähinnä kotitarvepuuta 50x100 mm, eli niin sanottua kakkosnelosta.

3.3 Perustukset

Kohteessa ei ole tehty pohjatutkimuksia, joten maaperän laatu tulevalla rakennuspaikalla ei ole tiedossa. Tämän vuoksi perustuksien mitoitus jätettiin opinäytetyön ulkopuolella toteutettavaksi, kun maaperän kantavuus on selvitetty. Todennäköisesti kohteessa tulee riittämään tavanomainen antura/perusmuuri-perustus, joka piirustuksissa on ilman tarkempia tietoja esitetty.

3.4 Lämmöneristys ja lämmitys

Lämmöneristys mitoitetaan nykyisen normitalon ja passiivitalon väliin.

Passiivitalon U-arvot määritellään suuntaa-antavasti seuraavasti:

- Ulkoseinä 0,07 – 0,1 W/m²K
- Alapohja 0,08 – 0,1 W/m²K
- Yläpohja 0,06 – 0,09 W/m²K
- Ikkuna 0,7 – 0,9 W/m²K
- Kiinteä ikkuna 0,6 – 0,8 W/m²K
- Ulko-ovi 0,4 – 0,7 W/m²K (Energiaviisas talo)

Lasketaan U-arvot käyttäen eristeenä mineraalivillaa Isover KL, $\Lambda=0,037$ W/mK.

Rakenteiden eristepaksuuksien ja U-arvojen tulisi siis olla seuraavat:

- ulkoseinä: 218-529 mm, 0,17-0,07 W/m²K
- yläpohja: 411-617 mm, 0,09-0,06 W/m²K
- alapohja, ryömintätilaan rajoittuva: 411-462 mm, 0,09-0,08 W/m²K
- ikkuna, ovi: 1,0 W/m²K

Tällä hetkellä olemassa olevassa rakennuksessa on käytössä maalämpö, jota täydennetään talviaikaan puulämmityksellä. Maalämpö siirretään lisäosaan vesikiertoiseen lattialämmitykseen ensimmäisessä kerroksessa. Lisäosan kumpaankin kerrokseen tulee lisäksi tulisija, joilla lämmitystä voidaan täydentää tai tarvittaessa esimerkiksi pitkän sähkökatkon aikana jopa täysin korvata.

Ensimmäisen kerroksen tulisijalle tehdään oma perustus, joten se voi olla raskasrakenteinen, varaava tulisija. Toisen kerroksen tulisija sen sijaan on lattia-palkiston varassa, joten sen on oltava kevytrakenteinen, ei-varaava.

3.5 Routasuojaus

Lisäosan routasuojaus toteutetaan esimerkiksi ESP-levyillä. ESP-levyillä toteuttuna routasuojauksena käytetään 2x50 mm ESP-levyä metrin leveydellä, nurkissa 3x50 mm 1,5 m leveydellä. (EPS-eristeet, Routasuojauksen mitoitusohjeet 2000) Lisäksi ryömintätilaan tulee laittaa koko alalle noin puolen metrin kerros kevytsoraa routaeristeeksi ja kapillaarikatkoksi. Kevytsorakerros edesauttaa tuuletetun välipohjan tarkoituksenmukaista lämpö- ja kosteusteknistä toimintaa nykyisten lämmöneristysmääräysten mukaisesti toteutetun alapohjan kanssa.

3.6 Ilmanvaihto

Lisäosan ilmanvaihto toteutetaan painovoimaisena. Erityisesti puulämmitteisen saunan sekä suihkutilan ilmanvaihto tulee suunnitella huolella. Keittiöön asennetaan liesituuletin. Ilmanvaihdon tarkempi suunnittelu ei sisälly tähän opinnäytetyöhön.

3.7 Paloturvallisuus

Laajennus suunnitellaan omaksi palo-osastokseen vanhan rakennusosan jäädessä omakseen. Ullakolle tulevien osastoivien rakenteiden, kuten myös osastoivan seinärakenteen paloluokkavaatimus on P3-paloluokan rakennuksessa EI 30.

Tämä tarkoittaa, että osastoivien rakenteiden tulee täyttää tiiviys- ja eristävyysvaatimukset 30 minuutin ajan palon syttyessä. Osastoivaksi rakenteeksi voidaan hyväksyä myös rakenne, joka täyttää vaatimukset vain tiiviyn E osalta. P3 -luokan rakennuksen kantaville rakenteille ei ole esitetty kantavuusvaatimuksia palotilanteessa.

EI 30 -vaatimuksen täyttää esimerkiksi kaksi 13 mm:n tyyppihyväksyttyä kipsilevyä (Knauf).

Osastoivassa rakennusosassa olevan oven palonkestävyysajan tulee yleensä olla vähintään puolet osastoivalle rakennusosalle vaaditusta palonkestävyysajasta. Osastoivan oven tulee yleensä olla itsestään sulkeutuva ja salpautuva. Jos ovea pidetään auki normaalikäytössä, se on varustettava laittein, jotka sulkevat sen palotilanteessa. (RakMk E1 (2011) s.18) Kunnan rakennusvalvontaviranomaiselta on tiedusteltava, tuleeko kyseisessä kohteessa käytettävän oven täyttää vaatimus itsestään sulkeutumisesta.

P3 -luokan asuinrakennuksen sisäpintojen ja ulkoseinän pintamateriaalien tulee olla vähintään luokkaa D-s2, d2 (RakMk E1 (2011) s. 21 ja 24). Tämän vaatimuksen täyttävät kaikki tavanomaiset pintamateriaalit. Vesikaton katteen on yleensä oltava luokkaa BROOF(t2) (RakMk E1 (2011) s. 25).

Jos 2-kerroksisen P3- tai P2-luokan rakennuksen varatienä käytettävältä parvekkeelta tai ikkunalta pudottautumiskorkeus maanpinnalle tai muulle palossa turvalliselle paikalle on yli 3,5 m, pääsy turvaan varmistetaan aina kiinteillä tikkailla (RakMk E1 (2011) s. 29).

Lisäosaan on asennettava sähköverkkoon kytkettävä palovaroitin (RakMk E1 (2011) s. 34).

Savupiippu ja tulisijat tulee toteuttaa Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaisesti.

3.8 Lumiesteet

Lisäosan katolle tulee asentaa lumieste terassin kohdalle. Terassin kattomateriaalina on valokate, joka ei kestä rakennuksen katolta valuvaa lumikuormaa.

4 KORJAUS- JA MUUTOSTYÖT

4.1 Nykyinen rakennuksen kunto

Rakennus on paikoin selkeästi vaurioitunut. Alin hirsikerta, kenties toinenkin, on lahonnut ja rakennus on kengityksen tarpeessa. Ainakin rakennuksen vanhimman päädyn lattiarakenteena on maanvarainen laatta, joka on painunut ja halkeillut niin pahasti, että tuvan lattia on täytynyt suoristaa päällipuolisella koolauksella ja uudella lattiapinnalla. Sauna- ja pesutiloissa on ollut havaittavissa kosteusvaurioita. Vesi- ja viemärlaitteistojen kunnosta ei ole varmuutta, mutta hyvin todennäköisesti ne vuotavat ainakin ajoittain, erityisesti jäätymisen seurauksena. Vesikatto on uusittava. Ullakolla on havaittu hirsissä mahdollisia laho- vaurioita, joiden aste ja laajuus tulee tutkia huolellisesti korjaustöiden yhteydessä.



KUVA 3. Päärakennus ja piharakennuksia. (Kuva: Enni Seuri 2010)



KUVA 4. Rakennuksen alin hirsikerta on selkeästi lahonnut. Rakennus on kengityksen tarpeessa. (Kuva: Enni Seuri 2010)



KUVA 5. Perustukset ovat painuneet epätasaisesti. (Kuva: Enni Seuri 2010)



KUVA 6. Julkisivulaudoitus on viety perusmuuriin asti. Korjaustoimenpiteitä tehtäessä tulee kiinnittää huomiota paitsi riittävään ulkolaudoituksen tuuletusväliin, myös verhoilun alapään ja mahdollisen alla olevan rakenteen riittävän suureen väliin kosteusvaurioiden välttämiseksi. Lisäksi ulkolaudoituksen alapään tulee olla vähintään 300 mm korkeudella maanpinnasta. (Kuva: Enni Seuri 2010)



KUVA 7. Ulkoseinien lämmöneristystä on yritetty parantaa niin sanotulla humpuukilla. (Kuva: Enni Seuri 2010)



KUVA 8. Rakennuksen itäsivu. (Kuva: Enni Seuri 2010)



KUVA 9. Rakennuksen pohjoissivu. (Kuva: Enni Seuri 2010)



KUVA 10. Rakennuksen eteläsivu. (Kuva: Enni Seuri 2010)



KUVA 11. Rakennuksen länsisivu. (Kuva: Enni Seuri 2010)



KUVA 12. Oletettavasti 1960-luvun tienoilla tehtyjä sisätiloja. (Kuva: Enni Seuri 2010)



KUVA 13. Vanhimman osan sisäpintoja. Uusi laudoitus peittää käytöstä poistetun oviaukon. (Kuva: Enni Seuri 2010)



KUVA 14. Vanhimman osan ullakkotilaa. (Kuva: Enni Seuri 2010)



KUVA 15. Korjailtuja kattorakenteita. (Kuva: Enni Seuri 2010)



KUVA 16. Katon kannattajarakenteita. (Kuva: Enni Seuri 2010)

4.2 Märkätilojen poisto

Rakennuksessa tiedetään tapahtuneen jonkinlainen suuri vesivahinko, ajankohdasta tai vahingon tarkemmasta laajuudesta sekä tehdyistä korjaustoimenpiteistä ei kuitenkaan ole varmuutta. Rakennus ei ole jatkuvasti ympärivuorokautisessa käytössä, joten riski vesi- ja viemäriinjojen jäätymisestä ja tästä aiheutuvasta putkirikosta ja edelleen vesivahingosta on merkittävä. Edelleen märkätilat vanhassa hirsirunkoisessa rakennuksessa ovat toteutukseltaan aina hieman arveluttavia. Näistä syistä tilaaja tahtoo kaikki vettä vaativat toiminnot poistettavaksi

vanhasta rakennuksesta. Nämä tilat (keittiö, WC, sauna-, suihku- ja kodinhoitotilat) sijoitetaan rakennettavaan lisäosaan. Tiloista, joissa kyseiset toiminnot tällä hetkellä sijaitsevat, tehdään asuin-, oleskelu- ja varastotiloja (Liite 12).

4.3 Alapohjan rakenteen muuttaminen

Olemassa olevan rakennuksen alapohja muutetaan rossipohjaksi, jollainen se on oletettavasti ainakin joskus ollut. Routaeristeeksi on syytä lisätä tuuletustilaan noin puolen metrin kevytsorakerros niin, että riittävä ryömintäkorkeus, vähintään 800 mm, säilytetään. Oletettavasti rakennuksessa ei ole perustusten ulkopuolella routaeristystä. Näin ollen myös perustusten ulkopuolinen routaeristys on syytä asentaa. Rakennus on tarkoitus muuttaa talviaikana kylmänä pidettäväksi, joten routaeristeiden mitoitus tehdään kylmän tilan mukaisesti. Routaeristeen mitoitus tehdään käyttäen ESP-levyjä, jolloin routaeristeen tulee olla esimerkiksi seuraavanlainen: paksuus 200 mm, asennussyvyys 0,4 m, leveys 2 m. Routaeristeen alapuolella on oltava vähintään 200 mm routimatonta materiaalia. (EPS-eristeet, Routasuojauksen mitoitusohjeet 2000) Routaeristeen mitoitus tulee tarkistaa vastaamaan valittua eristettä ja sen ominaisuuksia.

4.4 Kengitys

Rakennuksen alin, mahdollisesti kaksi alinta, hirsikertaa on jätetty betonivalun ja perustusten rappauksen sisään. Luonnollisesti näissä oloissa hirret ovat alkaneet lahota, joten rakennus on kengitettävä. Ottaen huomioon millainen prosessi on kyseessä ja mitä muuta rakennukselle on tarpeen tai tarkoitus tehdä, on vakavasti harkittava vaihtoehtona rakennuksen purkamista ja uudelleenpystyttämistä tarvittavat muutokset ja korjaukset tehden.

4.5 Vesikatto ja ullakkotila

Vesikatteen tiedetään lähteneen myrskytuulen mukaan rakennuksen toiselta lappeelta vuonna 1993 tai 1994. Tästä johtuen ei ole havaittavissa suuria rakennevahinkoja, mutta rakenteet ovat muuten hieman arveluttavassa kunnossa ja vesikaton kannattajarakenteita on selvästi paikkailtu vuosien saatossa. Näistä syistä vesikate halutaan uusida. Samassa yhteydessä on syytä pidentää räystäätä nykyisestä noin 0,6 m:stä vähintään 0,8 m:iin. Pidempi räystäs suojaa koko ulkoseinää vesisateelta paremmin pidentäen seinärakenteen käyttöikää ja vähentäen kosteusvaurioriskiä.

Työn alkaessa oli ajatuksena, että nykyisen rakennuksen ullakkotilaa hyödynnettäisiin asuintilana. Ullakkotila on varsin korkea, joten keskelle rakennusta olisi saanut asuttavan kokoiset huoneet. Tätä ajatusta olisi kuitenkin rajannut Suomen rakentamismääräyskokoelman vaatimus asuinhuoneen ikkunapinta-alasta, vähintään 10% huoneen asuinpinta-alasta. Lisäosan tullessa rakennuksen pohjoispäätyyn on mahdotonta saada ikkunoita olemassaolevan rakennuksen pohjoispäähän ja toisaalta olemassaolevan rakennuksen eteläpääty on ullakolla niin matala, ettei sinne ole järkevää rakentaa asuintiloja ainakaan korottamatta koko rakennuksen kattoa. Ajatus asuintiloista nykyisen rakennuksen ullakolla hylättiin siis hyvin varhaisessa vaiheessa. Ullakkotilaa voi kuitenkin hyödyntää varastointitilana, mihin se luonnollisesti on tarkoitettukin. On syytä tyhjentää ullakkotilat rojusta, jota siellä tällä hetkellä jonkin verran on ja tarkistaa rakenteiden kunto sekä lämmöneristeet. Ullakolla on korkeussuunnassa reilusti tilaa, joten yläpohjan lisälämmöneristäminen tulee helposti kyseeseen, mikäli rakennus halutaan ottaa talvisin asuinkäyttöön.

4.6 Lämmitys

Tällä hetkellä olemassa oleva rakennus lämmitetään maalämmöllä, joka jaetaan vesikiertoisilla pattereilla. Lämmitystä täydennetään puulämmityksellä vanhimmassa osassa sijaitsevien tulisijojen avulla.

Maalämpö siirretään lisäosaan, jolloin olemassa olevan rakennuksen lämmitys jää tulisijojen varaan. Rakennuksen ei ole kuitenkaan enää tarkoitus olla talviasuttava, joten nämä riittävät. Mikäli rakennus halutaan myöhemmin ottaa uudelleen käyttöön myös talviaikana, lämmitystä tulee harkita uudelleen. Kyseen voi silloin tulla esimerkiksi suora sähkölämmitys, sähkölattia lämmitys tai mahdollisesti maalämmön jakaminen ainakin osaan rakennusta.

Olemassa olevaa rakennusta on kuitenkin rakenteiden kestävyys nimissä syytä lämmittää silloin tällöin. Rakennuksessa sijaitsee vanhimmassa osassa puulämmitteinen tulisijarykelmä, joka koostuu takasta, leivinuunista ja hellasta. Näiden lämmitys ainakin muutaman kerran talven aikana on erittäin suotavaa.

4.7 Muuta huomioitavaa

Rakennuksen palauttamista johonkin sen historian aikaiseen olotilaan kannattaa harkita. Museovirastolta voi tiedustella tukea tällaiseen hankkeeseen. Esimerkiksi 1960-luvulla tehdyt pintamuutokset voisi poistaa ja palauttaa hirsiseinät näkyviin siellä, missä niitä on. Myös kiinteiden kalusteiden, lähinnä vaatekaappien osalta voisi harkita aiempien aikakausien mukaisten kalusteiden hankkimista. Kyseinen rakennus on ikänsä, kokonsa ja nykyisen pohjansa puolesta melko harvinainen, joten sen säilyttäminen entisöitynä olisi kulttuurihistoriallinen teko.

5 LOPUKSI

Työn kohteena olevan projektin laajuuden vuoksi tähän opinnäytetyöhön sisällytettiin vain osa projektin suunnittelua. Suunnittelutyötä tulee jatkaa opinnäytetyön ulkopuolella kaikkien tarvittavien suunnitelmien; rakenteiden mitoituksen ja piirustusten, valmiiksi saamiseksi. Työhön ei sisällytetty liitosten mitoitusta minäkään rakenneosan kohdalla.

Kohteen määräystenmukaisuus erityisesti lämmöneristyksen ja kokonaisenergiankulutuksen kannalta tulee tarkistaa lupahakemuksen ajankohdan mukaisia määräyksiä vastaaviksi.

LÄHTEET

EPS-eristeet, Routasuojauksen mitoitusohjeet 2000

Knauf. Rakennusfysiikka. Luettu 23.11.2011. http://rakennusjarjestelmat.knauf.fi/physics/ph_fire/constructions.html.

Maanmittauslaitos. Kansalaisen karttapaikka.
www.kansalaisen.karttapaikka.fi.

Paroc. Energiaviisas talo. Rakennesuunnittelijan opas. Luettu 14.11.2011
<http://www.energiaviisastalo.fi/?cat=Rakennesuunnittelijan+opas>.

LIITTEET

Liite 1 Mitoituslaskelmat, terassi

Liite 2 Mitoituslaskelmat, laajennus

Liite 3 Laajennusluonnos a

Liite 4 Laajennusluonnos b

Liite 5 Pohjakuvat, laajennus

Liite 6 Julkisivut, laajennus

Liite 7 Leikkaukset, laajennus

Liite 8 Ala- ja välipohjaplaanit, alustavat, laajennus

Liite 9 Pohjakuva, olemassaoleva rakennus

Liite 10 Julkisivut, olemassaoleva rakennus

Liite 11 Leikkaukset, olemassaoleva rakennus

Liite 12 Pohjakuva, olemassaolevan rakennuksen muutos

Harjupirtti/terassi, mitoituslaskelmat

	sivu
Materiaaliominaisuudet	1
Tuulikuorma	1
Lumikuorma	2
Kattopalkit	3
Taivutusjännitys	4
Leikkauskestävyys	4
Tukipinta	5
Taipuma	5
Kiepahdus	6
Ruoteet	8
Taivutusjännitys	8
Leikkauskestävyys	9
Tukipinta	9
Taipuma	9
Lattiapalkit	11
Taivutusjännitys	11
Leikkauskestävyys	11
Tukipinta	12
Taipuma	12
Kiepahdus	13
Yläjuoksu	14
Taivutusjännitys	14
Leikkauskestävyys	15
Tukipinta	15
Taipuma	15
Pilarit	18
Taivutusmomentti	18
Leikkauskestävyys	19
Normaalivoima	19
Taivutuksen ja puristuksen yhteisvaikutus	19

Harjupirtti/terassi4.5.2012
Enni Seuri

$$kNm := 1 \cdot 10^3 J$$

Sahatavara, C24

$$f_{m_k_C24} := 24 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{t_0_k_C24} := 14 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{t_90_k_C24} := 0.4 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{c_0_k_C24} := 21 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{c_90_k_C24} := 2.5 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{v_k_C24} := 4.0 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$E_{mean_C24} := 11000 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$E_{90_mean_C24} := 370 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$G_{mean_C24} := 690 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$\rho_{k_C24} := 350 \cdot \frac{kg}{m^3}$$

$$\rho_{mean_C24} := 420 \cdot \frac{kg}{m^3}$$

Tuulikuorma

maastoluokka II (maatalousmaa)

voimakerroin erillinen seinämä

$$c_f := 2.1$$

tuulen nopeuspaineen ominaisarvo korkeudella 4,2 m

$$q_k := 0.50 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$c_s c_d = 1.0$$

$$c_f \cdot q_k = 1.05 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$A_{\text{ref_valokate}} := 1.5\text{m} \cdot 5.2\text{m} = 7.8\text{m}^2$$

$$F_{\text{w_k_valokate}} := c_f \cdot q_k \cdot A_{\text{ref_valokate}} = 8.19 \cdot \text{kN}$$

$$K_{\text{FI}} := 1.0 \quad \text{ei näy laskelmissa}$$

Lumikuorma

Sijainti Juva

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

$$\mu_1 := 0.8 \cdot \frac{(60 - 31)}{30} = 0.773$$

$$\mu_2 := 1.6$$

Tapaus (i)

$$q_{\text{k_lumi_i}} := s_{\text{k_lumi}} \cdot \mu_1 = 1.933 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Tapaus (ii) ja (iii)

$$q_{\text{k_lumi_ii_0.5}} := s_{\text{k_lumi}} \cdot 0.5\mu_1 = 0.967 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\text{k_lumi_ii_1}} := s_{\text{k_lumi}} \cdot \mu_1 = 1.933 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Kattopalkit

Kattopalkkeina sahatavara, "kakkosnelonen". Valokatteen painoksi arvioidaan 2 kg/m^2 .

$$kk_{\text{kpalkki}} := 0.6\text{m}$$

$$h_{\text{kpalkki}} := 100\text{mm}$$

$$b_{\text{kpalkki}} := 50\text{mm}$$

$$g_{\text{kpalkki_omapaino_k}} := g_{\text{h_kpalkki}} \cdot b_{\text{kpalkki}} \cdot \rho_{\text{mean_C24}}$$

$$g_{\text{kpalkki_omapaino_k}} = 0.021 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_{\text{ruoteet_omapaino_k}} := \frac{g_{50\text{mm} \cdot 50\text{mm}} \cdot \rho_{\text{mean_C24}}}{0.4\text{m}} \cdot kk_{\text{kpalkki}} = 0.015 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_{\text{kpalkki_k}} := kk_{\text{kpalkki}} \cdot 2 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot g + g_{\text{ruoteet_omapaino_k}} + g_{\text{kpalkki_omapaino_k}}$$

$$g_{\text{kpalkki_k}} = 0.048 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Pysyvää kuormaa, joten

$$g_{\text{kpalkki_d}} := 1.15 \cdot g_{\text{kpalkki_k}}$$

$$g_{\text{kpalkki_d}} = 0.055 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Kuormitusyhdistelmä, jossa oma paino ja lumikuorma

Pysyvä $1.35 \cdot g_{\text{kpalkki_k}} = 0.065 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Keskipitkä $g_{\text{kpalkki_d}} + 1.5 \cdot q_{\text{k_lumi_i}} \cdot kk_{\text{kpalkki}} = 1.795 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

murtorajatilassa tarkasteltava, määräävä kuormitusyhdistelmä sisältää oman painon ja lumikuorman

$$p_{\text{d_kpalkki}} := g_{\text{kpalkki_d}} + 1.5 \cdot q_{\text{k_lumi_i}} \cdot kk_{\text{kpalkki}} = 1.795 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Palkin materiaali sahatavara C24

$$k_{\text{mod_keskipitkä}} := 0.80$$

$$\gamma_{\text{M_C24}} := 1.4$$

sahatavara

$$f_{m_d_C24} := k_{mod_keskipitkä} \cdot \frac{f_{m_k_C24}}{\gamma_{M_C24}} = 13.714 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{v_d_C24} := k_{mod_keskipitkä} \cdot \frac{f_{v_k_C24}}{\gamma_{M_C24}} = 2.286 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{c_90_d_C24} := k_{mod_keskipitkä} \cdot \frac{f_{c_90_k_C24}}{\gamma_{M_C24}} = 1.429 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$L_{kpalkki} := 2300mm$$

Taivutusjännitys

$$p_{d_kpalkki} = 1.795 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$M_{d_mit_kpalkki} := \frac{p_{d_kpalkki} \cdot L_{kpalkki}^2}{8} = 1.187 \cdot kNm$$

$$\sigma_{m_d_mit_kpalkki} := \frac{6 \cdot M_{d_mit_kpalkki}}{b_{kpalkki} \cdot h_{kpalkki}^2} = 14.243 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$KA := \frac{\sigma_{m_d_mit_kpalkki}}{f_{m_d_C24}} = 1.039 \quad OK$$

Lumikuormitus on vain katon osalla, joka ei ole rakennuksen räystäään alla. Lisäksi valokate ei kestä täysimääräistä lumikuormaa, joten kattopalkitkaan eivät sitä joudu kantamaan. Näin ollen taivutusjännityksen voidaan todeta olevan sallituissa rajoissa.

Leikkauskestävyys

Mitoittava leikkausvoima tuella

Tasaisen kuorman aiheuttama leikkausvoima tuella

$$V_{pd_kpalkki} := p_{d_kpalkki} \cdot \left(\frac{L_{kpalkki}}{2} + 600mm \right) = 3.141 \cdot kN$$

Leikkausjännitys tuella

$$\tau_{d_tuki} := \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{pd_kpalkki}}{b_{kpalkki} \cdot h_{kpalkki}} = 0.942 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{v_d_C24} = 2.286 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$KA := \frac{\tau_{d_tuki}}{f_{v_d_C24}} = 0.412 \quad OK$$

Tukipinta

$$N_d := V_{pd_kpalkki} = 3.141 \cdot \text{kN}$$

$$l_A := 50 \text{ mm}$$

$$\sigma_{c_90_d} := \frac{N_d}{b_{kpalkki} \cdot l_A} = 1.256 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{c_90_d_C24} = 1.429 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_{c_90} := 1.25 \quad \text{havupuinen sahatavara}$$

$$l_{c_90_ef} := l_A + \frac{l_A}{2} = 75 \cdot \text{mm} \quad \text{Palkki ei jatku tuen yli seinän puolella.}$$

$$k_{c_kohtisuora} := \frac{l_{c_90_ef}}{l_A} \cdot k_{c_90} = 1.875$$

$$K_A := \frac{\sigma_{c_90_d}}{k_{c_kohtisuora} \cdot f_{c_90_d_C24}} = 0.469 \quad \text{OK}$$

Taipuma

Määritetään taipuma yksiaukkoisen palkin taipumakaavalla.

$$I_{y_w_kpalkki} := \frac{b_{kpalkki} \cdot h_{kpalkki}^3}{12} = 4.167 \times 10^6 \cdot \text{mm}^4$$

$$E_{\text{mean_C24}} = 1.1 \times 10^4 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\xi_{kpalkki_k} = 0.048 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{k_lumi_i} = 1.933 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$p_{k_kpalkki} := \xi_{kpalkki_k} = 0.048 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$p_{k_lumi} := q_{k_lumi_i} \cdot k_{kpalkki} = 1.16 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Hetkelliset taipumat

Pysyvä kuorma

$$w_{\text{inst_palkki}} := \frac{5}{384} \cdot \frac{p_{k_kpalkki} \cdot l_{kpalkki}^4}{E_{\text{mean_C24}} \cdot I_{y_w_kpalkki}} = 0.38 \cdot \text{mm}$$

Muuttuva kuorma

$$w_{\text{inst_lumi}} := \frac{5}{384} \cdot \frac{p_{k_lumi} \cdot L_{kpalkki}^4}{E_{\text{mean_C24}} \cdot I_{y_w_kpalkki}} = 9.222 \cdot \text{mm}$$

Kokonaistaipuma

$$k_{\text{def}} := 0.8$$

$$\psi_{2_lumi} := 0.2$$

$$w_{\text{fin}} := (1 + k_{\text{def}}) \cdot w_{\text{inst_palkki}} + (1 + \psi_{2_lumi} \cdot k_{\text{def}}) \cdot w_{\text{inst_lumi}} = 11.382 \cdot \text{mm}$$

Taipumaraja

$$w_{\text{fin}} \leq \frac{L}{300}$$

$$\frac{L_{kpalkki}}{300} = 7.667 \cdot \text{mm}$$

$$KA := \frac{w_{\text{fin}}}{\frac{L_{kpalkki}}{300}} = 1.485 \quad \text{OK}$$

Vaikka taipuma on lähes puolitoistakertainen "sallittuun" verrattuna, se voidaan hyväksyä, sillä taipumasta ei ko. rakenteessa ole haittaa ja toisaalta todellinen taipuma ei muodostu näin suureksi, sillä valokatteen kestävyuden vuoksi sen päälle ei tule antaa kertyä täyttä lumikuormaa, joka aiheuttaa kokonaistaipuman lähes kokonaan.

Kiepahdus

$$\sigma_{m_d_mit_kpalkki} = 14.243 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$E_{0_05_C24} := 11100 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Kiepahdustukina toimivat tarvittaessa katteen ruoteet.

$$a := 2300 \text{mm}$$

Tehollinen jänneväli

$$l_{\text{ef_kpalkki}} := a + 2 \cdot h_{kpalkki} = 2.5 \times 10^3 \cdot \text{mm}$$

Kriittinen taivutusjännitys

$$c := 0.78 \quad \text{havupuu sahatavara}$$

$$\sigma_{m_crit_kpalkki} := \frac{c \cdot b_{kpalkki}^2}{h_{kpalkki} \cdot l_{\text{ef_kpalkki}}} \cdot E_{0_05_C24} = 86.58 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Suhteellinen hoikkuus

$$\lambda_{\text{rel_m_kpalkki}} := \sqrt{\frac{f_{m_k_C24}}{\sigma_{m_crit_kpalkki}}} = 0.526$$

$$k_{\text{crit_kpalkki}} := 1$$

$$\lambda_{\text{rel_m}} \leq 0.75$$

$$K_A := \frac{\sigma_{\text{m_d_mit_kpalkki}}}{k_{\text{crit_kpalkki}} \cdot f_{\text{m_d_C24}}} = 1.039$$

Kattopalkit tarvitsevat teoreettisen kiepahdustuennan. Kuormitus ei todellisuudessa ole näin suuri. Joka tapauksessa, ruoteet toimivat kiepahdustukina ja kestävät kattopalkkien kiepahduksesta aiheutuvan normaalivoimarasituksen.

Ruoteet

Ruoteiden materiaali sahatavara C24

$$k_{\text{mod_keskipitkä}} := 0.80$$

MRT-tarkastelussa määräävä kuormitusyhdistelmä on oma paino+lumi, eli keskipitkä

$$\gamma_{M_C24} := 1.4$$

sahatavara

$$f_{m_d_C24} := k_{\text{mod_keskipitkä}} \cdot \frac{f_{m_k_C24}}{\gamma_{M_C24}} = 13.714 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v_d_C24} := k_{\text{mod_keskipitkä}} \cdot \frac{f_{v_k_C24}}{\gamma_{M_C24}} = 2.286 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$f_{c_90_d_C24} := k_{\text{mod_keskipitkä}} \cdot \frac{f_{c_90_k_C24}}{\gamma_{M_C24}} = 1.429 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$L_{\text{ruoteet}} := 600\text{mm}$$

$$b_{\text{ruoteet}} := 50\text{mm}$$

$$h_{\text{ruoteet}} := 50\text{mm}$$

Taivutusjännitys

$$g_{\text{ruoteet_k}} := 600\text{mm} \cdot 2 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} g + g_{\text{ruoteet_omapaino_k}} = 0.027 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$p_{d_ruoteet} := 1.15 g_{\text{ruoteet_k}} + 1.5 \cdot q_{k_lumi_i} \cdot 600\text{mm} = 1.771 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{d_mit_ruoteet} := \frac{p_{d_ruoteet} \cdot L_{\text{ruoteet}}^2}{8} = 0.08 \cdot \text{kNm}$$

$$\sigma_{m_d_mit_ruoteet} := \frac{6 \cdot M_{d_mit_ruoteet}}{b_{\text{ruoteet}} \cdot h_{\text{ruoteet}}^2} = 3.826 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$f_{m_d_C24} = 13.714 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$KA := \frac{\sigma_{m_d_mit_ruoteet}}{f_{m_d_C24}} = 0.279 \quad \text{OK}$$

Leikkauskestävyys

Mitoittava leikkausvoima tuella

Tasaisen kuorman aiheuttama leikkausvoima tuella

$$V_{pd_ruoteet} := P_{d_ruoteet} \cdot \left(\frac{L_{ruoteet}}{2} \right) = 0.531 \cdot \text{kN}$$

Leikkajännitys tuella

$$\tau_{d_tuki} := \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{pd_ruoteet}}{b_{ruoteet} \cdot h_{ruoteet}} = 0.319 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v_d_C24} = 2.286 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$KA := \frac{\tau_{d_tuki}}{f_{v_d_C24}} = 0.139 \quad \text{OK}$$

Tukipinta

$$N_d := V_{pd_ruoteet} = 0.531 \cdot \text{kN}$$

$$l_A := 25 \text{ mm}$$

$$\sigma_{c_90_d} := \frac{N_d}{b_{kpalkki} \cdot l_A} = 0.425 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{c_90_d_C24} = 1.429 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_{c_90} := 1.25 \quad \text{havupuinen sahatavara}$$

$$l_{c_90_ef} := l_A + \frac{l_A}{2} = 37.5 \cdot \text{mm} \quad \text{Palkki ei jatku tuen yli}$$

$$k_{c_kohtisuora} := \frac{l_{c_90_ef}}{l_A} \cdot k_{c_90} = 1.875$$

$$KA := \frac{\sigma_{c_90_d}}{k_{c_kohtisuora} \cdot f_{c_90_d_C24}} = 0.159 \quad \text{OK}$$

Taipuma

Määritetään taipuma yksiaukkoisen palkin taipumakaavalla.

$$I_{y_w_ruoteet} := \frac{b_{ruoteet} \cdot h_{ruoteet}^3}{12} = 5.208 \times 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$E_{\text{mean_C24}} = 1.1 \times 10^4 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$g_{\text{ruoteet_k}} = 0.027 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{\text{k_lumi_i}} = 1.933 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$p_{\text{k_ruoteet}} := g_{\text{ruoteet_k}} = 0.027 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$p_{\text{k_lumi}} := q_{\text{k_lumi_i}} \cdot 600\text{mm} = 1.16 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Hetkelliset taipumat

Pysyvä kuorma

$$w_{\text{inst_ruoteet}} := \frac{5}{384} \cdot \frac{p_{\text{k_ruoteet}} \cdot L_{\text{ruoteet}}^4}{E_{\text{mean_C24}} \cdot I_{y_w_ruoteet}} = 8.016 \times 10^{-3} \cdot \text{mm}$$

Muuttuva kuorma

$$w_{\text{inst_lumi}} := \frac{5}{384} \cdot \frac{p_{\text{k_lumi}} \cdot L_{\text{ruoteet}}^4}{E_{\text{mean_C24}} \cdot I_{y_w_ruoteet}} = 0.342 \cdot \text{mm}$$

Kokonaistaipuma

$$k_{\text{def}} := 0.8$$

$$\psi_{2_lumi} := 0.2$$

$$w_{\text{fin}} := (1 + k_{\text{def}}) \cdot w_{\text{inst_ruoteet}} + (1 + \psi_{2_lumi} \cdot k_{\text{def}}) \cdot w_{\text{inst_lumi}} = 0.411 \cdot \text{mm}$$

Taipumaraja

$$w_{\text{fin}} \leq \frac{L}{300}$$

$$\frac{L_{\text{kpalkki}}}{300} = 7.667 \cdot \text{mm}$$

$$KA := \frac{w_{\text{fin}}}{\frac{L_{\text{kpalkki}}}{300}} = 0.054 \quad \text{OK}$$

Lattiapalkit

Palkin materiaali sahatavara C24

$$k_{\text{mod_keskipitkä}} := 0.65$$

MRT-tarkastelussa määräävä kuormitusyhdistelmä on oma paino+hyötykuorma, eli keskipitkä

$$\gamma_{M_C24} := 1.4$$

sahatavara

$$f_{m_d_C24} := k_{\text{mod_keskipitkä}} \cdot \frac{f_{m_k_C24}}{\gamma_{M_C24}} = 11.143 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v_d_C24} := k_{\text{mod_keskipitkä}} \cdot \frac{f_{v_k_C24}}{\gamma_{M_C24}} = 1.857 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$f_{c_90_d_C24} := k_{\text{mod_keskipitkä}} \cdot \frac{f_{c_90_k_C24}}{\gamma_{M_C24}} = 1.161 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$L_{\text{lpalkki}} := 2000\text{mm}$$

$$b_{\text{lpalkki}} := 50\text{mm}$$

$$h_{\text{lpalkki}} := 100\text{mm}$$

$$kk_{\text{lpalkki}} := 600\text{mm}$$

Taivutusjännitys

$$s_{\text{lpalkki_omapaino_k}} := s_{\text{kpalkki_omapaino_k}} + 22\text{mm} \cdot kk_{\text{lpalkki}} \cdot g \cdot \rho_{\text{mean_C24}} = 0.075 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$p_{d_lpalkki} := 1.15 s_{\text{lpalkki_omapaino_k}} + 1.5 \cdot 2.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot kk_{\text{lpalkki}} = 1.886 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{d_mit_lpalkki} := \frac{p_{d_lpalkki} \cdot L_{\text{lpalkki}}^2}{8} = 0.943 \cdot \text{kNm}$$

$$\sigma_{m_d_mit_lpalkki} := \frac{6 \cdot M_{d_mit_lpalkki}}{b_{\text{lpalkki}} \cdot h_{\text{lpalkki}}^2} = 11.317 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$KA := \frac{\sigma_{m_d_mit_lpalkki}}{f_{m_d_C24}} = 1.016$$

OK, voidaan hyväksyä

Leikkauskestävyys

Mitoittava leikkausvoima tuella

Tasaisen kuorman aiheuttama leikkausvoima tuella

$$V_{p_{d_lpalkki}} := p_{d_lpalkki} \cdot \left(\frac{L_{\text{lpalkki}}}{2} \right) = 1.886 \cdot \text{kN}$$

Leikkausjännitys tuella

$$\tau_{d_tuki} := \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{pd_lpalkki}}{b_{lpalkki} \cdot h_{lpalkki}} = 0.566 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{v_d_C24} = 1.857 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$KA := \frac{\tau_{d_tuki}}{f_{v_d_C24}} = 0.305 \quad OK$$

Tukipinta

$$N_d := V_{pd_lpalkki} = 1.886 \text{ kN}$$

$$l_A := 50 \text{ mm}$$

$$\sigma_{c_90_d} := \frac{N_d}{b_{lpalkki} \cdot l_A} = 0.754 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{c_90_d_C24} = 1.161 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$k_{c_90} := 1.25 \quad \text{havupuinen sahatavara}$$

$$l_{c_90_ef} := l_A + \frac{l_A}{2} = 75 \text{ mm} \quad \text{Palkki ei jatku tuen yli}$$

$$k_{c_kohtisuora} := \frac{l_{c_90_ef}}{l_A} \cdot k_{c_90} = 1.875$$

$$KA := \frac{\sigma_{c_90_d}}{k_{c_kohtisuora} \cdot f_{c_90_d_C24}} = 0.347 \quad OK$$

Taipuma

Määritetään taipuma yksiaukkoisen palkin taipumakaavalla.

$$I_{y_w_lpalkki} := \frac{b_{lpalkki} \cdot h_{lpalkki}^3}{12} = 4.167 \times 10^6 \cdot mm^4$$

$$E_{mean_C24} = 1.1 \times 10^4 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$g_{lpalkki_k} := g_{lpalkki_omapaino_k} = 0.075 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$p_{k_lpalkki} := g_{lpalkki_k} = 0.075 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$p_{k_hyöty} := 2.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot k_{k_lpalkki} = 1.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Hetkelliset taipumat

Pysyvä kuorma

$$w_{\text{inst_lpalkki}} := \frac{5}{384} \cdot \frac{p_{k_lpalkki} \cdot L_{lpalkki}^4}{E_{\text{mean_C24}} \cdot I_{y_w_lpalkki}} = 0.341 \cdot \text{mm}$$

Muuttuva kuorma

$$w_{\text{inst_hyöty}} := \frac{5}{384} \cdot \frac{p_{k_hyöty} \cdot L_{lpalkki}^4}{E_{\text{mean_C24}} \cdot I_{y_w_lpalkki}} = 5.455 \cdot \text{mm}$$

Kokonaistaipuma

$$k_{\text{def}} := 0.8$$

$$\psi_{2_hyöty} := 0.3$$

$$w_{\text{fin}} := (1 + k_{\text{def}}) \cdot w_{\text{inst_palkki}} + (1 + \psi_{2_hyöty} \cdot k_{\text{def}}) \cdot w_{\text{inst_hyöty}} = 7.448 \cdot \text{mm}$$

Taipumaraja

$$w_{\text{fin}} \leq \frac{L}{300}$$

$$\frac{L_{lpalkki}}{300} = 6.667 \cdot \text{mm}$$

$$KA := \frac{w_{\text{fin}}}{\frac{L_{lpalkki}}{300}} = 1.117$$

Hetkellisen taipuman raja

$$w_{\text{inst_appalkki}} \leq \frac{L_{\text{appalkki}}}{400}$$

$$\frac{L_{lpalkki}}{400} = 5 \cdot \text{mm}$$

$$KA := \frac{w_{\text{inst_lpalkki}} + w_{\text{inst_hyöty}}}{\frac{L_{lpalkki}}{400}} = 1.159$$

Kelpaa, ei rakenteellista eikä ulkonäöllistä merkitystä, eikä hyötykuorma todennäköisesti saavuta laskennallisia arvoja kuin korkeintaan hetkellisesti.

Mikäli taipuma halutaan silti pienemmäksi, voidaan esimerkiksi lisätä tuulapalkki joka toisen lattiapalkin viereen tai lisätä kantava linja lattiapalkkien keskelle.

Kiepahdus

Palkit on tuettu terassin lattialaudoituksella, joten kiepahdustarkastelu on tarpeeton.

Yläjuoksu

Palkin materiaali sahatavara C24

$k_{\text{mod_keskipitkä}} := 0.80$ kuormitustarkastelujen yhteydessä on todettu
MRT-tarkastelussa määräävän kuormitusyhdistelmän
olevan oma paino+lumi, eli keskipitkä

$\gamma_{M_C24} := 1.4$ sahatavara

$$f_{m_d_C24} := k_{\text{mod_keskipitkä}} \cdot \frac{f_{m_k_C24}}{\gamma_{M_C24}} = 13.714 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v_d_C24} := k_{\text{mod_keskipitkä}} \cdot \frac{f_{v_k_C24}}{\gamma_{M_C24}} = 2.286 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$f_{c_90_d_C24} := k_{\text{mod_keskipitkä}} \cdot \frac{f_{c_90_k_C24}}{\gamma_{M_C24}} = 1.429 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$L_{\text{ypalkki}} := 1200\text{mm}$

$b_{\text{ypalkki}} := 50\text{mm}$

$h_{\text{ypalkki}} := 100\text{mm}$

$$\xi_{\text{ypalkki_omapaino_k}} := g_{h_{\text{ypalkki}}} \cdot b_{\text{ypalkki}} \cdot \rho_{\text{mean_C24}} = 0.021 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\xi_{\text{ypalkki_omapaino_d}} := 1.15 \xi_{\text{ypalkki_omapaino_k}} = 0.024 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Taivutusjännitys

$$F_{d_ypalkki} := p_{d_kpalkki} \cdot \frac{L_{kpalkki}}{2} = 2.064 \cdot \text{kN}$$

$$M_{d_ypalkki_1} := \frac{F_{d_ypalkki} \cdot L_{ypalkki}}{4} + \frac{\xi_{ypalkki_omapaino_d} \cdot L_{ypalkki}^2}{8} = 0.624 \cdot \text{kNm}$$

$$M_{d_ypalkki_2} := F_{d_ypalkki} \cdot 300\text{mm} + \frac{\xi_{ypalkki_omapaino_d} \cdot L_{ypalkki}^2}{8} = 0.624 \cdot \text{kNm}$$

$$M_{d_mit_ypalkki} := 0.624 \text{kNm}$$

$$\sigma_{m_d_mit_ypalkki} := \frac{6 \cdot M_{d_mit_ypalkki}}{b_{ypalkki} \cdot h_{ypalkki}^2} = 7.488 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$KA := \frac{\sigma_{m_d_mit_ypalkki}}{f_{m_d_C24}} = 0.546 \quad \text{OK}$$

Leikkauskestävyys

$$V_{pd_ypalkki} := \frac{2 \cdot F_{d_ypalkki}}{2} + g_{ypalkki_omapaino_d} \cdot \frac{L_{ypalkki}}{2} = 2.078 \cdot \text{kN}$$

Leikkausjännitys tuella

$$\tau_{d_tuki} := \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{pd_ypalkki}}{b_{ypalkki} \cdot h_{ypalkki}} = 0.624 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v_d_C24} = 2.286 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$KA := \frac{\tau_{d_tuki}}{f_{v_d_C24}} = 0.273 \quad \text{OK}$$

Tukipinta

$$N_d := V_{pd_ypalkki} = 2.078 \cdot \text{kN}$$

$$l_A := 50 \text{ mm}$$

$$\sigma_{c_90_d} := \frac{N_d}{b_{ypalkki} \cdot l_A} = 0.831 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{c_90_d_C24} = 1.429 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_{c_90} := 1.25 \quad \text{havupuinen sahatavara}$$

$$l_{c_90_ef} := l_A + \frac{l_A}{2} = 75 \cdot \text{mm} \quad \text{Palkki ei jatku tuen yli}$$

$$k_{c_kohtisuora} := \frac{l_{c_90_ef}}{l_A} \cdot k_{c_90} = 1.875$$

$$KA := \frac{\sigma_{c_90_d}}{k_{c_kohtisuora} \cdot f_{c_90_d_C24}} = 0.31 \quad \text{OK}$$

Taipuma

Määritetään taipuma yksiaukkoisen palkin taipumakaavalla.

Tapaus 1: kuorma keskellä jänneväliä

$$I_{y_w_ypalkki} := \frac{b_{ypalkki} \cdot h_{ypalkki}^3}{12} = 4.167 \times 10^6 \cdot \text{mm}^4$$

$$E_{\text{mean_C24}} = 1.1 \times 10^4 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$F_{k_ypalkki_eilunta} := g_{k_palkki_k} \cdot \frac{L_{k_palkki}}{2} = 0.055 \cdot \text{kN}$$

$$q_{k_lumi_i} = 1.933 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$g_{k_ypalkki} := g_{ypalkki_omapaino_k} = 0.021 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$F_{k_lumi} := q_{k_lumi_i} \cdot k_{k_palkki} \cdot \frac{L_{k_palkki}}{2} = 1.334 \cdot \text{kN}$$

Hetkelliset taipumat

Pysyvä kuorma

$$w_{\text{inst_ypalkki}} := \frac{5}{384} \cdot \frac{g_{k_ypalkki} \cdot L_{ypalkki}^4}{E_{\text{mean_C24}} \cdot I_{y_w_ypalkki}} + \frac{F_{k_ypalkki_eilunta} \cdot L_{ypalkki}^3}{48 \cdot E_{\text{mean_C24}} \cdot I_{y_w_ypalkki}} = 0.055 \cdot \text{mm}$$

Muuttuva kuorma

$$w_{\text{inst_ylumi}} := \frac{F_{k_lumi} \cdot L_{ypalkki}^3}{48 \cdot E_{\text{mean_C24}} \cdot I_{y_w_ypalkki}} = 1.048 \cdot \text{mm}$$

Kokonaistaipuma

$$k_{\text{def}} := 0.8$$

$$\psi_{2_lumi} := 0.2$$

$$w_{\text{fin_ypalkki}} := (1 + k_{\text{def}}) \cdot w_{\text{inst_ypalkki}} + (1 + \psi_{2_lumi} \cdot k_{\text{def}}) \cdot w_{\text{inst_ylumi}} = 1.315 \cdot \text{mm}$$

Taipumaraja

$$w_{\text{fin}} \leq \frac{L}{300}$$

$$\frac{L_{ypalkki}}{300} = 4 \cdot \text{mm}$$

$$KA := \frac{w_{\text{fin_ypalkki}}}{\frac{L_{ypalkki}}{300}} = 0.329$$

OK

Tapaus 2: kaksi pistekuormaa keskeisesti jännevälillä

Hetkelliset taipumat

Pysyvä kuorma

$$w_{\text{inst_ypalkki}} := \frac{5}{384} \cdot \frac{g_{\text{k_ypalkki}} \cdot L_{\text{ypalkki}}^4}{E_{\text{mean_C24}} \cdot I_{y_w_ypalkki}} + \frac{F_{\text{k_ypalkki_eilunta}} \cdot L_{\text{ypalkki}}^2 \cdot 300 \text{ mm}}{24 \cdot E_{\text{mean_C24}} \cdot I_{y_w_ypalkki}} \cdot \left[3 - 4 \cdot \frac{(300 \text{ mm})^2}{L_{\text{ypalkki}}^2} \right]$$

$$w_{\text{inst_ypalkki}} = 0.072 \text{ mm}$$

Muuttuva kuorma

$$w_{\text{inst_ylumi}} := \frac{F_{\text{k_lumi}} \cdot L_{\text{ypalkki}}^2 \cdot 300 \text{ mm}}{24 \cdot E_{\text{mean_C24}} \cdot I_{y_w_ypalkki}} \cdot \left[3 - 4 \cdot \frac{(300 \text{ mm})^2}{L_{\text{ypalkki}}^2} \right] = 1.441 \cdot \text{mm}$$

Kokonaistaipuma

$$k_{\text{def}} := 0.8$$

$$\psi_{2_lumi} := 0.2$$

$$w_{\text{fin_ypalkki}} := (1 + k_{\text{def}}) \cdot w_{\text{inst_ypalkki}} + (1 + \psi_{2_lumi} \cdot k_{\text{def}}) \cdot w_{\text{inst_ylumi}} = 1.8 \cdot \text{mm}$$

Taipumaraja

$$w_{\text{fin}} \leq \frac{L}{300}$$

$$\frac{L_{\text{ypalkki}}}{300} = 4 \cdot \text{mm}$$

$$KA := \frac{w_{\text{fin_ypalkki}}}{\frac{L_{\text{ypalkki}}}{300}} = 0.45$$

OK

Pilarit

Materiaali sahatavara C24

$$N_{d_kate} := V_{pd_kpalkki} \cdot 2 = 6.282 \cdot \text{kN}$$

Tuulikuorma valokatteen osalta:

$$F_{w_k_valokate} = 8.19 \cdot \text{kN}$$

$$F_{w_d_valokate} := 1.5 F_{w_k_valokate} = 12.285 \cdot \text{kN}$$

$$F_{w_d_valokate_pilarille} := \frac{F_{w_d_valokate}}{5} = 2.457 \cdot \text{kN}$$

Pilareiden k-jako

$$kk_{pilaril} := 1200 \text{ mm}$$

$$H_{pilaril} := 2500 \text{ mm}$$

Pilarin oma paino

$$h_{pilaril} := 100 \text{ mm}$$

$$b_{pilaril} := 100 \text{ mm}$$

$$g_{k_pilaril} := H_{pilaril} \cdot h_{pilaril} \cdot b_{pilaril} \cdot \rho_{\text{mean_C24}} \cdot g = 0.103 \cdot \text{kN}$$

$$g_{d_pilaril} := 1.15 g_{k_pilaril} = 0.118 \cdot \text{kN}$$

Pilarille tuleva kuorma niin suuri, että pelkkä oma paino $1,35$ ei määräävä.

$$N_{d_pilaril} := N_{d_kate} + g_{d_pilaril} + kk_{pilaril} \cdot 50 \text{ mm} \cdot 100 \text{ mm} \cdot g \cdot \rho_{\text{mean_C24}} + g_{ypalkki_omapaino_d} \cdot kk_{pilaril}$$

$$N_{d_pilaril} = 6.454 \text{ kN}$$

Pilareiden taivutusmomentti

Kaiteen tuottama lisätaivutusmomentti tuulikuormasta on niin pieni, ettei sitä ole tarpeen huomioida ko. kohteessa.

$$M_{d_pilaril} := \frac{F_{w_d_valokate_pilarille} \cdot H_{pilaril}}{4} = 1.536 \cdot \text{kNm}$$

$$\sigma_{m_d_mit_pilaril} := \frac{6 \cdot M_{d_pilaril}}{b_{pilaril} \cdot h_{pilaril}^2} = 9.214 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{m_d_C24} = 13.714 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$KA := \frac{\sigma_{m_d_mit_pilaril}}{f_{m_d_C24}} = 0.672 \quad \text{OK}$$

Kohteen rakenne on sellainen, etteivät terassin pilarit joudu ottamaan vastaan läheskään kaikkea laskennallista tuulikuormaa, vaan hyvin suuren osan siitä voidaan ajatella siirtyvän laajennukselle.

Leikkauskestävyys, pilari

Mitoittava leikkausvoima tuella

Tasaisen kuorman aiheuttama leikkausvoima tuella

$$V_{pd_pilari1} := \frac{F_{w_d_valokate_pilarille}}{2} = 1.229 \times 10^3 \text{ N}$$

Leikkausjännitys tuella

$$\tau_{d_pilari1} := \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{pd_pilari1}}{b_{pilari1} \cdot h_{pilari1}} = 0.184 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v_d_C24} = 2.286 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$KA := \frac{\tau_{d_pilari1}}{f_{v_d_C24}} = 0.081 \quad \text{OK}$$

Normaalivoima, pilari

$$\sigma_{c_0_d_pilari1} := \frac{N_{d_pilari1}}{b_{pilari1} \cdot h_{pilari1}} = 0.645 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_{mod} := 0.8 \quad \text{keskipitkä, sahatavara}$$

$$f_{c_0_d_pilari1} := \frac{f_{c_0_k_C24} \cdot k_{mod}}{\gamma_{M_C24}} = 12 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$KA := \frac{\sigma_{c_0_d_pilari1}}{f_{c_0_d_pilari1}} = 0.054 \quad \text{OK}$$

Taivutuksen ja puristuksen yhteisvaikutus

Nurjahduspituus

$$L_{c_pilari1} := 0.85 \cdot H_{pilari1}$$

$$L_{c_pilari1} = 2.125 \text{ m}$$

$$i_{y_pilari1} := \frac{h_{pilari1}}{\sqrt{12}} = 28.868 \cdot \text{mm}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{c_pilari1}}{i_{y_pilari1}} = 73.612$$

$$k_{c_pilari1} := 0.5$$

$$KA := \frac{\sigma_{m_d_mit_pilari1}}{f_{m_d_C24}} + \frac{\sigma_{c_0_d_pilari1}}{k_{c_pilari1} \cdot f_{c_0_d_pilari1}} = 0.779 \quad \text{OK}$$

Harjupirtti, laskelmat

	sivu
Perustiedot	1
Rakenteellinen järjestelmä	1
Normit ja kuormitukset	2
Rakennuksen kokonaistuulikuormat	3
Lämmöneristys	4
Materiaaliominaisuudet	5
Kuormat	6
Kattopalkit + yläpohja	7
Lumikuorma	7
Kattopalkit	9
Taivutusjännitys	9
Leikkauskestävyys	10
Tukipinta	10
Taipuma	11
Kiepahdus	12
Kiepahdustuet/peltikatteen ruoteet	14
Normaalivoima	14
Taivutusjännitys	15
Taivutuksen ja puristuksen yhteisvaikutus	15
Leikkauskestävyys	15
Taipuma	16
Välipohjapalkit	18
Taivutusjännitys	18
Leikkauskestävyys	19
Tukipinta	19
Taipuma	20
Kiepahdus	21
Värähtelymitoitus	23
Alapohjapalkit	24
Taivutusjännitys	24
Leikkauskestävyys	25
Tukipinta	25
Taipuma	26
Kiepahdus	27
Värähtelymitoitus	29
Harjapalkki	30
Taivutusjännitys	30
Leikkauskestävyys	30
Tukipinta	31
Taipuma	31
Kiepahdus	32
Pilarit	35
Laajennuksen lyhyen sivun pilarit	35
Taivutusmomentti	36
Leikkauskestävyys	36
Normaalivoima	36
Taivutuksen ja puristuksen yhteisvaikutus	37
Harjapalkin kannattajapilarit	38

Taivutusjännitys	38
Leikkauskestävyys	39
Normaalivoima	39
Taivutuksen ja puristuksen yhteisvaikutus	39
Laajennuksen pitkän sivun pilarit	40
Ensimmäisen kerroksen pilarit	40
Taivutusmomentti	40
Leikkauskestävyys	41
Normaalivoima	41
Taivutuksen ja puristuksen yhteisvaikutus	41
Ylä- ja alajuoksut, kehäpalkit	43
Alakehäpalkki	43
Poikittainen puristus	43
Nurjahdus	43
Alajuoksu	43
Poikittainen puristus	43
Tukipinta alapohjapalkeille	44
Välikehäpalkki	44
Poikittainen puristus	44
Nurjahdus	45
Alajuoksu	45
Poikittainen puristus	45
Tukipinta välipohjapalkeille	46
Yläkehäpalkki	46
Taivutusjännitys	46
Leikkauskestävyys	47
Poikittainen puristus	47

Harjupirtti

Enni Seuri
4.5.2012

Perustiedot

Kohde	Laajennus, pientalo
Osoite	Kaskiinharjuntie 83, 51980 LAUTEALA
Sijaintikunta	Juva
Pääasiallinen käyttötarkoitus	Asuinrakennus
Rakenteiden vaativuusluokka	B (RakMK osa A2)
Käyttöluokka	A (SFS-EN 1991-1-1)
Seuraamusluokka	CC2 (SFS-EN 1990)
Paloluokka	P3
Pääasiallinen rakennusmateriaali	Puu
Pääasiallinen rakennustapa	Paikalla rakentaminen
Kerrosuku	2
Kokonaiskorkeus	8,6 m

Rakenteellinen järjestelmä

Perustamismaaperä	
Perustamistapa	Maanvaraiset anturat ja harkkoperusmuuri, tuulettuva ryömintätila
Pääasialliset runkorakenteet	
Pääkannattimet	
Pilarit	Nivelpäiset pilarit (sahatavara)
Kantavat seinät	rankaseinä (sahatavara)
Ulkoseinät	
1. krs	paikalla rakennettu puurankaseinä, lämpöeristetty
2. krs	paikalla rakennettu puurankaseinä, lämpöeristetty
Väliseinät	
1. krs	
Kuivat tilat	paikalla rakennettu puurankaseinä
Märkätilat	paikalla rakennettu puurankaseinä/betoniharkkoseinä
2. krs	paikalla rakennettu puurankaseinä
Välipohjat	
Kuivat tilat	paikalla rakennettu puupalkkivälipohja
Märkätilat	paikalla rakennettu puupalkkivälipohja + betonipintalaatta
Yläpohja	paikalla rakennettu liimapuu, lämpöeristetty
Rakennusrungon jäykistys	
	ei sisälly laskelmiin
Suunniteltu käyttöikä	100 vuotta

Normit ja kuormitukset

Määräykset ja ohjeet

Puurakenteet

Soveltamisohje

Palonkestovaatimus

Eurocode 5

RIL 205-1-2009, Liite B lyhennetty suunnitteluhje

EI 30 osastointi vanhan osan ja laajennuksen välillä

P3-paloluokassa ei vaatimusta kantaville rakenteille

Kuormitukset

Yläpohja 0,4 kN/m²Räystäät 0,2 kN/m²Kuivan tilan välipohja 2,0 kN/m²Märkätilan välipohja 2,1 kN/m²Kevyet väliseinät välipohjalla 0,3 kN/m²Ulkoseinä 0,4 kN/m²Lumikuorma maan pinnalla 2,5 kN/m²Hyötykuorma 2,0 kN/m²Tuulikuorma 0,81 kN/m²kNm := 1 · 10³ J

Rakennuksen kokonaistuulikuormat

maastoluokka II (maatalousmaa)

voimakerroin umpinainen rakennus yleensä

$$c_f := 1.3$$

tuulen nopeuspaineen ominaisarvo korkeudella 8,5 m

$$q_k := 0.62 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$c_s c_d = 1.0$$

$$c_f \cdot q_k = 0.806 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$A_{\text{ref_laaj_pitkä_sivu}} := 9.7\text{m} \cdot 4.5\text{m} + \frac{9.7\text{m} \cdot 3.2\text{m}}{2} = 59.17\text{m}^2$$

$$F_{w_k_laaj_pitkä_sivu} := c_f \cdot q_k \cdot A_{\text{ref_laaj_pitkä_sivu}}$$

$$F_{w_k_laaj_pitkä_sivu} = 47.691 \cdot \text{kN}$$

$$A_{\text{ref_laaj_lyhyt_sivu}} := 5.2\text{m} \cdot 8.5\text{m} = 44.2\text{m}^2$$

$$F_{w_k_laaj_lyhyt_sivu} := c_f \cdot q_k \cdot A_{\text{ref_laaj_lyhyt_sivu}}$$

$$F_{w_k_laaj_lyhyt_sivu} = 35.625 \cdot \text{kN}$$

$$A_{\text{ref_kok.rak_pitkä_sivu}} := 3.3\text{m} \cdot 26.0\text{m} + 4.3\text{m} \cdot 25.0\text{m} = 193.3\text{m}^2$$

$$F_{w_k_kok.rak_pitkä_sivu} := c_f \cdot q_k \cdot A_{\text{ref_kok.rak_pitkä_sivu}}$$

$$F_{w_k_kok.rak_pitkä_sivu} = 155.8 \cdot \text{kN}$$

$$A_{\text{ref_kok.rak_lyhyt_sivu}} := A_{\text{ref_laaj_lyhyt_sivu}}$$

$$F_{w_k_kok.rak_lyhyt_sivu} := c_f \cdot q_k \cdot A_{\text{ref_kok.rak_lyhyt_sivu}}$$

$$F_{w_k_kok.rak_lyhyt_sivu} = 35.625 \cdot \text{kN}$$

Resultantti sijaitsee korkeudella 0,6H, H=rakennuksen korkeus.

Lämmöneristys

Mineraalivilla Isover KL 37 $\Lambda=0,037$ W/mK

eristyspaksuudet

ulkoseinä: 218-529 mm 0,17-0,07 W/m²K

yläpohja: 411-617 mm 0,09-0,06 W/m²K

alapohja, ryömintätilaan rajoittuva: 411-462 mm 0,09-0,08 W/m²K

ikkuna, ovi: 1,0 W/m²K

Materiaaliominaisuudet

Kerto-S

$$f_{m_k_S} := 44 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{m_0_flat_k_S} := 50 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{t_0_k_S} := 35 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{t_90_edge_k_S} := 0.8 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{c_0_k_S} := 35 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{c_90_edge_k_S} := 6 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{c_90_flat_k_S} := 1.8 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{v_k_S} := 4.1 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{r_0_k_S} := 2.3 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$E_{mean_S} := 13800 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$G_{edge_mean_S} := 600 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$\rho_{k_S} := 480 \frac{kg}{m^3}$$

$$\rho_{mean_S} := 510 \frac{kg}{m^3}$$

Sahatavara, C24

$$f_{m_k_C24} := 24 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{t_0_k_C24} := 14 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{t_90_k_C24} := 0.4 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{c_0_k_C24} := 21 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{c_90_k_C24} := 2.5 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{v_k_C24} := 4.0 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$E_{mean_C24} := 11000 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$E_{90_mean_C24} := 370 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$G_{mean_C24} := 690 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$\rho_{k_C24} := 350 \frac{kg}{m^3}$$

$$\rho_{mean_C24} := 420 \frac{kg}{m^3}$$

Kuormat

Seuraamusluokka CC2 -> $K_{FI} := 1.0$ ei näy laskelmissa

Kattopalkit + yläpohja

Oletetaan yläpohjarakenteen omapainoksi 0.5 kN/m^2

Alustavan taulukkomitoituksen (Finforest) perusteella oletetaan yläpohjapalkkien kooksi $45 \times 360 \text{ mm}$, materiaalina Kerto-S.

$$k_{k_{\text{yppalkki}}} := 0.9 \text{ m}$$

$$h_{\text{yppalkki}} := 360 \text{ mm}$$

$$b_{\text{yppalkki}} := 45 \text{ mm}$$

$$g_{\text{yppalkki_omapaino_k}} := g_{h_{\text{yppalkki}}} \cdot b_{\text{yppalkki}} \cdot \rho_{\text{mean_C24}} + 0.4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 0.9 \text{ m} = 0.427 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_{\text{yppalkki_omapaino_k}} = 0.427 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_{\text{yppalkki_k}} := k_{k_{\text{yppalkki}}} \cdot 0.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + g_{\text{yppalkki_omapaino_k}}$$

$$g_{\text{yppalkki_k}} = 0.877 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Pysyvää kuormaa, joten

$$g_{\text{yppalkki_d}} := 1.15 \cdot g_{\text{yppalkki_k}}$$

$$g_{\text{yppalkki_d}} = 1.008 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Lumikuorma

Sijainti Juva

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

$$\mu_1 := 0.8 \cdot \frac{(60 - 31)}{30} = 0.773$$

$$\mu_2 := 1.6$$

Tapaus (i)

$$q_{k_lumi_i} := s_{k_lumi} \cdot \mu_1 = 1.933 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Tapaus (ii) ja (iii)

$$q_{k_lumi_ii_0.5} := s_{k_lumi} \cdot 0.5 \mu_1 = 0.967 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{k_lumi_ii_1} := s_{k_lumi} \cdot \mu_1 = 1.933 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Kuormitusyhdistelmä, jossa oma paino ja lumikuorma

Pysyvä $1.35 \cdot g_{yppalkki_k} = 1.184 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Keskipitkä $g_{yppalkki_d} + 1.5 \cdot q_{k_lumi_i} \cdot k_{k_yppalkki} = 3.618 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

murtorajatilassa tarkasteltava, määräävä kuormitusyhdistelmä sisältää oman painon ja lumikuorman

$$p_{d_yppalkki} := g_{yppalkki_d} + 1.5 \cdot q_{k_lumi_i} \cdot k_{k_yppalkki} = 3.618 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Kuormitustapaus jossa kummallakin lappeella täysi lumikuorma on määräävä murtorajatilassa ja käyttörajatilassa

Rakennuksen stabiiliteettia tarkasteltaessa tulee huomioida kuormitustapaus, jossa ei lumikuormaa

Kattopalkit

Palkin materiaali Kerto-S

$k_{\text{mod_keskipitkä}} := 0.80$ kuormitustarkastelujen yhteydessä on todettu MRT-tarkastelussa määräävän kuormitusyhdistelmän olevan oma paino+lumi, eli keskipitkä

$\gamma_{M_S} := 1.2$ liimapuu

$$f_{m_d_S} := k_{\text{mod_keskipitkä}} \cdot \frac{f_{m_k_S}}{\gamma_{M_S}} = 29.333 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v_d_S} := k_{\text{mod_keskipitkä}} \cdot \frac{f_{v_k_S}}{\gamma_{M_S}} = 2.733 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$f_{c_90_d_S} := k_{\text{mod_keskipitkä}} \cdot \frac{f_{c_90_edge_k_S}}{\gamma_{M_S}} = 4 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$f_{c_0_d_S} := k_{\text{mod_keskipitkä}} \cdot \frac{f_{c_0_k_S}}{\gamma_{M_S}} = 23.333 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$L_{\text{yppalkki}} := 5600\text{mm}$

$L_{\text{räystäs}} := 950\text{mm}$

Taivutusjännitys

$$p_{d_yppalkki} = 3.618 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{d_mit_yppalkki} := \frac{p_{d_yppalkki} \cdot L_{\text{yppalkki}}^2}{8} = 14.183 \cdot \text{kNm}$$

$$\sigma_{m_d_mit_yppalkki} := \frac{6 \cdot M_{d_mit_yppalkki}}{b_{\text{yppalkki}} \cdot h_{\text{yppalkki}}^2} = 14.592 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$k_h = \min((600/h)^{0.1}; 1, 1)$$

$$\left(\frac{600\text{mm}}{h_{\text{yppalkki}}} \right)^{0.1} = 1.052$$

$$k_{h_yppalkki} := 1.052$$

$$f_{m_d_S} = 29.333 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$KA := \frac{\sigma_{m_d_mit_yppalkki}}{k_{h_yppalkki} \cdot f_{m_d_S}} = 0.473 \quad \text{OK}$$

Leikkauskestävyys

Mitoittava leikkausvoima tuella

Tasaisen kuorman aiheuttama leikkausvoima tuella

$$V_{pd_yppalkki} := p_{d_yppalkki} \cdot \left(\frac{L_{yppalkki}}{2} + L_{räystäs} \right) = 13.568 \cdot \text{kN}$$

Leikkausvoimaa saadaan pienentää. Koska mitoittava kohta h:n etäisyydellä tuesta ei ole tiedossa (tuen leveys ei ole tiedossa), käytetään varmalla puolella olevaa laskutapaa, eli käytetään mitoittavana poikkileikkauksena etäisyydellä h tuen keskeltä olevaa poikkileikkausta.

$$V_{red} := V_{pd_yppalkki} \cdot \left(1 - \frac{h_{yppalkki}}{L_{yppalkki}} \right) = 12.696 \cdot \text{kN}$$

$$k_{cr} := 0.67$$

$$b_{ef} := k_{cr} \cdot b_{yppalkki} = 30.15 \cdot \text{mm}$$

Leikkausjännitys tuella

$$\tau_{d_tuki} := \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{red}}{b_{ef} \cdot h_{yppalkki}} = 1.755 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v_d_S} = 2.733 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$KA := \frac{\tau_{d_tuki}}{f_{v_d_S}} = 0.642 \quad \text{OK}$$

Tukipinta

$$N_d := p_{d_yppalkki} \cdot \left(L_{räystäs} + \frac{L_{yppalkki}}{2} \right) = 13.568 \cdot \text{kN}$$

$$I_A := 200 \text{ mm}$$

$$\alpha := 59 \text{ deg} = 1.03$$

$$\sigma_{c_ \alpha_d} := \frac{N_d}{b_{yppalkki} \cdot I_A} = 1.508 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{c_90_d_S} = 4 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_{c_90} := 1.5 \quad \text{havupuinen liimapuu}$$

$$KA := \frac{\frac{\sigma_{c_a_d}}{f_{c_0_d_S}}}{\frac{f_{c_0_d_S}}{k_{c_90} \cdot f_{c_90_d_S}} \cdot \sin(\alpha)^2 + \cos(\alpha)^2} = 0.202 \quad \text{OK}$$

Taipuma

Määritetään taipuma yksiaukkoisen palkin taipumakaavalla.

$$I_{y_w_yppalkki} := \frac{b_{yppalkki} \cdot h_{yppalkki}^3}{12} = 174.96 \times 10^6 \cdot \text{mm}^4$$

$$E_{\text{mean_S}} = 13800 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$g_{yppalkki_k} = 0.877 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{k_lumi_i} = 1.933 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$p_{k_yppalkki} := g_{yppalkki_k} = 0.877 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$p_{k_lumi} := q_{k_lumi_i} \cdot k_{yppalkki} = 1.74 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Hetkelliset taipumat

Pysyvä kuorma

$$w_{\text{inst_palkki}} := \frac{5}{384} \cdot \frac{p_{k_yppalkki} \cdot L_{yppalkki}^4}{E_{\text{mean_S}} \cdot I_{y_w_yppalkki}} = 4.65 \cdot \text{mm}$$

Muuttuva kuorma

$$w_{\text{inst_lumi}} := \frac{5}{384} \cdot \frac{p_{k_lumi} \cdot L_{yppalkki}^4}{E_{\text{mean_S}} \cdot I_{y_w_yppalkki}} = 9.228 \cdot \text{mm}$$

Kokonaistaipuma

$$k_{\text{def}} := 0.8$$

$$\psi_{2_lumi} := 0.2$$

$$w_{\text{fin}} := (1 + k_{\text{def}}) \cdot w_{\text{inst_palkki}} + (1 + \psi_{2_lumi} \cdot k_{\text{def}}) \cdot w_{\text{inst_lumi}} = 19.075 \cdot \text{mm}$$

Taipumaraja

$$w_{\text{fin}} \leq \frac{L}{300}$$

$$\frac{L_{yppalkki}}{300} = 18.667 \cdot \text{mm}$$

$$KA := \frac{w_{fin}}{\frac{L_{yppalkki}}{300}} = 1.022$$

OK

Yläpohjarakenteen paino on varmalla puolella oleva arvio, eikä kattopalkin taipuma toisaalta vaikuta rakenteisiin, joten pieni taipuman raja-arvon ylitys voidaan hyväksyä.

Kiepahdus

$$\sigma_{m_d_mit_yppalkki} = 14.592 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$E_{0_05_S} := 11100 \frac{N}{mm^2}$$

Kiepahdustukina toimivat peltikaton ruoteet sekä osalla palkin pituutta sisäpuolinen koolaus 50x50 mm kk600.

$$a := 350mm$$

Tehollinen jänneväli

Kuorma puristetulla reunalla, tehollista jänneväliä suurennetaan mitan 2h verran

$$l_{ef_yppalkki} := a + 2 \cdot h_{yppalkki} = 1070 \cdot mm$$

Kriittinen taivutusjännitys

$$c := 0.58 \quad \text{Kerto-S}$$

$$\sigma_{m_crit_yppalkki} := \frac{c \cdot b_{yppalkki}^2}{h_{yppalkki} \cdot l_{ef_yppalkki}} \cdot E_{0_05_S} = 33.845 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Suhteellinen hoikkuus

$$\lambda_{rel_m_yppalkki} := \sqrt{\frac{f_{m_k_S}}{\sigma_{m_crit_yppalkki}}} = 1.14$$

$$k_{crit_yppalkki} := 1.56 - 0.75 \cdot \lambda_{rel_m_yppalkki} = 0.705 \quad 0.75 < \lambda_{rel_m} \leq 1.4$$

$$KA := \frac{\sigma_{m_d_mit_yppalkki}}{k_{crit_yppalkki} \cdot f_{m_d_S}} = 0.706 \quad \text{OK}$$

Yhden palkin kiepahdustuentavoima

$$M_{d_mit_yppalkki} = 14.183 \cdot kNm$$

Tukemattoman palkin tehollinen jänneväli

$$\frac{l_{ef}}{L} := 0.9 \quad \text{tasaisesti jakautunut kuorma}$$

$$l_{ef_yppalkki_1} := 0.9 \cdot L_{yppalkki} = 5040 \cdot \text{mm}$$

Kuorma puristetulla reunalla, tehollista jänneväliä suurennetaan mitan 2h verran

$$l_{ef_suur_yppalkki} := l_{ef_yppalkki_1} + 2 \cdot h_{yppalkki} = 5760 \cdot \text{mm}$$

Kriittinen taivutusjännitys

$$\sigma_{m_crit_tuk_yppalkki} := \frac{c \cdot b_{yppalkki}^2}{h_{yppalkki} \cdot l_{ef_suur_yppalkki}} \cdot E_{0.05_S} = 6.287 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Suhteellinen hoikkuus

$$\lambda_{rel_m_tuk_yppalkki} := \sqrt{\frac{f_{m_k_S}}{\sigma_{m_crit_tuk_yppalkki}}} = 2.645$$

$$k_{crit_tuk_yppalkki} := \frac{1}{\lambda_{rel_m_tuk_yppalkki}^2} = 0.143 \quad 1.4 < \lambda_{rel_m_tuk}$$

Puristusvoima palkin yläreunassa

$$N_{d_yr_yppalkki} := (1 - k_{crit_tuk_yppalkki}) \cdot \frac{M_{d_mit_yppalkki}}{h_{yppalkki}} = 33.769 \cdot \text{kN}$$

k -kerroin

Käytetään k_{crit} -arvona tuettua arvoa, joten voidaan käyttää k-kerrointa

$$k_{yppalkki} := \frac{\sigma_{m_d_mit_yppalkki}}{k_{crit_yppalkki} \cdot f_{m_d_S}} = 0.706 \quad k_{crit_yppalkki} = 0.705$$

Kiepahdustukeen kohdistuva voima

$$F_{d_ktuki} := \frac{N_{d_yr_yppalkki}}{80} \cdot k_{yppalkki} = 0.298 \cdot \text{kN}$$

Kiepahdustuki ja liitos mitoitetaan voimalle F_{d_ktuki} .

Kiepahdustuet/peltikatteen ruoteet

$k_{\text{mod_keskipitkä}} := 0.80$ kuormitustarkastelujen yhteydessä on todettu
MRT-tarkastelussa määräävän kuormitusyhdistelmän
olevan oma paino+lumi, eli keskipitkä

$\gamma_{M_C24} := 1.4$ sahatavara

$$f_{m_d_C24} := k_{\text{mod_keskipitkä}} \cdot \frac{f_{m_k_C24}}{\gamma_{M_C24}} = 13.714 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v_d_C24} := k_{\text{mod_keskipitkä}} \cdot \frac{f_{v_k_C24}}{\gamma_{M_C24}} = 2.286 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{c_90_d_C24} := k_{\text{mod_keskipitkä}} \cdot \frac{f_{c_90_k_C24}}{\gamma_{M_C24}} = 1.429 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Palkin kiepahdustuennasta aiheutuva normaalivoima ruoteille on 0.298 kN.

$$N_{d_ruode} := F_{d_ktuki}$$

$$b_{ruode} := 100\text{mm}$$

$$h_{ruode} := 24\text{mm}$$

$$g_{ruode_omapaino_k} := g b_{ruode} \cdot h_{ruode} \cdot 420 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$g_{ruode_k} := k_{\text{yppalkki}} \cdot 5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + g_{ruode_omapaino_k} = 0.054 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_{ruode_d} := 1.15 \cdot g_{ruode_k}$$

$$g_{ruode_d} = 0.062 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$p_{d_ruode} := g_{ruode_d} + 1.5 \cdot q_{k_lumi_i} \cdot 0.35\text{m} = 1.077 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Normaalivoima

$$\sigma_{c_d_ruode} := \frac{N_{d_ruode}}{b_{ruode} \cdot h_{ruode}} = 0.124 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_{\text{mod}} := 1.1 \quad \text{hetkellinen, sahatavara}$$

$$f_{c_d_ruode} := \frac{f_{c_0_k_C24} \cdot k_{\text{mod}}}{\gamma_{M_C24}} = 16.5 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$KA := \frac{\sigma_{c_d_ruode}}{f_{c_d_ruode}} = 0.008 \quad \text{OK}$$

Taivutusjännitys, ruode

$$L_{\text{ruode}} := 900 \text{ mm}$$

$$p_{d_ruode} = 1.077 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{d_ruode} := \frac{p_{d_ruode} \cdot L_{\text{ruode}}^2}{8} = 0.109 \cdot \text{kNm}$$

$$\sigma_{m_d_mit_ruode} := \frac{6 \cdot M_{d_ruode}}{b_{\text{ruode}} \cdot h_{\text{ruode}}^2} = 11.36 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{m_d_C24} = 13.714 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$KA := \frac{\sigma_{m_d_mit_ruode}}{f_{m_d_C24}} = 0.828 \quad \text{OK}$$

Taivutuksen ja puristuksen yhteisvaikutus

Nurjahduspituus

$$L_{c_ruode} := k_{k_yppalkki} = 0.9 \text{ m}$$

$$i_{y_ruode} := \frac{k_{k_yppalkki}}{\sqrt{12}} = 259.808 \cdot \text{mm}$$

$$\lambda_{y_ruode} := \frac{L_{c_ruode}}{i_{y_ruode}} = 3.464$$

$$k_{c_ruode} := 1.0$$

$$KA := \frac{\sigma_{m_d_mit_ruode}}{f_{m_d_C24}} + \frac{\sigma_{c_d_ruode}}{k_{c_ruode} \cdot f_{c_d_ruode}} = 0.836 \quad \text{OK}$$

Leikkauskestävyys, ruode

Mitoittava leikkausvoima tuella

Tasaisen kuorman aiheuttama leikkausvoima tuella

$$V_{pd_ruode} := \frac{p_{d_ruode} \cdot 0.35 \text{ m}}{2} = 0.188 \cdot \text{kN}$$

Leikkausjännitys tuella

$$\tau_{d_tuki_ruode} := \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{pd_ruode}}{b_{\text{ruode}} \cdot h_{\text{ruode}}} = 0.118 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v_d_C24} = 2.286 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$KA := \frac{\tau_{d_tuki_ruode}}{f_{v_d_C24}} = 0.052 \quad OK$$

Taipuma

Määritetään taipuma yksiaukkoisen palkin taipumakaavalla.

$$I_{y_w_ruode} := \frac{b_{ruode} \cdot h_{ruode}^3}{12} = 115200 \cdot mm^4$$

$$E_{0_mean_C24} := E_{mean_C24} = 11000 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$g_{ruode_k} = 0.054 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$q_{k_lumi_i} = 1.933 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$p_{k_ruode} := g_{ruode_k} = 0.054 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$p_{k_lumi_ruode} := q_{k_lumi_i} \cdot 350mm = 0.677 \cdot \frac{kN}{m}$$

Hetkelliset taipumat

Pysyvä kuorma

$$w_{inst_ruode} := \frac{5}{384} \cdot \frac{p_{k_ruode} \cdot L_{ruode}^4}{E_{0_mean_C24} \cdot I_{y_w_ruode}} = 0.364 \cdot mm$$

Muuttuva kuorma

$$w_{inst_lumi_ruode} := \frac{5}{384} \cdot \frac{p_{k_lumi_ruode} \cdot L_{ruode}^4}{E_{0_mean_C24} \cdot I_{y_w_ruode}} = 4.562 \cdot mm$$

Kokonaistaipuma

$$k_{def} := 0.8$$

$$\psi_{2_lumi_ruode} := 0.2$$

$$w_{fin_ruode} := (1 + k_{def}) \cdot w_{inst_ruode} + (1 + \psi_{2_lumi_ruode} \cdot k_{def}) \cdot w_{inst_lumi_ruode}$$

$$w_{fin_ruode} = 5.947 \cdot mm$$

Taipumaraja

$$w_{fin_ruode} \leq \frac{L_{ruode}}{200}$$

$$\frac{L_{\text{ruode}}}{200} = 4.5 \cdot \text{mm}$$

$$KA := \frac{w_{\text{fin_ruode}}}{\frac{L_{\text{ruode}}}{200}} = 1.322$$

Käyttöaste ylittää 100%, mutta ko. rakennusosassa sillä ei ole merkitystä.

Välipohjapalkit

Palkin materiaali Kerto-S

$k_{\text{mod_keskipitkä}} := 0.80$ kuormitustarkastelujen yhteydessä on todettu MRT-tarkastelussa määräävän kuormitusyhdistelmän olevan oma paino+hyötykuorma, eli keskipitkä

$\gamma_{M_S} := 1.2$ liimapuu

$$f_{m_d_S} := k_{\text{mod_keskipitkä}} \cdot \frac{f_{m_k_S}}{\gamma_{M_S}} = 29.333 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v_d_S} := k_{\text{mod_keskipitkä}} \cdot \frac{f_{v_k_S}}{\gamma_{M_S}} = 2.733 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{c_90_d_S} := k_{\text{mod_keskipitkä}} \cdot \frac{f_{c_90_edge_k_S}}{\gamma_{M_S}} = 4 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$L_{\text{vppalkki}} := 4850\text{mm}$

$h_{\text{vppalkki}} := 300\text{mm}$

$b_{\text{vppalkki}} := 51\text{mm}$

Suurimman kuormituksen alainen täyspitkä vp-palkki:

$$g_{vp_k} := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 0.4\text{m} = 0.8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_{vp_d} := g_{vp_k} \cdot 1.15 = 0.92 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{hk_k} := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 0.4\text{m} = 0.8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{hk_d} := g_{vp_d} \cdot 1.5 = 1.38 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Taivutusjännitys

$$M_{d_mit_vppalkki} := \frac{(g_{vp_d} + q_{hk_d}) \cdot L_{\text{vppalkki}}^2}{8} = 9.016 \cdot \text{kNm}$$

$$\sigma_{m_d_mit_vppalkki} := \frac{6 \cdot M_{d_mit_vppalkki}}{b_{\text{vppalkki}} \cdot h_{\text{vppalkki}}^2} = 11.786 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k \cdot h = \min((600/h)^{0.1}; 1, 1)$$

$$\left(\frac{600\text{mm}}{h_{\text{vppalkki}}} \right)^{0.1} = 1.072$$

$$k_{h_vppalkki} := 1.072$$

$$f_{m_d_S} = 29.333 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$K_A := \frac{\sigma_{m_d_mit_vppalkki}}{k_{h_vppalkki} \cdot f_{m_d_S}} = 0.375 \quad OK$$

Leikkauskestävyys

Mitoittava leikkausvoima tuella

Tasaisen kuorman aiheuttama leikkausvoima tuella

$$V_{pd_vppalkki} := 5.6kN$$

$$k_{cr_vppalkki} := 0.67$$

$$b_{ef_vppalkki} := k_{cr} \cdot b_{vppalkki} = 34.17 \cdot mm$$

Leikkausjännitys tuella

$$\tau_{d_tuki_vppalkki} := \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{pd_vppalkki}}{b_{ef_vppalkki} \cdot h_{vppalkki}} = 0.819 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{v_d_S} = 2.733 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$K_A := \frac{\tau_{d_tuki_vppalkki}}{f_{v_d_S}} = 0.3 \quad OK$$

Tukipinta

$$N_{d_vppalkki} := 5.6kN$$

$$I_A := 73mm$$

$$\sigma_{c_90_d} := \frac{N_{d_vppalkki}}{b_{vppalkki} \cdot I_A} = 1.504 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{c_90_d_S} = 4 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$k_{c_90} := 1.5 \quad \text{havupuinen liimapuu}$$

$$I_{c_90_ef} := I_A + 30mm = 103 \cdot mm$$

$$k_{c_kohtisuora} := \frac{I_{c_90_ef}}{I_A} \cdot k_{c_90} = 2.116$$

$$KA := \frac{\sigma_{c_90_d}}{k_{c_kohtisuora} \cdot f_{c_90_d_S}} = 0.178 \quad \text{OK}$$

Taipuma

Määritetään taipuma yksiaukkoisen palkin taipumakaavalla.

$$I_{y_w_vppalkki} := \frac{b_{vppalkki} \cdot h_{vppalkki}^3}{12} = 114.75 \times 10^6 \cdot \text{mm}^4$$

$$E_{0_mean_S} := E_{mean_S} = 13800 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$g_{vp_k} := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 0.4\text{m} = 0.8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{hk_k} := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 0.4\text{m} = 0.8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Hetkelliset taipumat

Pysyvä kuorma

$$w_{inst_vppalkki} := \frac{5}{384} \cdot \frac{(g_{vp_k}) \cdot L_{vppalkki}^4}{E_{0_mean_S} \cdot I_{y_w_vppalkki}} = 3.64 \cdot \text{mm}$$

Muuttuva kuorma

$$w_{inst_hk_vppalkki} := \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{hk_k} \cdot L_{vppalkki}^4}{E_{0_mean_S} \cdot I_{y_w_vppalkki}} = 3.64 \cdot \text{mm}$$

Kokonaistaipuma

$$k_{def} := 0.6$$

$$\psi_{2_hk_vppalkki} := 0.3$$

$$w_{fin_vppalkki} := (1 + k_{def}) \cdot w_{inst_vppalkki} + (1 + \psi_{2_hk_vppalkki} \cdot k_{def}) \cdot w_{inst_hk_vppalkki}$$

$$w_{fin_vppalkki} = 10.118 \text{ mm}$$

Taipumaraja

$$w_{fin_vppalkki} \leq \frac{L_{vppalkki}}{300}$$

$$\frac{L_{vppalkki}}{300} = 16.167 \cdot \text{mm}$$

$$KA := \frac{w_{fin_vppalkki}}{\frac{L_{vppalkki}}{300}} = 0.626 \quad \text{OK}$$

Hetkellisen taipuman raja

$$w_{inst_vppalkki} \leq \frac{L_{vppalkki}}{400}$$

$$\frac{L_{vppalkki}}{400} = 12.125 \cdot \text{mm}$$

$$KA := \frac{w_{inst_vppalkki} + w_{inst_hk_vppalkki}}{\frac{L_{vppalkki}}{400}} = 0.6 \quad \text{OK}$$

Kiepahdus

$$\sigma_{m_d_mit_vppalkki} = 11.786 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$E_{0_05_S} := 11100 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Kiepahdustukina toimivat ensisijaisesti jäykistelinjat ja toissijaisesti välipohjan pintarakenteet ylä- ja alapinnassa.

$$a_{vp} := 1940 \text{ mm}$$

Tehollinen jänneväli

$$l_{ef_vppalkki} := a_{vp} + 2 \cdot h_{vppalkki} = 2540 \cdot \text{mm}$$

Kriittinen taivutusjännitys

$$c := 0.58 \quad \text{Kerto-S}$$

$$\sigma_{m_crit_vppalkki} := \frac{c \cdot b_{vppalkki}^2}{h_{vppalkki} \cdot l_{ef_vppalkki}} \cdot E_{0_05_S} = 21.975 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Suhteellinen hoikkuus

$$\lambda_{rel_m_vppalkki} := \sqrt{\frac{f_{m_k_S}}{\sigma_{m_crit_vppalkki}}} = 1.415$$

$$k_{\text{crit_vppalkki}} := \frac{1}{\lambda_{\text{rel_m_vppalkki}}^2} = 0.499 \quad 1.4 < \lambda_{\text{rel_m}}$$

$$K_A := \frac{\sigma_{m_d_mit_vppalkki}}{k_{\text{crit_vppalkki}} \cdot f_{m_d_S}} = 0.804 \quad \text{OK}$$

Yhden palkin kiepahdustuentavoima

$$M_{d_mit_vppalkki} = 9.016 \cdot \text{kNm}$$

Tukemattoman palkin tehollinen jänneväli

$$\frac{l_{\text{ef}}}{L} := 0.9 \quad \text{tasaisesti jakautunut kuorma}$$

$$l_{\text{ef_vppalkki_1}} := 0.9 \cdot L_{\text{vppalkki}} = 4365 \cdot \text{mm}$$

Kuorma puristetulla reunalla, tehollista jänneväliä suurennetaan mitan 2h verran

$$l_{\text{ef_suur_vppalkki}} := l_{\text{ef_vppalkki_1}} + 2 \cdot h_{\text{vppalkki}} = 4965 \cdot \text{mm}$$

Kriittinen taivutusjännitys

$$\sigma_{m_crit_tuk_vppalkki} := \frac{c \cdot b_{\text{vppalkki}}^2}{h_{\text{vppalkki}} \cdot l_{\text{ef_suur_vppalkki}}} \cdot E_{0_05_S} = 11.242 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Suhteellinen hoikkuus

$$\lambda_{\text{rel_m_tuk_vppalkki}} := \sqrt{\frac{f_{m_k_S}}{\sigma_{m_crit_tuk_vppalkki}}} = 1.978$$

$$k_{\text{crit_tuk_vppalkki}} := \frac{1}{\lambda_{\text{rel_m_tuk_vppalkki}}^2} = 0.256 \quad 1.4 < \lambda_{\text{rel_m_tuk}}$$

Puristusvoima palkin yläreunassa

$$N_{d_yr_vppalkki} := (1 - k_{\text{crit_tuk_vppalkki}}) \cdot \frac{M_{d_mit_vppalkki}}{h_{\text{vppalkki}}} = 22.375 \cdot \text{kN}$$

k -kerroin

Käytetään k_{crit} -arvona tuettua arvoa, joten voidaan käyttää k-kerrointa

$$k_{\text{vppalkki}} := \frac{\sigma_{m_d_mit_vppalkki}}{k_{\text{crit_vppalkki}} \cdot f_{m_d_S}} = 0.804 \quad k_{\text{crit_vppalkki}} = 0.499$$

Kiepahdustukeen kohdistuva voima

$$F_{d_ktuki_vp} := \frac{N_{d_yr_vppalkki}}{80} \cdot k_{\text{vppalkki}} = 0.225 \cdot \text{kN}$$

Kiepahdustuet ja niiden liitokset kestävät ko. voiman ilman erillistä mitoitusta.

Värähtelymitoitus

Yksinkertaistetun värähtelymitoituksen ehdot:

$$f_1 \geq 9\text{Hz}$$

$$k_B \cdot k_S \cdot \delta_L \leq 0.5\text{mm}$$

$$f_1 = \frac{\pi}{2 \cdot (L_{\text{vppalkki}})^2} \cdot \sqrt{\frac{E_{0_mean_S} \cdot I_{y_w_vppalkki}}{s_{vp} \cdot m_{vp}}}$$

$$s_{vp} := 0.4$$

$$m_{vp} := \frac{\frac{2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + \psi_2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}}{g}}{\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}} = 265.126$$

$$E_{0_mean_S} \cdot I_{y_w_vppalkki} = 1.584 \times 10^6 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^2$$

$$f_1 := \frac{\pi}{2 \cdot (3.7)^2} \cdot \sqrt{\frac{E_{0_mean_S} \cdot I_{y_w_vppalkki}}{\text{N} \cdot \text{m}^2}} = 14.021$$

$$f_1 > 9\text{Hz} \quad \text{OK}$$

$$k_B := 0.5$$

$$k_S := \sqrt{\frac{s_{vp}}{0.6}} = 0.816$$

$$\delta_L := \frac{1 \text{ kN} \cdot L_{\text{vppalkki}}^3}{48 \cdot (E_{0_mean_S} \cdot I_{y_w_vppalkki})} = 1.501 \cdot \text{mm}$$

$$k_B \cdot k_S \cdot \delta_L = 0.613 \cdot \text{mm}$$

Pienen huoneen taipumarajaa voidaan korottaa kertoimella k

$$k_{vp} := 1.25$$

$$k_{vp} \cdot 0.5\text{mm} = 0.625 \cdot \text{mm}$$

$$k_B \cdot k_S \cdot \delta_L < k_{vp} \cdot 0.5\text{mm} \quad \text{OK}$$

Alapohjapalkit

Palkin materiaali Kerto-S

$k_{\text{mod_keskipitkä}} := 0.80$ kuormitustarkastelujen yhteydessä on todettu MRT-tarkastelussa määräävän kuormitusyhdistelmän olevan oma paino+hyötykuorma, eli keskipitkä

$\gamma_{M_S} := 1.2$ liimapuu

$$f_{m_d_S} := k_{\text{mod_keskipitkä}} \cdot \frac{f_{m_k_S}}{\gamma_{M_S}} = 29.333 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v_d_S} := k_{\text{mod_keskipitkä}} \cdot \frac{f_{v_k_S}}{\gamma_{M_S}} = 2.733 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$f_{c_90_d_S} := k_{\text{mod_keskipitkä}} \cdot \frac{f_{c_90_edge_k_S}}{\gamma_{M_S}} = 4 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$L_{\text{appalkki}} := 4850\text{mm}$

$h_{\text{appalkki}} := 360\text{mm}$

$b_{\text{appalkki}} := 51\text{mm}$

Suurimman kuormituksen alainen täyspitkä ap-palkki:

$$g_{ap_k} := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 0.4\text{m} = 0.8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$g_{ap_d} := g_{vp_k} \cdot 1.15 = 0.92 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{hk_k} := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 0.4\text{m} = 0.8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{hk_d} := g_{vp_d} \cdot 1.5 = 1.38 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Taivutusjännitys

$$M_{d_mit_appalkki} := \frac{(g_{ap_d} + q_{hk_d}) \cdot L_{\text{appalkki}}^2}{8} = 6.763 \cdot \text{kNm}$$

$$\sigma_{m_d_mit_appalkki} := \frac{6 \cdot M_{d_mit_appalkki}}{b_{\text{appalkki}} \cdot h_{\text{appalkki}}^2} = 6.139 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$k \cdot h = \min((600/h)^{0.1}, 1, 1)$$

$$\left(\frac{600\text{mm}}{h_{\text{appalkki}}} \right)^{0.1} = 1.052$$

$$k_{h_appalkki} := 1.052$$

$$f_{m_d_S} = 29.333 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$K_A := \frac{\sigma_{m_d_mit_appalkki}}{k_{h_appalkki} \cdot f_{m_d_S}} = 0.199 \quad OK$$

Leikkauskestävyys

Mitoittava leikkausvoima tuella

Tasaisen kuorman aiheuttama leikkausvoima tuella

$$V_{pd_appalkki} := 5.6kN$$

$$k_{cr_appalkki} := 0.67$$

$$b_{ef_appalkki} := k_{cr} \cdot b_{appalkki} = 34.17 \cdot mm$$

Leikkausjännitys tuella

$$\tau_{d_tuki_appalkki} := \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{pd_appalkki}}{b_{ef_appalkki} \cdot h_{appalkki}} = 0.683 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{v_d_S} = 2.733 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$K_A := \frac{\tau_{d_tuki_appalkki}}{f_{v_d_S}} = 0.25 \quad OK$$

Tukipinta

$$N_{d_appalkki} := 5.6kN$$

$$l_A := 73mm$$

$$\sigma_{c_90_d} := \frac{N_{d_appalkki}}{b_{appalkki} \cdot l_A} = 1.504 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{c_90_d_S} = 4 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$k_{c_90} := 1.5 \quad \text{havupuinen liimapuu}$$

$$l_{c_90_ef} := l_A + 30mm = 103 \cdot mm$$

$$k_{c_kohtisuora} := \frac{l_{c_90_ef}}{l_A} \cdot k_{c_90} = 2.116$$

$$KA := \frac{\sigma_{c_90_d}}{k_{c_kohtisuora} \cdot f_{c_90_d_S}} = 0.178 \quad \text{OK}$$

Taipuma

Määritetään taipuma yksiaukkoisen palkin taipumakaavalla.

$$I_{y_w_appalkki} := \frac{b_{appalkki} \cdot h_{appalkki}^3}{12} = 198.288 \times 10^6 \cdot \text{mm}^4$$

$$E_{0_mean_S} := E_{mean_S} = 13800 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$g_{ap_k} := 2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 0.4\text{m} = 0.8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{hk_k} := 2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 0.4\text{m} = 0.8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Hetkelliset taipumat

Pysyvä kuorma

$$w_{inst_appalkki} := \frac{5}{384} \cdot \frac{(g_{ap_k}) \cdot L_{appalkki}^4}{E_{0_mean_S} \cdot I_{y_w_appalkki}} = 2.106 \cdot \text{mm}$$

Muuttuva kuorma

$$w_{inst_hk_appalkki} := \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{hk_k} \cdot L_{appalkki}^4}{E_{0_mean_S} \cdot I_{y_w_appalkki}} = 2.106 \cdot \text{mm}$$

Kokonaistaipuma

$$k_{def} := 0.8$$

$$\psi_{2_hk_appalkki} := 0.3$$

$$w_{fin_appalkki} := (1 + k_{def}) \cdot w_{inst_appalkki} + (1 + \psi_{2_hk_appalkki} \cdot k_{def}) \cdot w_{inst_hk_appalkki}$$

$$w_{fin_appalkki} = 6.403 \text{ mm}$$

Taipumaraja

$$w_{fin_appalkki} \leq \frac{L_{appalkki}}{300}$$

$$\frac{L_{appalkki}}{300} = 16.167 \cdot \text{mm}$$

$$KA := \frac{w_{fin_appalkki}}{\frac{L_{appalkki}}{300}} = 0.396 \quad \text{OK}$$

Hetkellisen taipuman raja

$$w_{inst_appalkki} \leq \frac{L_{appalkki}}{400}$$

$$\frac{L_{appalkki}}{400} = 12.125 \cdot \text{mm}$$

$$KA := \frac{w_{inst_appalkki} + w_{inst_hk_appalkki}}{\frac{L_{appalkki}}{400}} = 0.347 \quad \text{OK}$$

Kiepahdus

$$\sigma_{m_d_mit_appalkki} = 6.139 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$E_{0_05_S} := 11100 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Kiepahdustukina toimivat ensisijaisesti jäykistelinjat ja toissijaisesti alapohjan pintarakenteet ylä- ja alapinnassa.

$$a_{ap} := 1940 \text{ mm}$$

Tehollinen jänneväli

$$l_{ef_appalkki} := a_{ap} + 2 \cdot h_{appalkki} = 2660 \cdot \text{mm}$$

Kriittinen taivutusjännitys

$$c := 0.58 \quad \text{Kerto-S}$$

$$\sigma_{m_crit_appalkki} := \frac{c \cdot b_{appalkki}^2}{h_{appalkki} \cdot l_{ef_appalkki}} \cdot E_{0_05_S} = 17.487 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Suhteellinen hoikkuus

$$\lambda_{rel_m_appalkki} := \sqrt{\frac{f_{m_k_S}}{\sigma_{m_crit_appalkki}}} = 1.586$$

$$k_{\text{crit_appalkki}} := \frac{1}{\lambda_{\text{rel_m_appalkki}}^2} = 0.397 \quad 1.4 < \lambda_{\text{rel_m}}$$

$$K_A := \frac{\sigma_{m_d_mit_appalkki}}{k_{\text{crit_appalkki}} \cdot f_{m_d_S}} = 0.527 \quad \text{OK}$$

Yhden palkin kiepahdustuentavoima

$$M_{d_mit_appalkki} = 6.763 \cdot \text{kNm}$$

Tukemattoman palkin tehollinen jänneväli

$$\frac{l_{ef}}{L} := 0.9 \quad \text{tasaisesti jakautunut kuorma}$$

$$l_{ef_appalkki_1} := 0.9 \cdot L_{\text{appalkki}} = 4365 \cdot \text{mm}$$

Kuorma puristetulla reunalla, tehollista jänneväliä suurennetaan mitan 2h verran

$$l_{ef_suur_appalkki} := l_{ef_appalkki_1} + 2 \cdot h_{\text{appalkki}} = 5085 \cdot \text{mm}$$

Kriittinen taivutusjännitys

$$\sigma_{m_crit_tuk_appalkki} := \frac{c \cdot b_{\text{appalkki}}^2}{h_{\text{appalkki}} \cdot l_{ef_suur_appalkki}} \cdot E_{0_05_S} = 9.147 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Suhteellinen hoikkuus

$$\lambda_{\text{rel_m_tuk_appalkki}} := \sqrt{\frac{f_{m_k_S}}{\sigma_{m_crit_tuk_appalkki}}} = 2.193$$

$$k_{\text{crit_tuk_appalkki}} := \frac{1}{\lambda_{\text{rel_m_tuk_appalkki}}^2} = 0.208 \quad 1.4 < \lambda_{\text{rel_m_tuk}}$$

Puristusvoima palkin yläreunassa

$$N_{d_yr_appalkki} := (1 - k_{\text{crit_tuk_appalkki}}) \cdot \frac{M_{d_mit_appalkki}}{h_{\text{appalkki}}} = 14.88 \cdot \text{kN}$$

k -kerroin

Käytetään k_{crit} -arvona tuettua arvoa, joten voidaan käyttää k-kerrointa

$$k_{\text{appalkki}} := \frac{\sigma_{m_d_mit_appalkki}}{k_{\text{crit_appalkki}} \cdot f_{m_d_S}} = 0.527 \quad k_{\text{crit_appalkki}} = 0.397$$

Kiepahdustukeen kohdistuva voima

$$F_{d_ktuki_ap} := \frac{N_{d_yr_appalkki}}{80} \cdot k_{\text{appalkki}} = 0.098 \cdot \text{kN}$$

Kiepahdustuet ja niiden liitokset kestävät ko. voiman ilman erillistä mitoitusta.

Värähtelymitoitus

Yksinkertaistetun värähtelymitoituksen ehdot:

$$f_1 \geq 9\text{Hz}$$

$$k_B \cdot k_S \cdot \delta_L \leq 0.5\text{mm}$$

$$f_1 = \frac{\pi}{2 \cdot L^2} \cdot \sqrt{\frac{E_{0_mean_S} \cdot I_{y_w}}{s \cdot m}}$$

$$s_{ap} := 0.4$$

$$m_{ap} := \frac{\frac{2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + \psi_{2_hk_appalkki}^2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}}{g}}{\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}} = 265.126$$

$$E_{0_mean_S} \cdot I_{y_w_appalkki} = 2.736 \times 10^6 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^2$$

$$f_1 := \frac{\pi}{2 \cdot \left(\frac{L_{appalkki}}{m} \right)^2} \cdot \sqrt{\frac{E_{0_mean_S} \cdot I_{y_w_appalkki}}{N \cdot \text{m}^2}} = 10.727$$

$$f_1 > 9\text{Hz}$$

OK

$$k_B := 0.5$$

$$k_S := \sqrt{\frac{s_{vp}}{0.6}} = 0.816$$

$$\delta_L := \frac{1 \text{ kN} \cdot L_{appalkki}^3}{48 \cdot (E_{0_mean_S} \cdot I_{y_w_appalkki})} = 0.869 \cdot \text{mm}$$

$$k_B \cdot k_S \cdot \delta_L = 0.355 \cdot \text{mm}$$

$$k_B \cdot k_S \cdot \delta_L < 0.5\text{mm}$$

OK

Harjapalkki

Toteutetaan tuplapalkkina

$$L_{\text{hpalkki}} := 4850 \text{ mm}$$

$$b_{\text{hpalkki}} := 75 \text{ mm}$$

$$h_{\text{hpalkki}} := 400 \text{ mm}$$

$$g_{\text{hp_omapaino_k}} := b_{\text{hpalkki}} \cdot h_{\text{hpalkki}} \cdot \rho_{\text{mean_S}} \cdot g = 0.15 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Taivutusjännitys

$$p_{\text{d_hpalkki}} := \frac{p_{\text{d_yppalkki}} \cdot \frac{L_{\text{yppalkki}}}{2}}{0.9 \text{ m}} + 1.15 g_{\text{hp_omapaino_k}} = 11.429 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{\text{d_mit_hpalkki}} := \frac{p_{\text{d_hpalkki}} \cdot L_{\text{hpalkki}}^2}{8} = 33.606 \cdot \text{kNm}$$

$$\sigma_{\text{m_d_mit_hpalkki}} := \frac{6 \cdot M_{\text{d_mit_hpalkki}}}{b_{\text{hpalkki}} \cdot h_{\text{hpalkki}}^2} = 16.803 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k \cdot h = \min((600/h)^{0.1}; 1, 1)$$

$$\left(\frac{600 \text{ mm}}{h_{\text{hpalkki}}} \right)^{0.1} = 1.041$$

$$k_{\text{h_hpalkki}} := 1.041$$

$$f_{\text{m_d_S}} = 29.333 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$K_A := \frac{\sigma_{\text{m_d_mit_hpalkki}}}{k_{\text{h_hpalkki}} \cdot f_{\text{m_d_S}}} = 0.55 \quad \text{OK}$$

Leikkauskestävyys

Mitoittava leikkausvoima tuella

Tasaisen kuorman aiheuttama leikkausvoima tuella

$$V_{\text{pd_hpalkki}} := p_{\text{d_hpalkki}} \cdot \left(\frac{L_{\text{hpalkki}}}{2} \right) = 27.716 \cdot \text{kN}$$

Leikkausvoimaa saadaan pienentää. Koska mitoittava kohta h:n etäisyydellä tuesta ei ole tiedossa (tuen leveys ei ole tiedossa), käytetään varmalla puolella olevaa laskutapaa, eli

käytetään mitoittavana poikkileikkauksena etäisyydellä h tuen keskeltä olevaa poikkileikkausta.

$$V_{\text{red_hpalkki}} := V_{\text{pd_hpalkki}} \cdot \left(1 - \frac{h_{\text{hpalkki}}}{L_{\text{hpalkki}}} \right) = 25.43 \cdot \text{kN}$$

$$k_{\text{cr}} := 0.67$$

$$b_{\text{ef}} := k_{\text{cr}} \cdot b_{\text{hpalkki}} = 50.25 \cdot \text{mm}$$

Leikkausjännitys tuella

$$\tau_{\text{d_tuki_hpalkki}} := \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{\text{red_hpalkki}}}{b_{\text{ef}} \cdot h_{\text{hpalkki}}} = 1.898 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{\text{v_d_S}} = 2.733 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$KA := \frac{\tau_{\text{d_tuki_hpalkki}}}{f_{\text{v_d_S}}} = 0.694 \quad \text{OK}$$

Tukipinta

$$N_{\text{d}} := p_{\text{d_hpalkki}} \cdot \left(\frac{L_{\text{hpalkki}}}{2} \right) = 27.716 \cdot \text{kN}$$

Oletetaan pilarin olevan vähintään 45mmx200mm.

$$l_{\text{A}} := 200 \text{mm}$$

$$\sigma_{\text{c_90_d}} := \frac{N_{\text{d}}}{b_{\text{hpalkki}} \cdot l_{\text{A}}} = 1.848 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{\text{c_90_d_S}} = 4 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_{\text{c_90}} := 1.5 \quad \text{havupuinen liimapuu}$$

$$l_{\text{c_90_ef}} := l_{\text{A}} + 30 \text{mm} = 230 \cdot \text{mm} \quad \text{Palkki ei jatku tuen yli}$$

$$k_{\text{c_kohtisuora}} := \frac{l_{\text{c_90_ef}}}{l_{\text{A}}} \cdot k_{\text{c_90}} = 1.725$$

$$KA := \frac{\sigma_{\text{c_90_d}}}{k_{\text{c_kohtisuora}} \cdot f_{\text{c_90_d_S}}} = 0.268 \quad \text{OK}$$

Taipuma

Määritetään taipuma yksiaukkoisen palkin taipumakaavalla.

$$I_{\text{y_w_hpalkki}} := \frac{b_{\text{hpalkki}} \cdot h_{\text{hpalkki}}^3}{12} = 400 \times 10^6 \cdot \text{mm}^4$$

$$E_{\text{mean}_S} = 13800 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$p_{k_hpalkki} := \frac{g_{ypalkki_k} \cdot \frac{L_{ypalkki}}{2}}{k_{kypalkki}} + g_{hp_omapaino_k} = 2.878 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$p_{k_lumi_hpalkki} := q_{k_lumi_i} \cdot \frac{L_{ypalkki}}{2} = 5.413 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Hetkelliset taipumat

Pysyvä kuorma

$$w_{\text{inst_hpalkki}} := \frac{5}{384} \cdot \frac{p_{k_hpalkki} \cdot L_{hpalkki}^4}{E_{\text{mean}_S} \cdot I_{y_w_hpalkki}} = 3.756 \cdot \text{mm}$$

Muuttuva kuorma

$$w_{\text{inst_lumi_hpalkki}} := \frac{5}{384} \cdot \frac{p_{k_lumi_hpalkki} \cdot L_{hpalkki}^4}{E_{\text{mean}_S} \cdot I_{y_w_hpalkki}} = 7.065 \cdot \text{mm}$$

Kokonaistaipuma

$$k_{\text{def}} := 0.8$$

$$\psi_{2_lumi} := 0.2$$

$$w_{\text{fin}} := (1 + k_{\text{def}}) \cdot w_{\text{inst_hpalkki}} + (1 + \psi_{2_lumi} \cdot k_{\text{def}}) \cdot w_{\text{inst_lumi_hpalkki}} = 14.956 \cdot \text{mm}$$

Taipumaraja

$$w_{\text{fin}} \leq \frac{L}{300}$$

$$\frac{L_{hpalkki}}{300} = 16.167 \cdot \text{mm}$$

$$KA := \frac{\frac{w_{\text{fin}}}{\frac{L_{hpalkki}}{300}}}{\frac{L_{hpalkki}}{300}} = 0.925$$

OK

Kiepahdus

$$\sigma_{m_d_mit_hpalkki} = 16.803 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$E_{0_05_S} := 11100 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Kiepahdustukina toimivat kattopalkit.

$$a := 900 \text{ mm}$$

Tehollinen jänneväli

$$l_{ef_hpalkki} := a + 2 \cdot h_{hpalkki} = 1700 \cdot \text{mm}$$

Kriittinen taivutusjännitys

$$c := 0.58 \quad \text{Kerto-S}$$

$$\sigma_{m_crit_hpalkki} := \frac{c \cdot b_{hpalkki}^2}{h_{hpalkki} \cdot l_{ef_hpalkki}} \cdot E_{0_05_S} = 53.256 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Suhteellinen hoikkuus

$$\lambda_{rel_m_hpalkki} := \sqrt{\frac{f_{m_k_S}}{\sigma_{m_crit_hpalkki}}} = 0.909$$

$$k_{crit_hpalkki} := 1.56 - 0.75 \cdot \lambda_{rel_m_hpalkki} = 0.878 \quad 0.75 < \lambda_{rel_m} \leq 1.4$$

$$K_A := \frac{\sigma_{m_d_mit_hpalkki}}{k_{crit_hpalkki} \cdot f_{m_d_S}} = 0.652 \quad \text{OK}$$

Yhden palkin kiepahdustuentavoima

$$M_{d_mit_hpalkki} = 33.606 \cdot \text{kNm}$$

Tukemattoman palkin tehollinen jänneväli

$$\frac{l_{ef}}{L} := 0.9 \quad \text{tasaisesti jakautunut kuorma}$$

$$l_{ef_hpalkki_1} := 0.9 \cdot L_{hpalkki} = 4365 \cdot \text{mm}$$

Kuorma puristetulla reunalla, tehollista jänneväliä suurennetaan mitan 2h verran

$$l_{ef_suur_hpalkki} := l_{ef_hpalkki_1} + 2 \cdot h_{hpalkki} = 5165 \cdot \text{mm}$$

Kriittinen taivutusjännitys

$$\sigma_{m_crit_tuk_hpalkki} := \frac{c \cdot b_{hpalkki}^2}{h_{hpalkki} \cdot l_{ef_suur_hpalkki}} \cdot E_{0_05_S} = 17.528 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Suhteellinen hoikkuus

$$\lambda_{rel_m_tuk_hpalkki} := \sqrt{\frac{f_{m_k_S}}{\sigma_{m_crit_tuk_hpalkki}}} = 1.584$$

$$k_{\text{crit_tuk_hpalkki}} := \frac{1}{\lambda_{\text{rel_m_tuk_hpalkki}}^2} = 0.398 \quad 1.4 < \lambda_{\text{rel_m_tuk}}$$

Puristusvoima palkin yläreunassa

$$N_{\text{d_yr_hpalkki}} := (1 - k_{\text{crit_tuk_hpalkki}}) \cdot \frac{M_{\text{d_mit_hpalkki}}}{h_{\text{hpalkki}}} = 50.545 \cdot \text{kN}$$

k -kerroin

Käytetään k_{crit} -arvona tuettua arvoa, joten voidaan käyttää k-kerrointa

$$k_{\text{hpalkki}} := \frac{\sigma_{\text{m_d_mit_hpalkki}}}{k_{\text{crit_hpalkki}} \cdot f_{\text{m_d_S}}} = 0.652$$

Kiepahdustukeen kohdistuva voima

$$F_{\text{d_ktuki_hpalkki}} := \frac{N_{\text{d_yr_hpalkki}}}{80} \cdot k_{\text{hpalkki}} = 0.412 \cdot \text{kN}$$

Kiepahdustuki ja liitos mitoitetetaan voimalle $F_{\text{d_ktuki}}$.

Voidaan todeta kattopalkille syntyvän normaalivoiman olevan niin pieni, että kattopalkit kestävät tämän lisärasituksen.

Pilarit

Tuettu heikomman suunnan nurjahdusta vastaan ulkoseinärakenteella.

Laajennuksen lyhyen sivun pilarit

Kantavat yläpohjan kuormat, tuulikuorma vaikuttaa lisäksi.

Pilaria käsitellään yksiaukkoisena, toisesta päästä ulokkeellisena rakenteena.

Pilariin vaikuttava ulkoinen normaalivoima on yläpohjapalkille muodostuva tukireaktio:

$$V_{pd_yppalkki} = 13.568 \cdot \text{kN}$$

$$kk_{yppalkki} = 0.9 \text{ m}$$

$$kk_{pilari1} := 600 \text{ mm}$$

$$H_{pilari1} := 3600 \text{ mm}$$

$$N_{d_pilari1_palkilta} := \frac{V_{pd_yppalkki} \cdot kk_{pilari1}}{kk_{yppalkki}} = 9.046 \cdot \text{kN}$$

Laskettu tuulikuorma pilarille:

$$q_{w_k_pilari1} := c_f \cdot q_k \cdot kk_{pilari1} = 0.484 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{w_d_pilari1} := 1.5 q_{w_k_pilari1} = 0.725 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Yläpohjarakenteen osalta:

$$F_{w_k_pilari1} := c_f \cdot q_k \cdot kk_{pilari1} \cdot 3.2 \text{ m} = 1.548 \cdot \text{kN}$$

$$F_{w_d_pilari1} := 1.5 F_{w_k_pilari1} = 2.321 \cdot \text{kN}$$

Pilarin oma paino

Oletetaan pilarin kooksi 45x200 mm, materiaali sahatavara C24.

$$h_{pilari1} := 200 \text{ mm}$$

$$b_{pilari1} := 45 \text{ mm}$$

$$g_{k_pilari1} := H_{pilari1} \cdot h_{pilari1} \cdot b_{pilari1} \cdot \rho_{\text{mean_C24}} \cdot g + 0.4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot kk_{pilari1} \cdot H_{pilari1} = 0.997 \cdot \text{kN}$$

$$g_{d_pilari1} := 1.15 g_{k_pilari1} = 1.147 \cdot \text{kN}$$

Pilarille tuleva kuorma niin suuri, että pelkkä oma paino $1,35$ ei määräävä.

$$N_{d_pilari1} := N_{d_pilari1_palkilta} + g_{d_pilari1} = 10.193 \cdot \text{kN}$$

Pilareiden taivutusmomentti

$$M_{d_pilari1_tuki} := F_{w_d_pilari1} \cdot 900\text{mm} = 2.089 \cdot \text{kNm}$$

$$M_{d_pilari1_kenttä} := \frac{q_{w_d_pilari1}}{8 \cdot (H_{pilari1} - 900\text{mm})^2} \cdot \left[(H_{pilari1} - 900\text{mm})^2 - (900\text{mm})^2 \right]^2 = 0.522 \cdot \text{kNm}$$

$$\sigma_{m_d_mit_pilari1} := \frac{6 \cdot M_{d_pilari1_tuki}}{b_{pilari1} \cdot h_{pilari1}^2} = 6.964 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{m_d_C24} = 13.714 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$KA := \frac{\sigma_{m_d_mit_pilari1}}{f_{m_d_C24}} = 0.508 \quad \text{OK}$$

Leikkauskestävyys, pilari

Leikkausvoima pilarin alapäässä

$$V_{pd_pilari1_alapää} := \frac{q_{w_d_pilari1}}{2 \cdot (H_{pilari1} - 0.9\text{m})} \cdot \left[(H_{pilari1} - 0.9\text{m})^2 - (0.9\text{m})^2 \right] - \left(\frac{F_{w_d_pilari1} \cdot 0.9\text{m}}{H_{pilari1} - 0.9\text{m}} \right)$$

$$V_{pd_pilari1_alapää} = 0.097 \cdot \text{kN}$$

Leikkausjännitys tuella

$$V_{pd_pilari1_tuki} := \frac{q_{w_d_pilari1}}{2 \cdot (H_{pilari1} - 0.9\text{m})} \cdot H_{pilari1}^2 - \left(\frac{F_{w_d_pilari1} \cdot H_{pilari1}}{H_{pilari1} - 0.9\text{m}} \right) = -1.354 \cdot \text{kN}$$

$$\tau_{d_pilari1} := \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{pd_pilari1_tuki}}{b_{pilari1} \cdot h_{pilari1}} = -0.226 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v_d_C24} = 2.286 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$KA := \frac{-\tau_{d_pilari1}}{f_{v_d_C24}} = 0.099 \quad \text{OK}$$

Normaalivoima, pilari

$$\sigma_{c_0_d_pilari1} := \frac{N_{d_pilari1}}{b_{pilari1} \cdot h_{pilari1}} = 1.133 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_{mod} := 0.8 \quad \text{keskipitkä, sahatavara}$$

$$f_{c_0_d_pilari1} := \frac{f_{c_0_k_C24} \cdot k_{mod}}{\gamma_{M_C24}} = 12 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$K_A := \frac{\sigma_{c_0_d_pilari1}}{f_{c_0_d_pilari1}} = 0.094 \quad \text{OK}$$

Taivutuksen ja puristuksen yhteisvaikutus

Nurjahduspituus

$$L_{c_pilari1} := 0.85 \cdot H_{pilari1}$$

$$L_{c_pilari1} = 3.06 \text{ m}$$

$$i_{y_pilari1} := \frac{h_{pilari1}}{\sqrt{12}} = 57.735 \cdot \text{mm}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{c_pilari1}}{i_{y_pilari1}} = 53.001$$

$$k_{c_pilari1} := 0.75$$

$$K_A := \frac{\sigma_{m_d_mit_pilari1}}{f_{m_d_C24}} + \frac{\sigma_{c_0_d_pilari1}}{k_{c_pilari1} \cdot f_{c_0_d_pilari1}} = 0.634 \quad \text{OK}$$

Harjapalkin kannattajapilarit

Pilariin vaikuttava ulkoinen normaalivoima on harjapalkille muodostuva tukireaktio:

$$V_{pd_hpalkki} = 27.716 \cdot \text{kN}$$

$$N_{d_pilarih_palkilta} := V_{pd_hpalkki} = 27.716 \cdot \text{kN}$$

$$H_{pilarih} := 3400 \text{ mm}$$

Laskettu tuulikuorma pilarille:

$$q_{w_k_pilarih} := c_f \cdot q_k \cdot 0.2 \text{ m} = 0.161 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{w_d_pilarih} := 1.5 q_{w_k_pilarih} = 0.242 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Pilarin oma paino

Oletetaan pilarin kooksi 45x200 mm, materiaali sahatavara C24.

$$h_{pilarih} := 200 \text{ mm}$$

$$b_{pilarih} := 45 \text{ mm}$$

$$g_{k_pilarih} := H_{pilarih} \cdot h_{pilarih} \cdot b_{pilarih} \cdot \rho_{\text{mean_C24}} \cdot g = 0.126 \cdot \text{kN}$$

$$g_{d_pilarih} := 1.15 g_{k_pilarih} = 0.145 \cdot \text{kN}$$

Pilarille tuleva kuorma niin suuri, että pelkkä oma paino 1,35 ei määräävä.

$$N_{d_pilarih} := N_{d_pilarih_palkilta} + g_{d_pilarih} = 27.861 \cdot \text{kN}$$

Taivutusjännitys

$$M_{d_pilarih} := \frac{q_{w_d_pilarih} \cdot H_{pilarih}^2}{8} = 0.349 \cdot \text{kNm}$$

$$\sigma_{m_d_mit_pilarih} := \frac{6 \cdot M_{d_pilarih}}{b_{pilarih} \cdot h_{pilarih}^2} = 1.165 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{m_d_C24} = 13.714 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$KA := \frac{\sigma_{m_d_mit_pilarih}}{f_{m_d_C24}} = 0.085 \quad \text{OK}$$

Leikkauskestävyys

Mitoittava leikkausvoima tuella

Tasaisen kuorman aiheuttama leikkausvoima tuella

$$V_{pd_pilarih} := q_{w_d_pilarih} \cdot H_{pilarih} = 0.822 \cdot \text{kN}$$

Leikkausjännitys tuella

$$\tau_{d_pilarih} := \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{pd_pilarih}}{b_{pilarih} \cdot h_{pilarih}} = 0.137 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v_d_C24} = 2.286 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$KA := \frac{\tau_{d_pilarih}}{f_{v_d_C24}} = 0.06 \quad \text{OK}$$

Normaalivoima, pilari

$$\sigma_{c_0_d_pilarih} := \frac{N_{d_pilarih}}{b_{pilarih} \cdot h_{pilarih}} = 3.096 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_{mod} := 0.8 \quad \text{keskipitkä, sahatavara}$$

$$f_{c_0_d_pilarih} := \frac{f_{c_0_k_C24} \cdot k_{mod}}{\gamma_{M_C24}} = 12 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$KA := \frac{\sigma_{c_0_d_pilarih}}{f_{c_0_d_pilarih}} = 0.258 \quad \text{OK}$$

Taivutuksen ja puristuksen yhteisvaikutus

Nurjahduspituus

$$L_{c_pilarih} := 0.85 \cdot H_{pilarih}$$

$$L_{c_pilari1} = 3.06 \text{ m}$$

$$i_{y_pilarih} := \frac{h_{pilarih}}{\sqrt{12}} = 57.735 \cdot \text{mm}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{c_pilarih}}{i_{y_pilarih}} = 50.056$$

$$k_{c_pilarih} := 0.78$$

$$KA := \frac{\sigma_{m_d_mit_pilarih}}{f_{m_d_C24}} + \frac{\sigma_{c_0_d_pilarih}}{k_{c_pilarih} \cdot f_{c_0_d_pilarih}} = 0.416 \quad \text{OK}$$

Laajennuksen pitkän sivun pilarit

Kantavat välipohjan kuormat, tuulikuorma

Ensimmäisen kerroksen pilarit

Pilariin vaikuttava ulkoinen normaalivoima on välipohjapalkille muodostuva tukireaktio. Lisäksi oletetaan pahiten rasitettujen pilarien kantavan puolet harjapalkin kantavan pilarin kuormasta.

$$V_{pd_vppalkki} = 5.6 \cdot \text{kN}$$

$$kk_{vppalkki} := 0.4 \text{m}$$

$$kk_{pilari2} := 600 \text{mm}$$

$$H_{pilari2} := 2500 \text{mm}$$

$$N_{d_pilari2_palkilta} := \frac{V_{pd_vppalkki} \cdot kk_{pilari2}}{kk_{vppalkki}} = 8.4 \cdot \text{kN}$$

Laskettu tuulikuorma pilarille:

$$q_{w_k_pilari2} := c_f \cdot q_k \cdot kk_{pilari2} = 0.484 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{w_d_pilari2} := 1.5 q_{w_k_pilari2} = 0.725 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Pilarin oma paino

Oletetaan pilarin kooksi 45x200 mm, materiaali sahatavara C24.

$$h_{pilari2} := 200 \text{mm}$$

$$b_{pilari2} := 45 \text{mm}$$

$$g_{k_pilari2} := H_{pilari2} \cdot h_{pilari2} \cdot b_{pilari2} \cdot \rho_{\text{mean_C24}} \cdot g + 0.4 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot kk_{pilari2} \cdot H_{pilari2} = 0.693 \cdot \text{kN}$$

$$g_{d_pilari2} := 1.15 g_{k_pilari2} = 0.797 \cdot \text{kN}$$

Pilarille tuleva kuorma niin suuri, että pelkkä oma paino 1,35 ei määräävä.

$$N_{d_pilari2} := N_{d_pilari2_palkilta} + g_{d_pilari2} + \frac{N_{d_pilarih}}{2} = 23.127 \cdot \text{kN}$$

Pilareiden taivutusmomentti

$$M_{d_pilari2} := \frac{q_{w_d_pilari2} \cdot H_{pilari2}^2}{8} = 0.567 \cdot \text{kNm}$$

$$\sigma_{m_d_mit_pilari2} := \frac{6 \cdot M_{d_pilari2}}{b_{pilari2} \cdot h_{pilari2}^2} = 1.889 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{m_d_C24} = 13.714 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$KA := \frac{\sigma_{m_d_mit_pilari2}}{f_{m_d_C24}} = 0.138 \quad OK$$

Leikkauskestävyys, pilari

Mitoittava leikkausvoima tuella

Tasaisen kuorman aiheuttama leikkausvoima tuella

$$V_{pd_pilari2} := q_{w_d_pilari2} \cdot \frac{H_{pilari2}}{2} = 0.907 \cdot kN$$

Leikkausjännitys tuella

$$\tau_{d_pilari2} := \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{pd_pilari2}}{b_{pilari2} \cdot h_{pilari2}} = 0.151 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{v_d_C24} = 2.286 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$KA := \frac{\tau_{d_pilari2}}{f_{v_d_C24}} = 0.066 \quad OK$$

Normaalivoima, pilari

$$\sigma_{c_0_d_pilari2} := \frac{N_{d_pilari2}}{b_{pilari2} \cdot h_{pilari2}} = 2.57 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$k_{mod} := 0.8 \quad \text{keskipitkä, sahatavara}$$

$$f_{c_0_d_pilari2} := \frac{f_{c_0_k_C24} \cdot k_{mod}}{\gamma_{M_C24}} = 12 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$KA := \frac{\sigma_{c_0_d_pilari2}}{f_{c_0_d_pilari2}} = 0.214 \quad OK$$

Taivutuksen ja puristuksen yhteisvaikutus

Nurjahduspituus

$$L_{c_pilari2} := 0.85 \cdot H_{pilari2}$$

$$L_{c_pilari2} = 2.125 \text{ m}$$

$$i_{y_pilari2} := \frac{h_{pilari2}}{\sqrt{12}} = 57.735 \cdot mm$$

$$\lambda_y := \frac{L_{c_pilari2}}{i_{y_pilari2}} = 36.806$$

$$k_{c_pilari2} := 0.91$$

$$KA := \frac{\sigma_{m_d_mit_pilari2}}{f_{m_d_C24}} + \frac{\sigma_{c_0_d_pilari2}}{k_{c_pilari2} \cdot f_{c_0_d_pilari2}} = 0.373$$

OK

Ylä- ja alajuoksut, kehäpalkit

Alakehäpalkki

Materiaali Kerto-S

$b_{\text{akpalkki}} := 51\text{mm}$

$h_{\text{akpalkki}} := 360\text{mm}$

Poikittainen puristus

$$N_{\text{d_akpalkki_pitkäsivu}} := \frac{N_{\text{d_pilari2}}}{0.6\text{m}} = 38.545 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$N_{\text{d_akpalkki_lyhytsivu}} := \frac{N_{\text{d_pilari1}}}{0.6\text{m}} = 16.988 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$l_A := 1000\text{mm}$

$$\sigma_{\text{c_90_d}} := \frac{N_{\text{d_akpalkki_pitkäsivu}} \cdot l_A}{b_{\text{akpalkki}} \cdot l_A} = 0.756 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{\text{c_90_d_S}} = 4 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$k_{\text{c_90}} := 1.5$ havupuinen liimapuu

$l_{\text{c_90_ef}} := l_A = 1000 \cdot \text{mm}$

$$k_{\text{c_kohtisuora}} := \frac{l_{\text{c_90_ef}}}{l_A} \cdot k_{\text{c_90}} = 1.5$$

$$KA := \frac{\sigma_{\text{c_90_d}}}{k_{\text{c_kohtisuora}} \cdot f_{\text{c_90_d_S}}} = 0.126 \quad \text{OK}$$

Nurjahdus

Palkki ei nurjahda.

Alajuoksu

Materiaali sahatavara C24

$b_{\text{ajpalkki}} := 200\text{mm}$

$h_{\text{ajpalkki}} := 45\text{mm}$

Poikittainen puristus

$$N_{\text{d_ajpalkki_pitkäsivu}} := \frac{N_{\text{d_pilari2}}}{0.6\text{m}} = 38.545 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$N_{\text{d_ajpalkki_lyhytsivu}} := \frac{N_{\text{d_pilari1}}}{0.6\text{m}} = 16.988 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$I_A := 1000 \text{ mm}$$

$$\sigma_{c_90_d} := \frac{N_{d_ajpalkki_pitkäsivu} \cdot I_A}{b_{akpalkki} \cdot I_A} = 0.756 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{c_90_d_C24} = 1.429 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_{c_90} := 1.25 \quad \text{havupuinen sahatavara}$$

$$I_{c_90_ef} := I_A = 1000 \cdot \text{mm}$$

$$k_{c_kohtisuora} := \frac{I_{c_90_ef}}{I_A} \cdot k_{c_90} = 1.25$$

$$K_A := \frac{\sigma_{c_90_d}}{k_{c_kohtisuora} \cdot f_{c_90_d_C24}} = 0.423 \quad \text{OK}$$

Tukipinta alapohjapalkkeille

$$V_{d_appalkki} := 5.6 \text{ kN}$$

$$I_A := b_{appalkki} = 0.051 \text{ m}$$

$$\sigma_{c_90_d} := \frac{V_{d_appalkki}}{73 \text{ mm} \cdot I_A} = 1.504 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{c_90_d_C24} = 1.429 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_{c_90} := 1.25 \quad \text{havupuinen sahatavara}$$

$$I_{c_90_ef} := I_A + \frac{b_{appalkki}}{2} = 76.5 \cdot \text{mm}$$

$$k_{c_kohtisuora} := \frac{I_{c_90_ef}}{I_A} \cdot k_{c_90} = 1.875$$

$$K_A := \frac{\sigma_{c_90_d}}{k_{c_kohtisuora} \cdot f_{c_90_d_C24}} = 0.562 \quad \text{OK}$$

Välikehäpalkki

Materiaali Kerto-S

$$b_{vkpalkki} := 51 \text{ mm}$$

$$h_{vkpalkki} := 300 \text{ mm}$$

Poikittainen puristus

$$N_{d_vkpalkki_pitkäsivu} := \frac{N_{d_pilarih}}{0.6 \text{ m}} = 46.435 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$N_{d_vkepalkki_lyhytsivu} := \frac{N_{d_pilari1}}{0.6m} = 16.988 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$I_A := 1000mm$$

$$\sigma_{c_90_d} := \frac{N_{d_vkepalkki_pitkäsivu} \cdot I_A}{b_{vkepalkki} \cdot I_A} = 0.91 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{c_90_d_S} = 4 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$k_{c_90} := 1.5 \quad \text{havupuinen liimapuu}$$

$$I_{c_90_ef} := I_A = 1000 \cdot mm$$

$$k_{c_kohtisuora} := \frac{I_{c_90_ef}}{I_A} \cdot k_{c_90} = 1.5$$

$$K_A := \frac{\sigma_{c_90_d}}{k_{c_kohtisuora} \cdot f_{c_90_d_S}} = 0.152$$

OK

Nurjahdus

Palkki ei nurjahda.

Alajuoksu

Materiaali sahatavara C24

$$b_{ajpalkki} := 200mm$$

$$h_{ajpalkki} := 45mm$$

Poikittainen puristus

$$N_{d_ajpalkki_pitkäsivu} := \frac{N_{d_pilari2}}{0.6m} = 38.545 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$N_{d_ajpalkki_lyhytsivu} := \frac{N_{d_pilari1}}{0.6m} = 16.988 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$I_A := 1000mm$$

$$\sigma_{c_90_d} := \frac{N_{d_ajpalkki_pitkäsivu} \cdot I_A}{b_{akpalkki} \cdot I_A} = 0.756 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{c_90_d_C24} = 1.429 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$k_{c_90} := 1.25 \quad \text{havupuinen sahatavara}$$

$$I_{c_90_ef} := I_A = 1000 \cdot mm$$

$$k_{c_kohtisuora} := \frac{l_{c_90_ef}}{l_A} \cdot k_{c_90} = 1.25$$

$$K_A := \frac{\sigma_{c_90_d}}{k_{c_kohtisuora} \cdot f_{c_90_d_C24}} = 0.423 \quad \text{OK}$$

Tukipinta välipohjapalkkeille

$$V_{d_vppalkki} := 5.6 \text{ kN}$$

$$l_A := b_{appalkki} = 0.051 \text{ m}$$

$$\sigma_{c_90_d} := \frac{V_{d_vppalkki}}{73 \text{ mm} \cdot l_A} = 1.504 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{c_90_d_C24} = 1.429 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k_{c_90} := 1.25 \quad \text{havupuinen sahatavara}$$

$$l_{c_90_ef} := l_A + \frac{b_{vppalkki}}{2} = 76.5 \cdot \text{mm}$$

$$k_{c_kohtisuora} := \frac{l_{c_90_ef}}{l_A} \cdot k_{c_90} = 1.875$$

$$K_A := \frac{\sigma_{c_90_d}}{k_{c_kohtisuora} \cdot f_{c_90_d_C24}} = 0.562 \quad \text{OK}$$

Yläkehäpalkki

Materiaali Kerto-S

$$L_{ykpalkki} := 0.6 \text{ m}$$

$$h_{ykpalkki} := 200 \text{ mm}$$

$$b_{ykpalkki} := 45 \text{ mm}$$

Taivutusjännitys

$$F_{d_ykpalkki} := V_{pd_yppalkki} = 13.568 \cdot \text{kN}$$

$$M_{d_mit_ykpalkki} := \frac{F_{d_ykpalkki} \cdot L_{ykpalkki}}{4} = 2.035 \cdot \text{kNm}$$

$$\sigma_{m_d_mit_ykpalkki} := \frac{6 \cdot M_{d_mit_ykpalkki}}{b_{ykpalkki} \cdot h_{ykpalkki}^2} = 6.784 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$k.h = \min((600/h)^0, 1; 1, 1)$$

$$\left(\frac{600\text{mm}}{h_{\text{ykpalkki}}}\right)^{0.1} = 1.116$$

$$k_{h_ykpalkki} := 1.1$$

$$f_{m_d_C24} = 13.714 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$KA := \frac{\sigma_{m_d_mit_ykpalkki}}{k_{h_ykpalkki} \cdot f_{m_d_C24}} = 0.45 \quad \text{OK}$$

Leikkauskestävyys

Mitoittava leikkausvoima tuella

Tasaisen kuorman aiheuttama leikkausvoima tuella

$$V_{pd_ykpalkki} := p_{d_yppalkki} \cdot \left(\frac{L_{yppalkki}}{2} + L_{räystäs} \right) = 13.568 \cdot \text{kN}$$

Leikkausvoimaa saadaan pienentää. Koska mitoittava kohta h:n etäisyydellä tuesta ei ole tiedossa (tuen leveys ei ole tiedossa), käytetään varmalla puolella olevaa laskutapaa, eli käytetään mitoittavana poikkileikkauksena etäisyydellä h tuen keskeltä olevaa poikkileikkausta.

$$V_{red} := V_{pd_ykpalkki} \cdot \left(1 - \frac{h_{ykpalkki}}{L_{ykpalkki}} \right) = 9.046 \cdot \text{kN}$$

$$k_{cr} := 0.67$$

$$b_{ef} := k_{cr} \cdot b_{ykpalkki} = 30.15 \cdot \text{mm}$$

Leikkausjännitys tuella

$$\tau_{d_tuki} := \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{red}}{b_{ef} \cdot h_{ykpalkki}} = 2.25 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v_d_S} = 2.733 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$KA := \frac{\tau_{d_tuki}}{f_{v_d_S}} = 0.823 \quad \text{OK}$$

Poikittainen puristus

$$N_d := p_{d_yppalkki} \cdot \left(1.0\text{m} + \frac{L_{yppalkki}}{2} \right) = 13.749 \cdot \text{kN}$$

$$I_A := b_{yppalkki}$$

$$\sigma_{c_a_d} := \frac{N_d}{200\text{mm} \cdot I_A} = 1.528 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$f_{c_90_d_C24} = 1.429 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

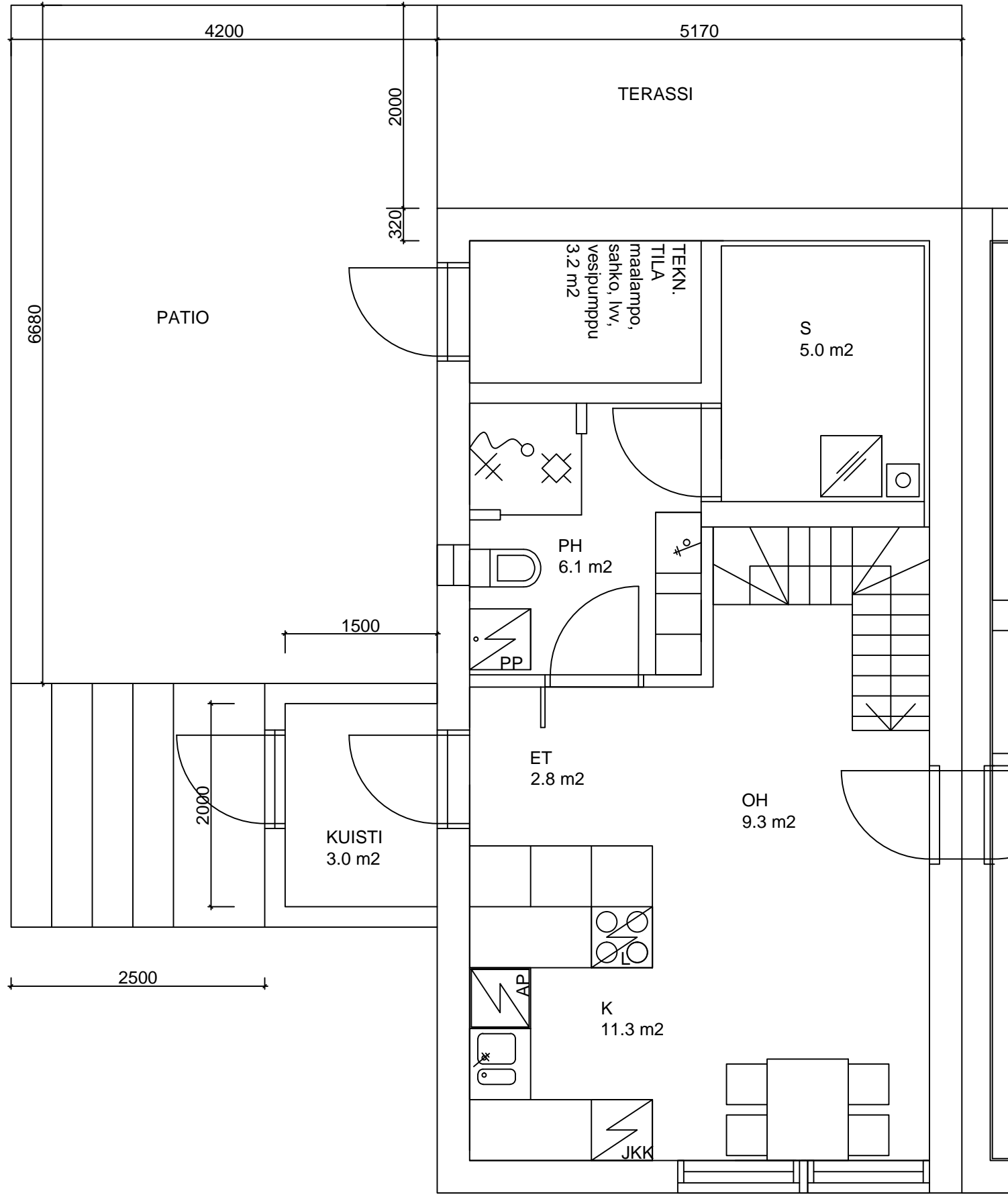
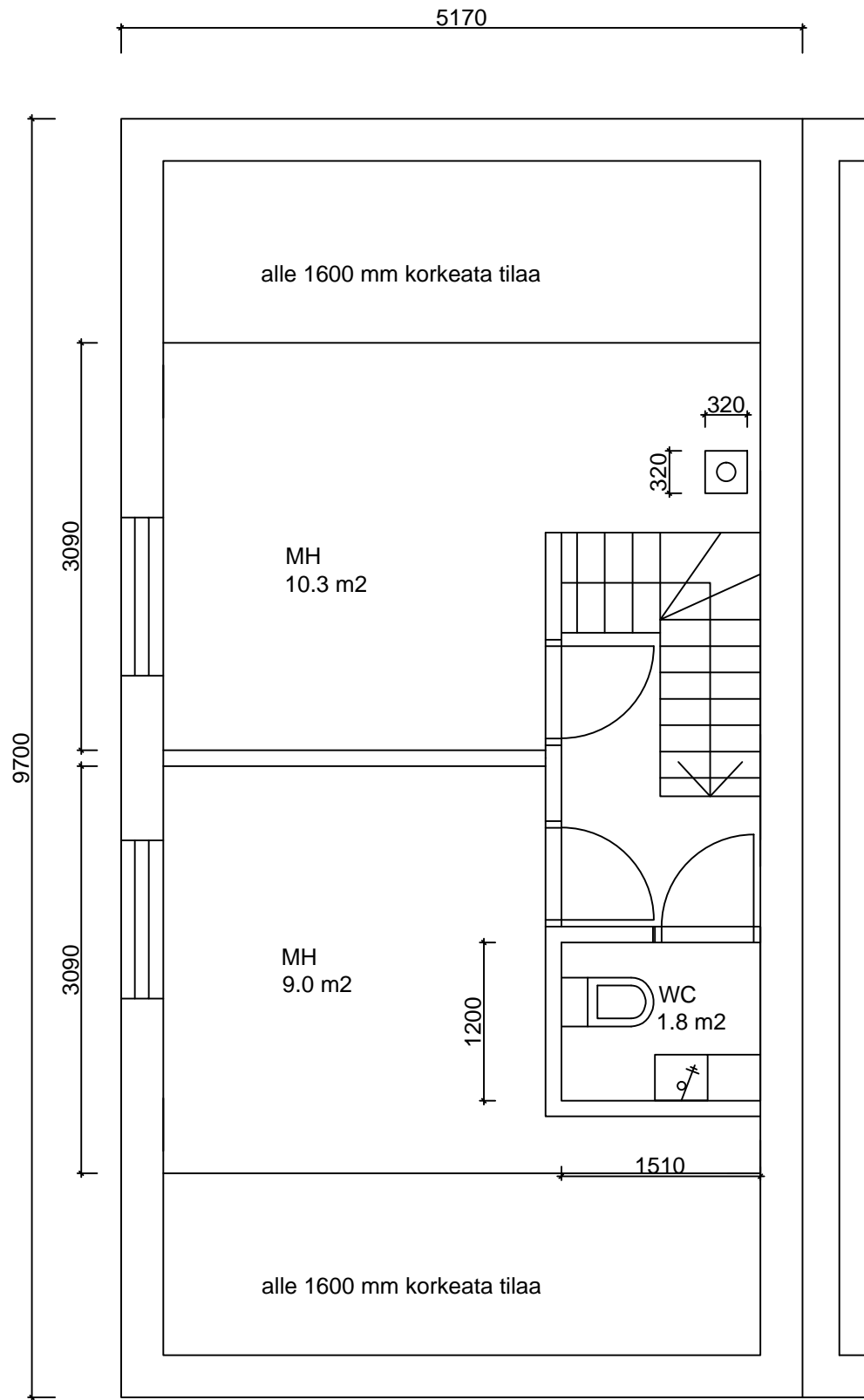
$$k_{c_90} := 1.25 \quad \text{havupuinen sahatavara}$$

$$I_{c_90_ef} := I_A + \frac{b_{\text{yppalkki}}^2}{2} = 67.5 \cdot \text{mm}^4$$

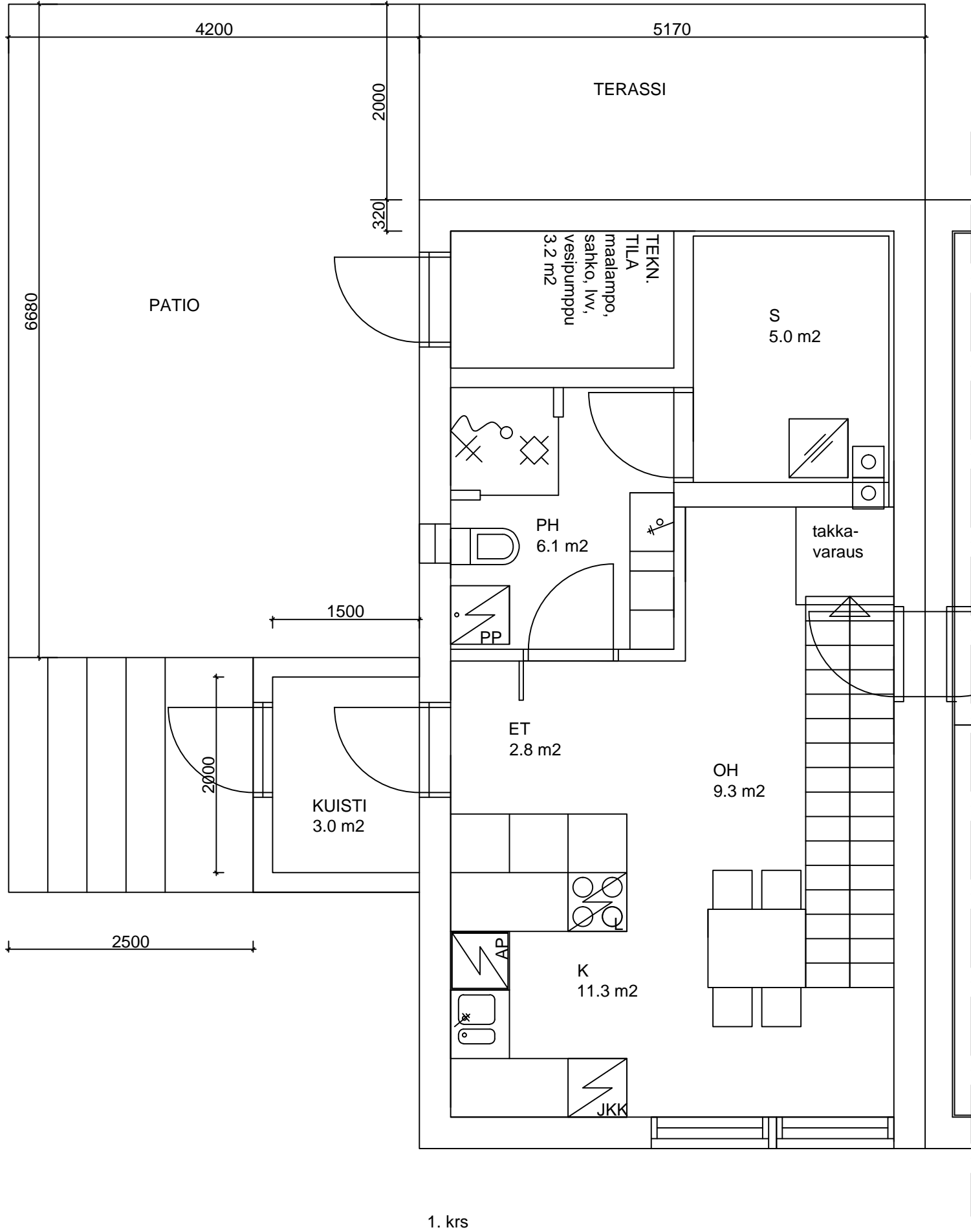
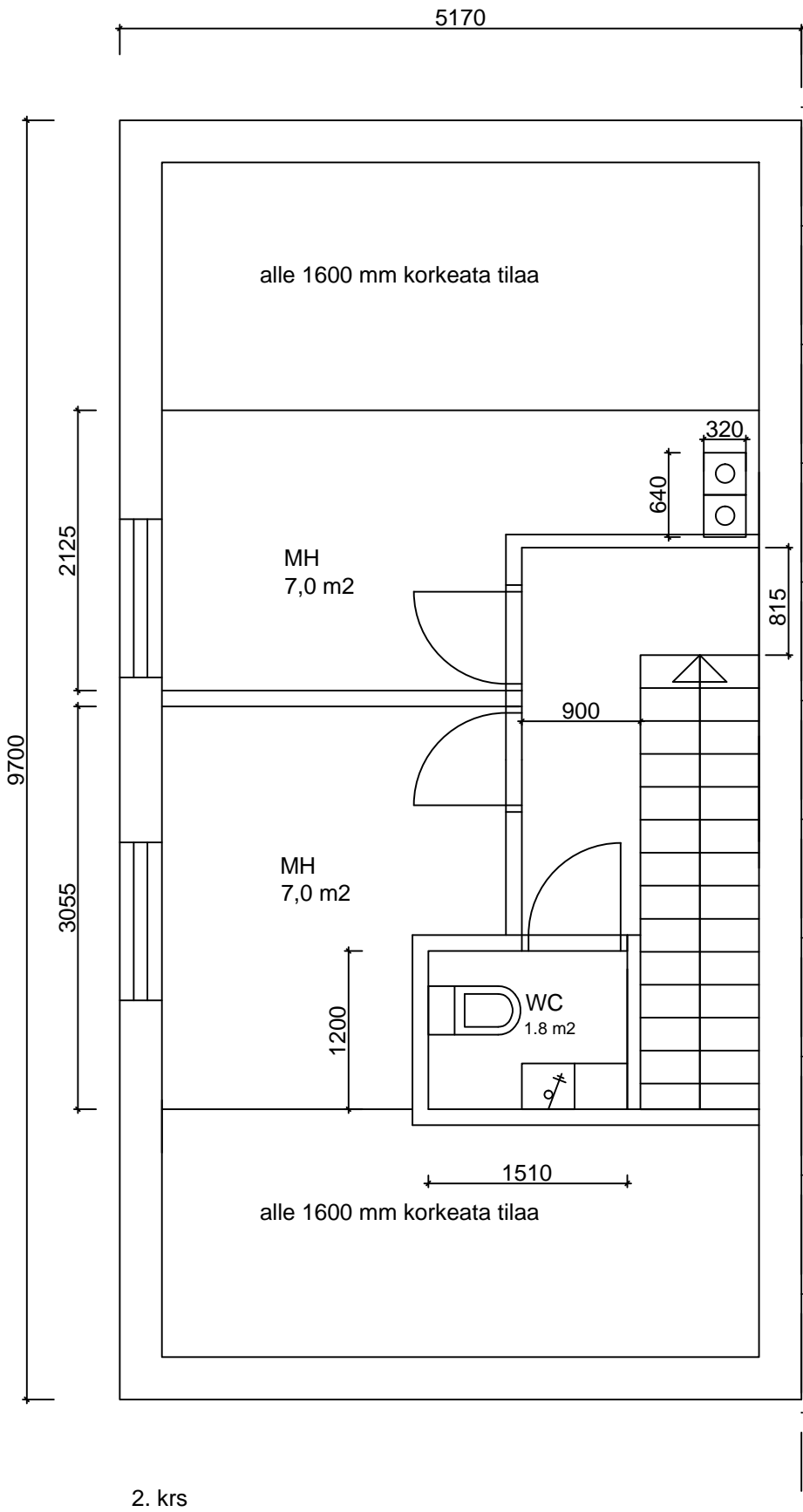
$$k_{c_kohtisuora} := \frac{I_{c_90_ef}}{I_A} \cdot k_{c_90} = 1.875$$

$$K_A := \frac{\sigma_{c_90_d}}{k_{c_kohtisuora} \cdot f_{c_90_d_C24}} = 0.562$$

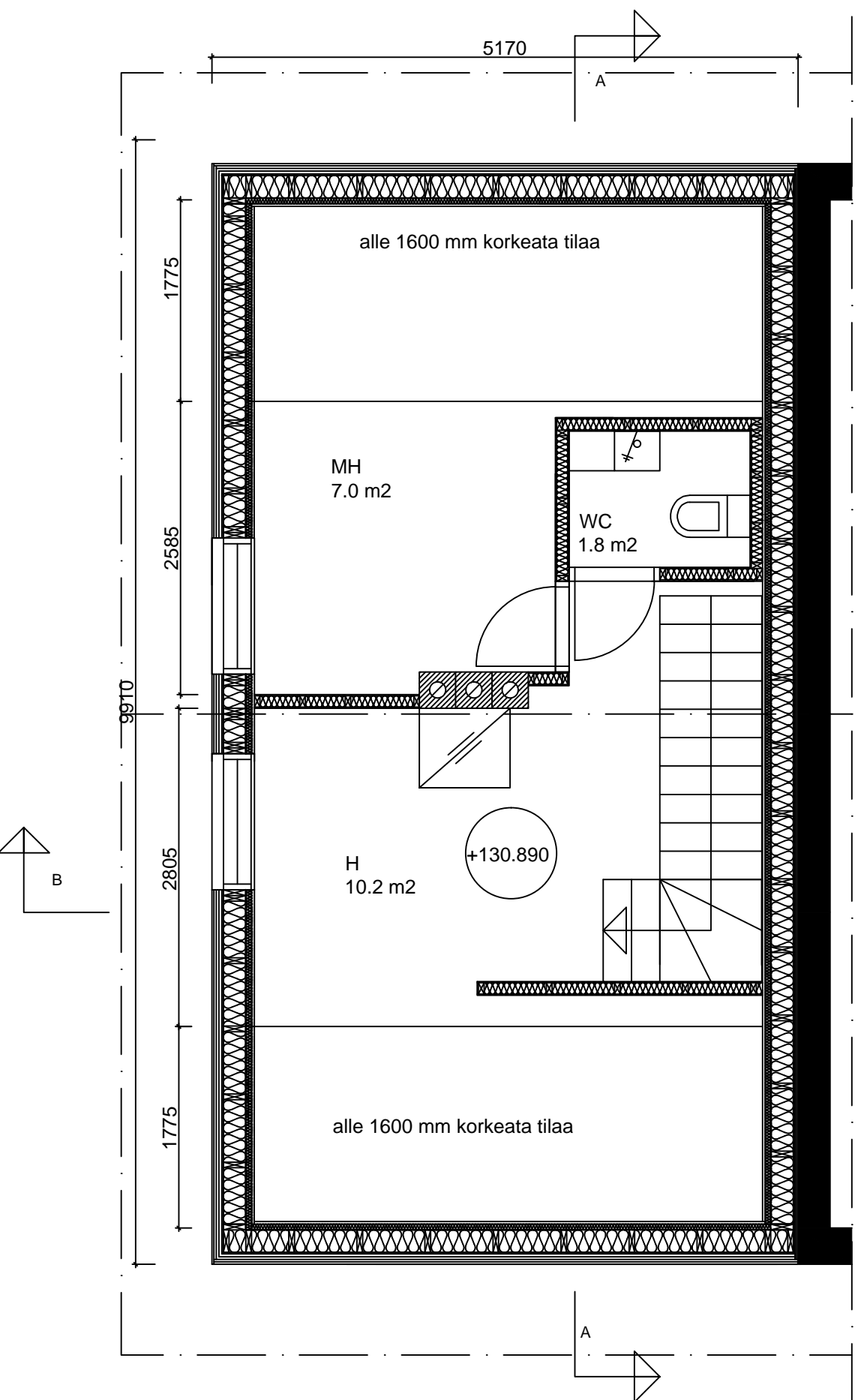
OK



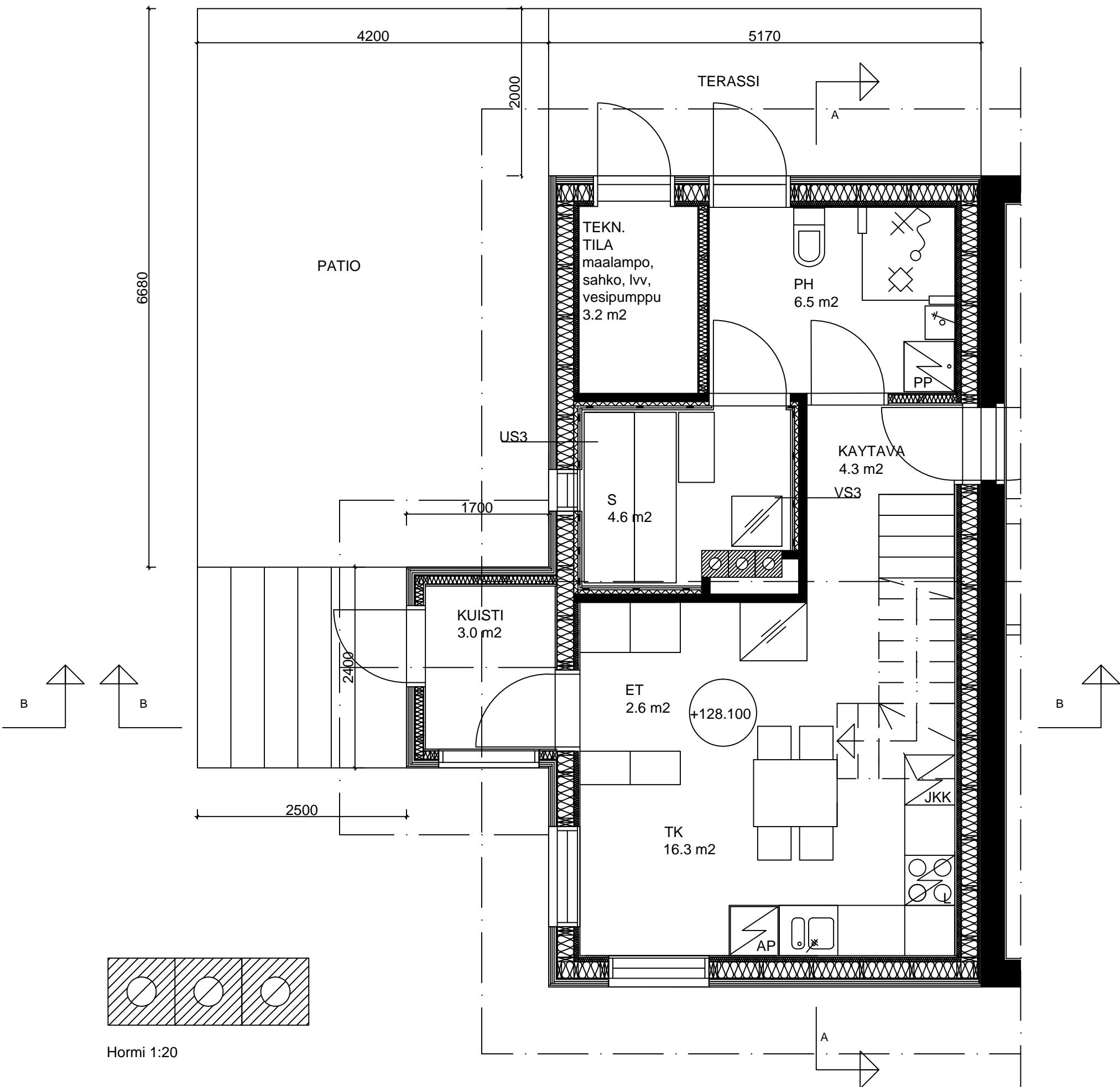
K.OSA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSLOIENPIDE LISÄOSA			PIIRUSTUSLAI LUONNOS	JUOKS.No 1/10
RAKENNUSKOHTEN NIMI JA OSOTE Harjupirtti Kaskinharjuntie 83 51980 LAUTEALA			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ Pohjakuva 2. krs luonnos a Pohjakuva 1. krs luonnos a .	MITTAKAAVAT 1:50 1:50 .
			SUUN.ALA ARK	TYÖ No 001
			PIIR.No 1/001	MUUTOS
			PÄIVÄYS 4.5.2012	YHT.HENK. Enni Seuri



K.OSA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSTOIMENPIDE LISÄOSA			PIIRUSTUSLAJI LUONNOS	JUOKS.No 2/10
RAKENNUSKOHTeen NIMI JA OSOITE			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAKAAVAT
Harjupirtti			Pohjakuva 2. krs luonnos b	1:50
Kaskiinharjuntie 83			Pohjakuva 1. krs luonnos b	1:50
51980 LAUTEALA			.	.
			SUUN.ALAK	TYÖ No PIIR.No MUUTOS
			ARK	001 2/001
			PÄIVÄYS 4.5.2012	YHT.HENK. Enni Seuri



2. krs

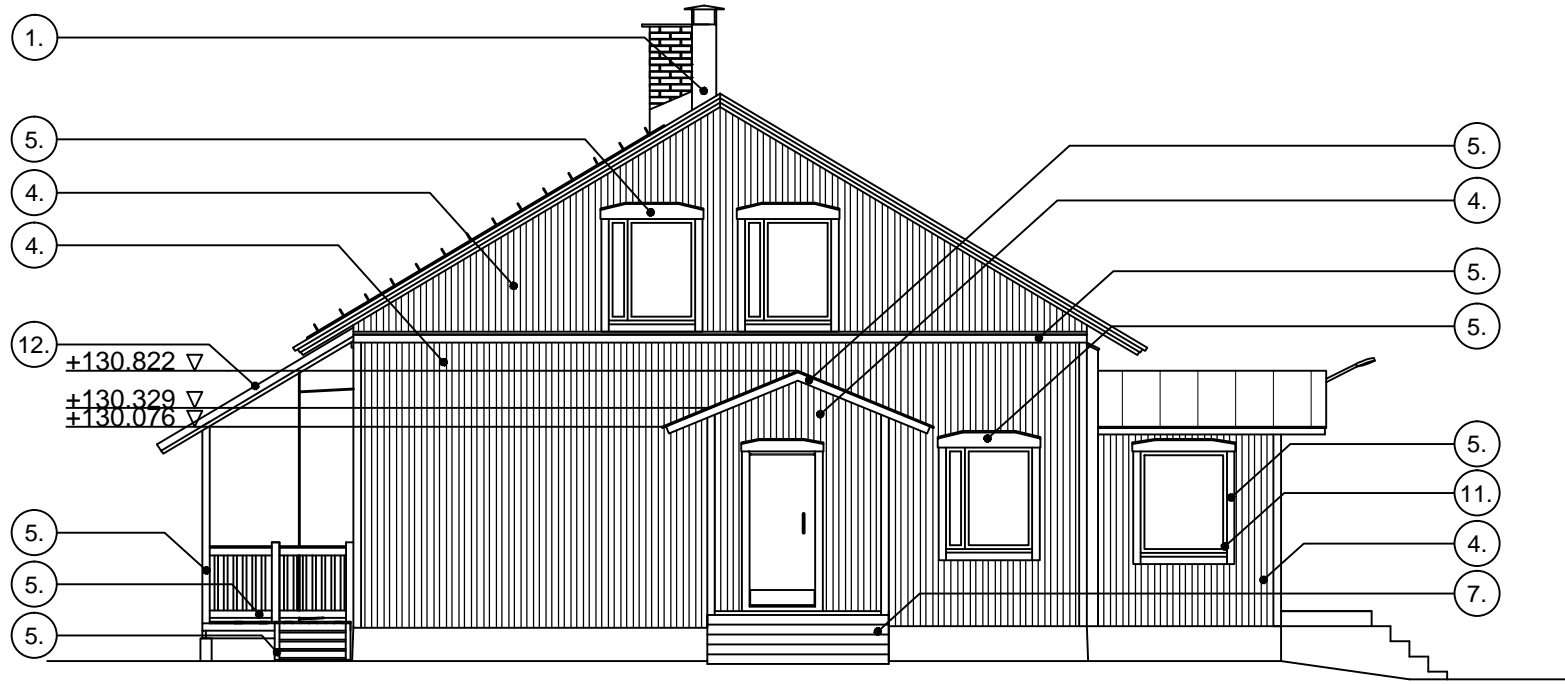


1. krs

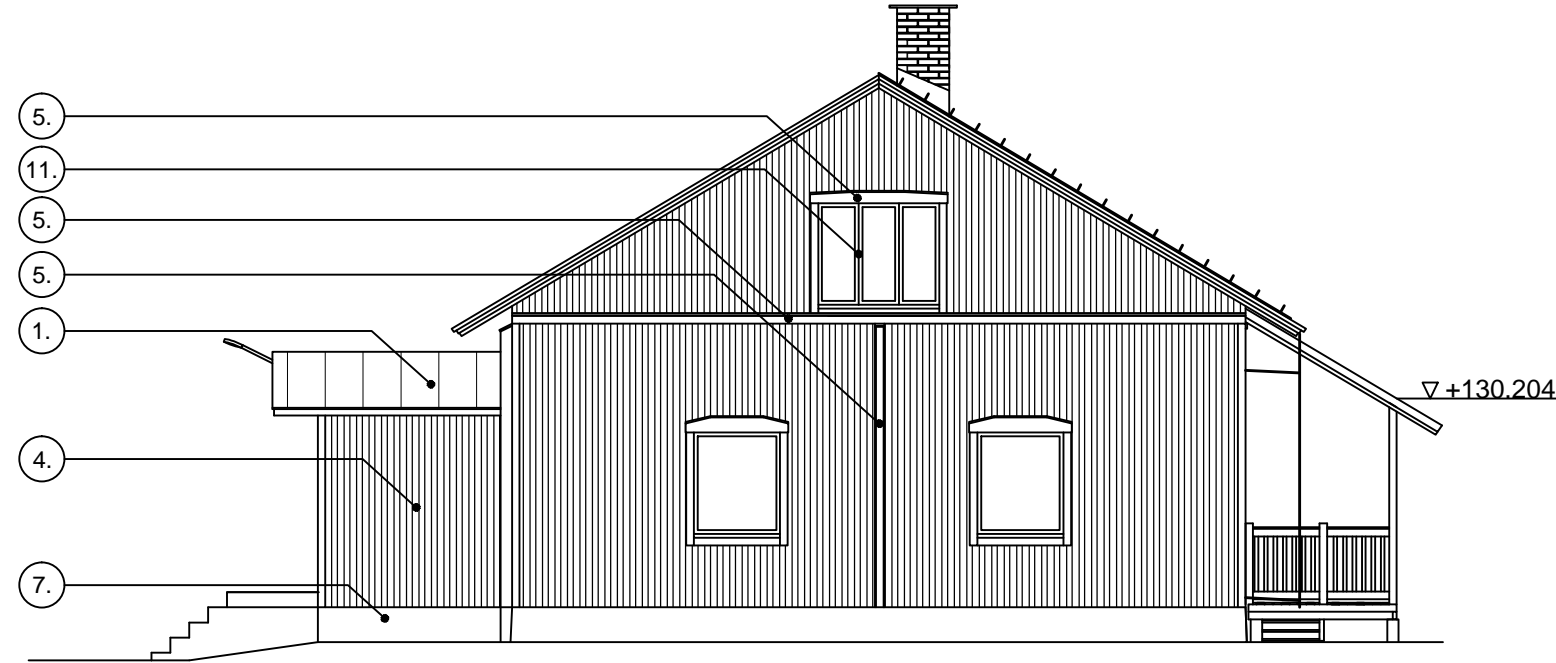
Lisaosan tietoja
Kerrosala 104,2 m²
Huoneistoala 54,4 m²
Tilavuus 288 m³

Lisaosassa on painovoimainen
ilmanvaihto

K.Osa	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSTOIMENPIDE LISÄOSA			PIIRUSTUSLAJI PÄÄPIIRUSTUS	JUOKS.No 3/10
RAKENNUSKOHTeen NIMI JA OSOITE Harjupirtti Kaskiinharjuntie 83 51980 LAUTEALA			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ Pohjakuva 2. krs Pohjakuva 1. krs .	MITTAKAAVAT 1:50 1:50 .
			SUUN.ALA ARK	TYÖ No 001
				PIIR.No 3/001
			PÄIVÄYS 4.5.2012	MUUTOS YHT.HENK. Enni Seuri



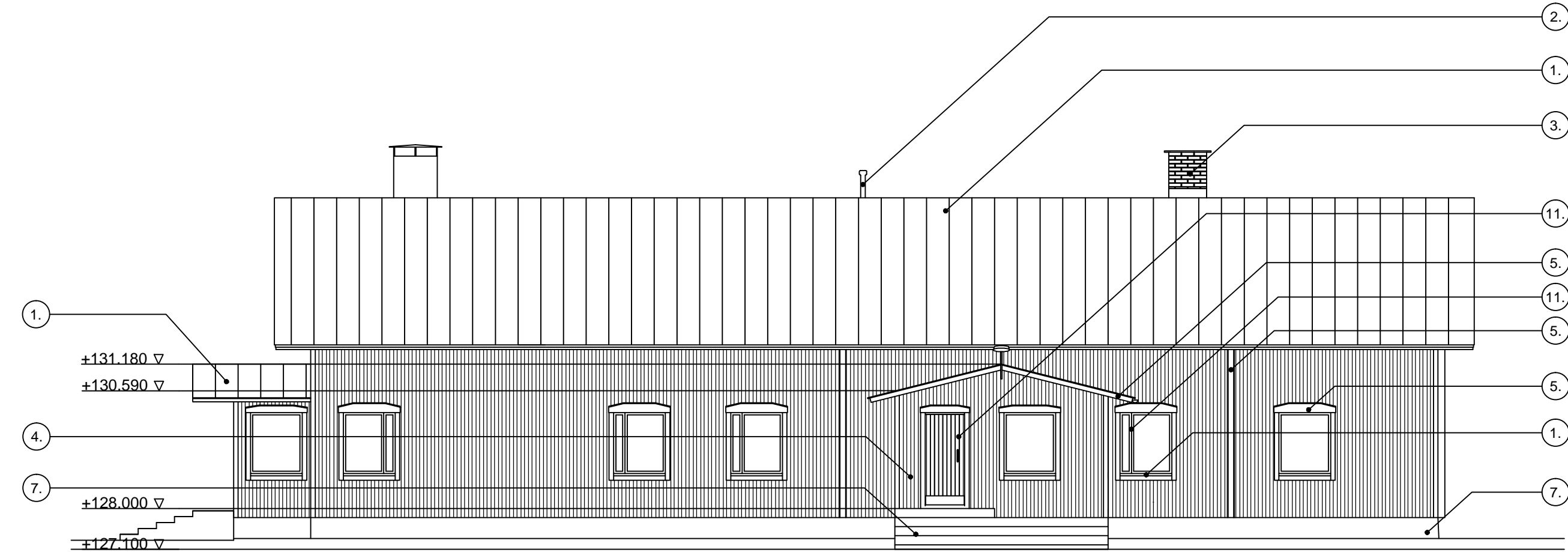
SIVU LANTEEN



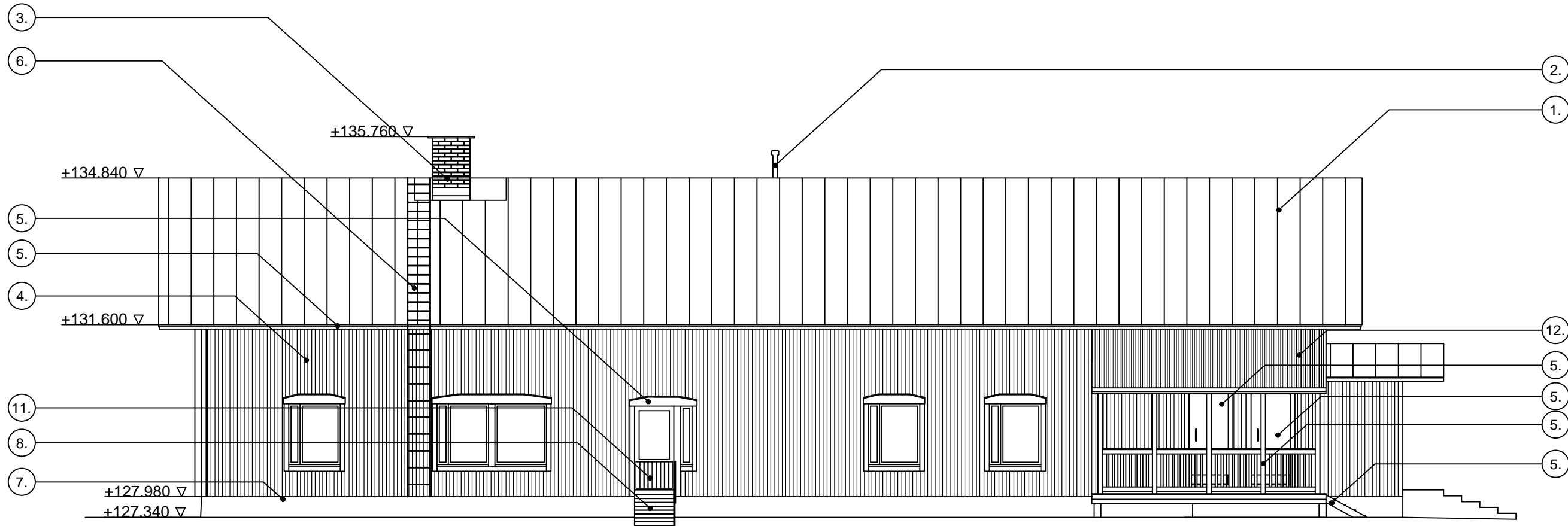
SIVU ITAAN

JULKISIVUJEN VARIT JA MATERIAALIT

- Nro
1. teraksenharmaa pelti
 2. harmaa muovi
 3. punaruskea tiili
 4. keltainen pystylauditus rimoilla
 5. tummanruskea puutavara
 6. tummanruskeaksi kasitelty metalli
 7. kasittelematon betoni
 8. kasittelematon puutavara
 9. pinnoittamaton kevytsoraharkko
 10. musta kermikate
 11. valkoinen puu
 12. variton valokate



SIVU ETELAAN



SIVU POHJOISEEN

K.Osa	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS			
RAKENNUSLOMAKIRJE LISÄOSA RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE Harjupirtti Kaskiinjharjuntie 83 51980 LAUTEALA			PIIRUSTUSLAJI		JUOKS.No	
			PÄÄPIIRUSTUS		4/10	
			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ		MITTAKAAVAT	
			Julkisivut		1:100	
			.		.	
			.		.	
		SUUNN. ALA	TYÖ No	PIIR.No	MUUTOS	
		ARK	001	4/001		
		PÄIVÄYS	YHT.HENK.			

US1:
(vanhaa rakennusta vasten 2x13 mm kipsilevyä tai vastaava paloeristys EI30)
Ulkoverhoilu: pystyrimalaudoitus 23 mm + 23 mm
Vaakakoolaus 24 mm
Pystykoolaus + tuuletusvali 24 mm
Tuulensuojalevy 13 mm
Puurunko 45x198 mm kk600 C24 + lammoneriste mineraalivilla
Hoyrynsulku
Vaakakoolaus 50x50 mm kk600 + lammoneriste mineraalivilla
Sisaverhoilu; paaasiassa puupaneeli

US2:
Ulkoverhoilu: pystyrimalaudoitus 23 mm + 23 mm
Vaakakoolaus 24 mm
Pystykoolaus + tuuletusvali 24 mm
Tuulensuojalevy 13 mm
Puurunko 45x198 mm kk600 C24 + lammoneriste mineraalivilla
Hoyrynsulku
Vaakakoolaus 50x50 mm kk600 + lammoneriste mineraalivilla
Markatilaan soveltuva kipsilevy/vanerilevy
Vedeneriste
Markatilaan soveltuva laasti
Laatoitus

US3:
Ulkoverhoilu: pystyrimalaudoitus 23 mm + 23 mm
Vaakakoolaus 24 mm
Pystykoolaus + tuuletusvali 24 mm
Tuulensuojalevy 13 mm
Puurunko 45x198 mm kk600 C24 + lammoneriste mineraalivilla
Vaakakoolaus 50x50 mm kk600 + lammoneriste alumiinipaperipintainen uretaanilevy, saumat teipattu alumiiteipilla tiiviiksi
Pystykoolaus vahintaan 24x75 mm
Vaakapaneeli

VS1:
Sisaverhoilu; paaasiassa puupaneeli
Puurunko 50x100 mm kk600 + mineraalivilla
Sisaverhoilu; paaasiassa puupaneeli

VS2:
Sisaverhoilu; paaasiassa puupaneeli
Puurunko 50x100 mm kk600 + mineraalivilla
Markatilaan soveltuva kipsilevy/vanerilevy
Vedeneriste
Markatilaan soveltuva laasti
Laatoitus

VS3:
Sisaverhoilu; tasoite + maali
Betoni harkkoseina 100 mm
Vaakakoolaus 50x50 mm kk600 + lammoneriste alumiinipaperipintainen uretaanilevy, saumat teipattu alumiiteipilla tiiviiksi
Pystykoolaus vahintaan 24x75 mm
Vaakapaneeli

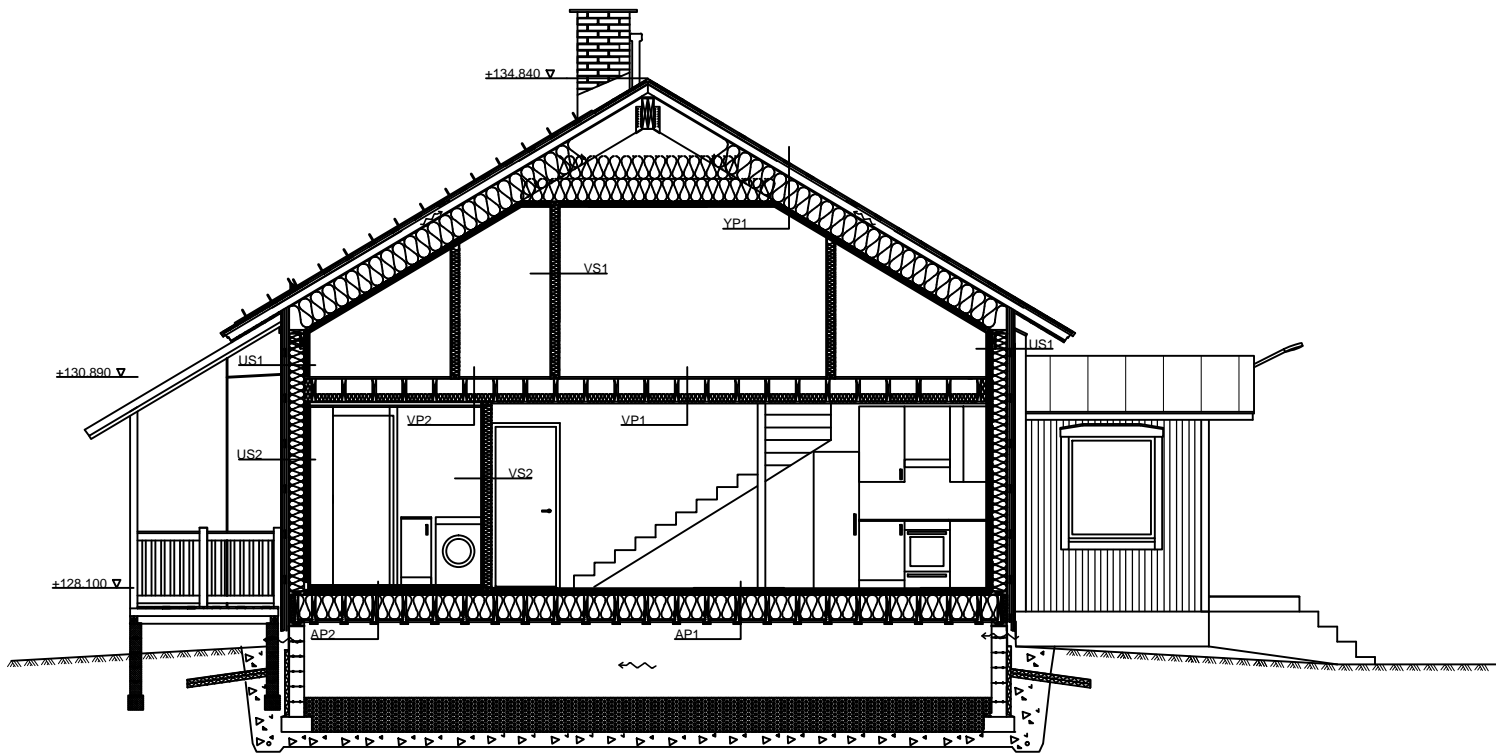
AP1:
Tuulensuojalevyn tukilaudoitus 23 mm
Tuulensuojalevy 13 mm
Alapohjapalkit Kerto-S, 51x360 mm kk400 + lammoneriste mineraalivilla
Hoyrynsulku
Koolaus 50x50 mm + lammoneriste mineraalivilla
Vesikiertoinen lattialammitus 23 mm
Lattiapinta

AP2:
Tuulensuojalevyn tukilaudoitus 23 mm
Tuulensuojalevy 13 mm
Alapohjapalkit Kerto-S, 51x360 mm kk400 + lammoneriste mineraalivilla
Koolaus 50x50 mm + lammoneriste mineraalivilla
Rakennuslevy
Betonilaatta 50 mm + vesikiertoinen lattialammitus
Vedeneriste
Markatilaan soveltuva laasti
Laatoitus

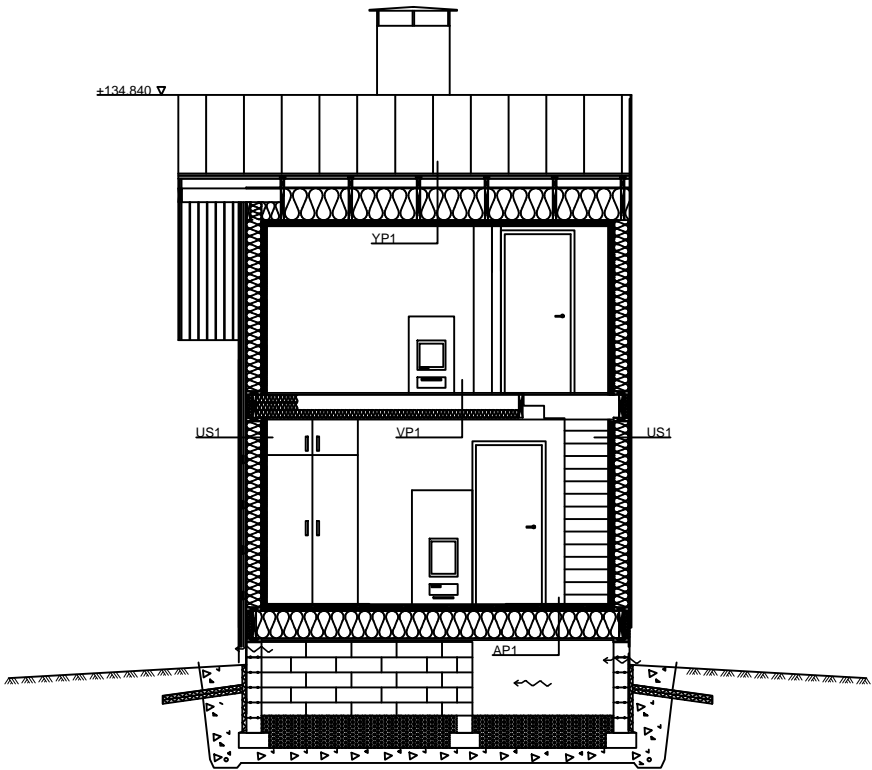
VP1:
Kattopinta, paaasiassa puupaneeli
Valipohjapalkit Kerto-S, 51x300 mm kk400 + mineraalivilla 100 mm
Lattiapinta

VP2:
Markatilan kattopinta, puupaneeli
Koolaus/tuuletusvali 23 mm
Hoyrynsulku
Valipohjapalkit Kerto-S, 51x300 mm kk400 + mineraalivilla 100 mm
Lattiapinta

YP1:
Peltikate
Peltikatteen ruoteet 23x100 mm kk350
Koolaus 23 mm
Aluskate
Koolaus 50x100 mm
Tuulensuojalevy 13 mm
Ylapohjapalkit Kerto-S, 45x360 mm kk900 + lammoneriste mineraalivilla
Hoyrynsulku
Koolaus 50x50 mm + lammoneriste mineraalivilla
Kattopinta

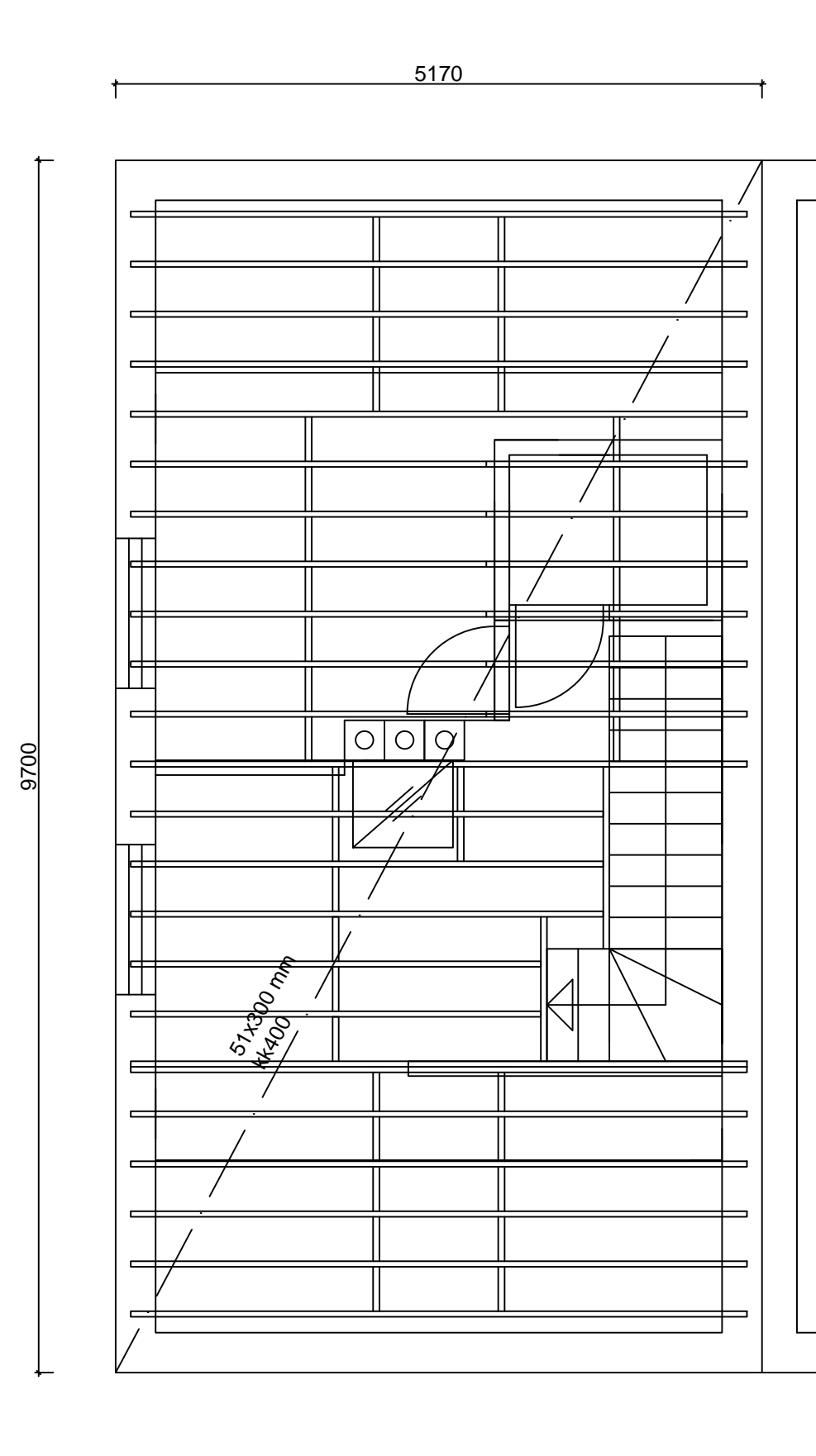


Leikkaus A-A

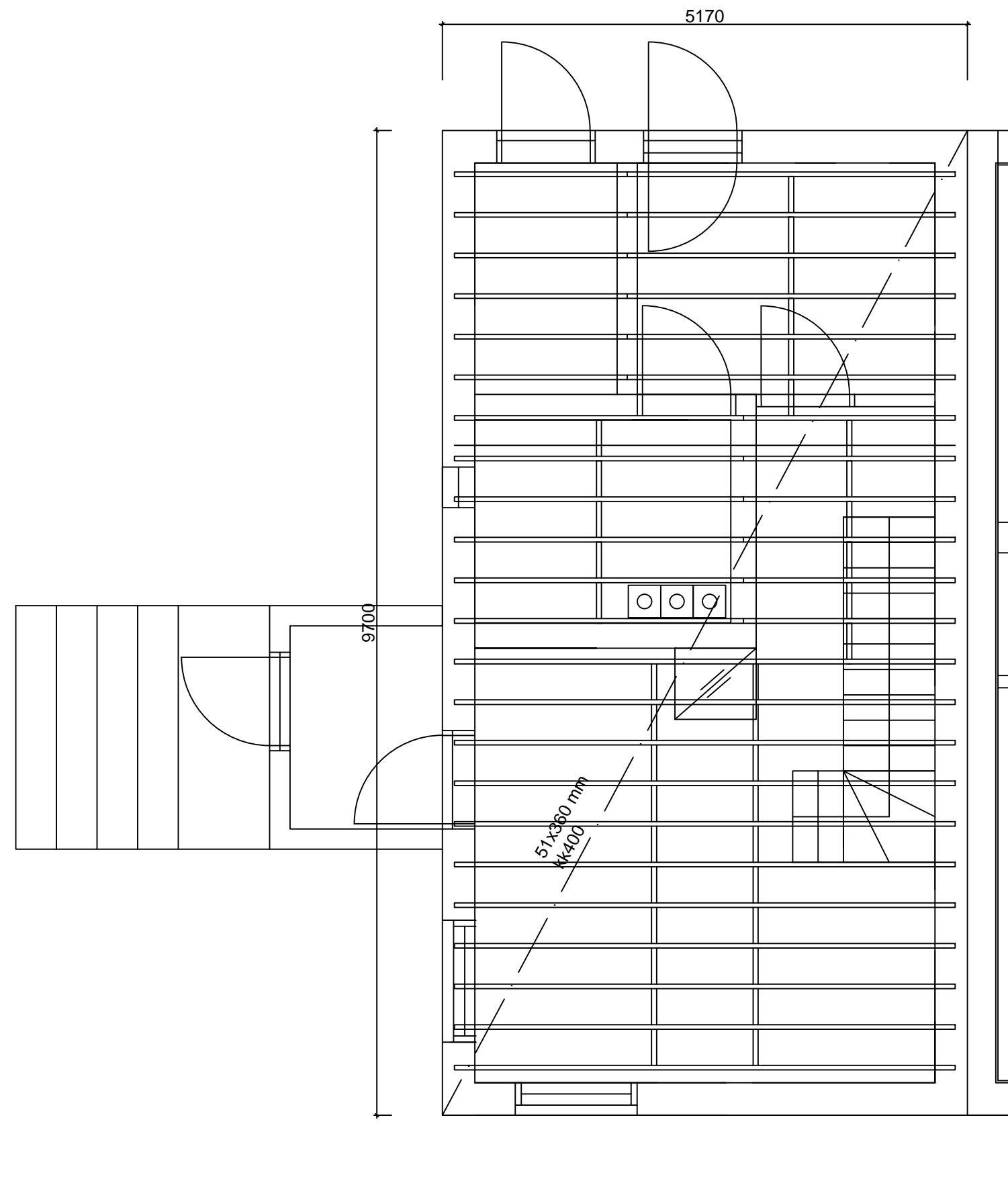


Leikkaus B-B

K.OSA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS			
RAKENNUSTOIMENPIDE LISÄOSA RAKENNUSKOHTeen NIMI JA OSOITE			PIIRUSTUSLAJI		JUOKS.No	
			PÄÄPIIRUSTUS		5/10	
			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ		MITTAKAAVAT	
			Leikkaus A–A		1:100	
			Leikkaus B–B		1:100	
			.		.	
			SUUN.ALA	TYÖ No	PIIR.No	MUUTOS
			ARK	001	5/001	
			PÄIVÄYS	YHT.HENK.		

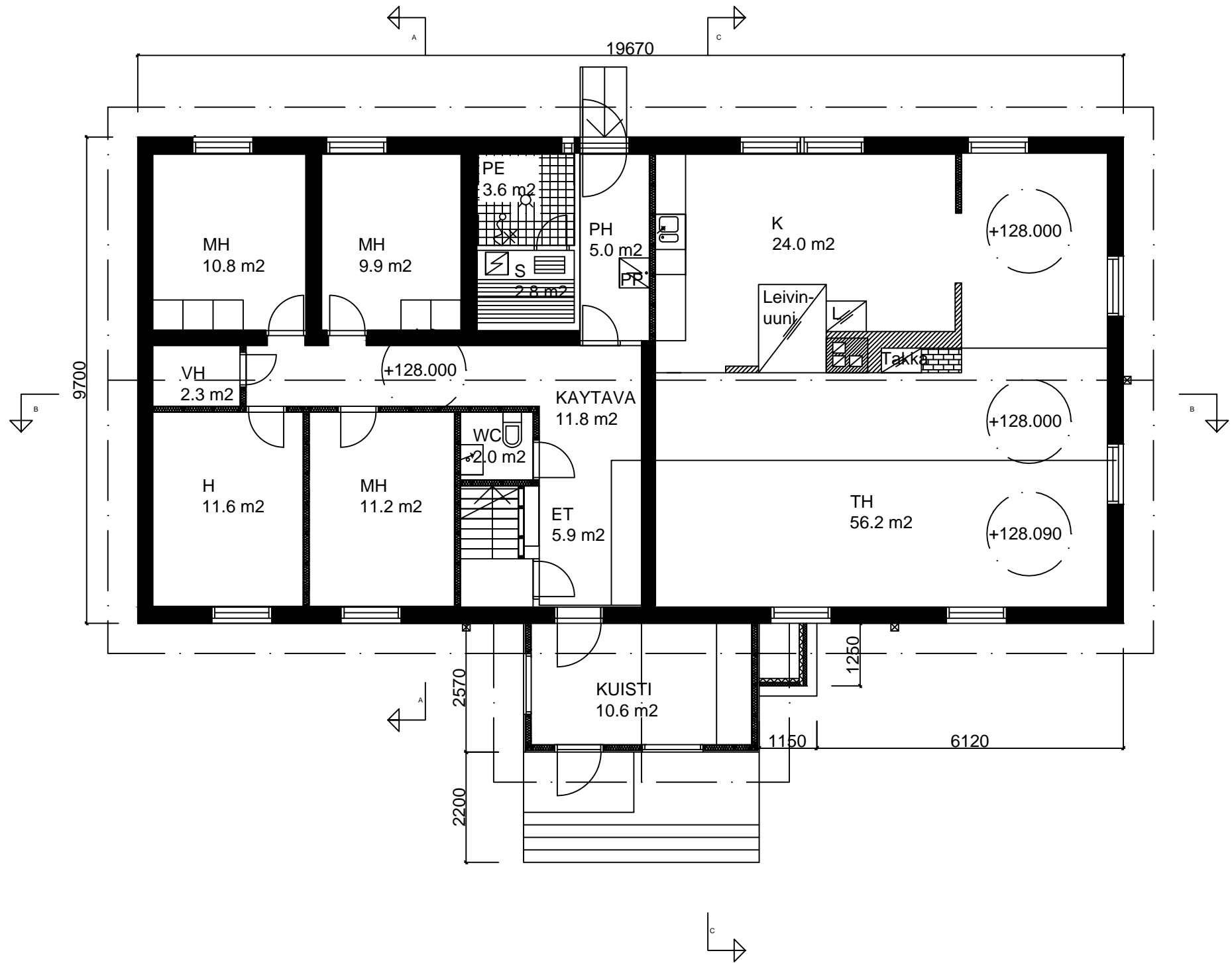


2. krs

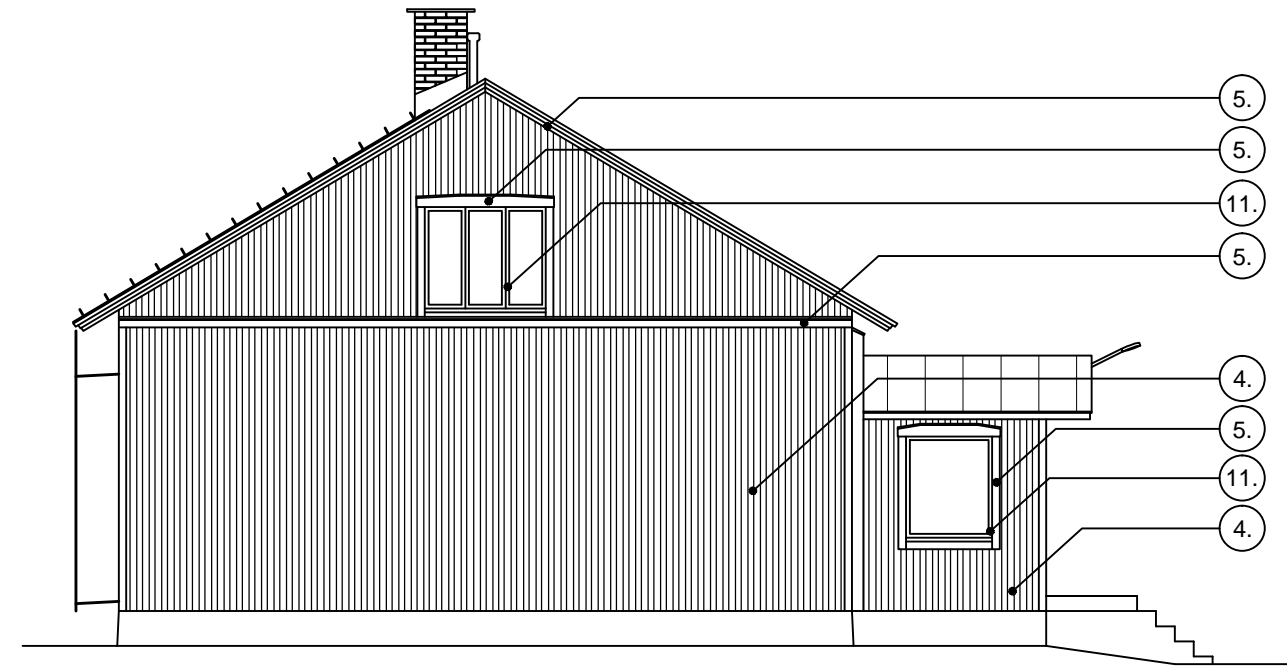


1. krs

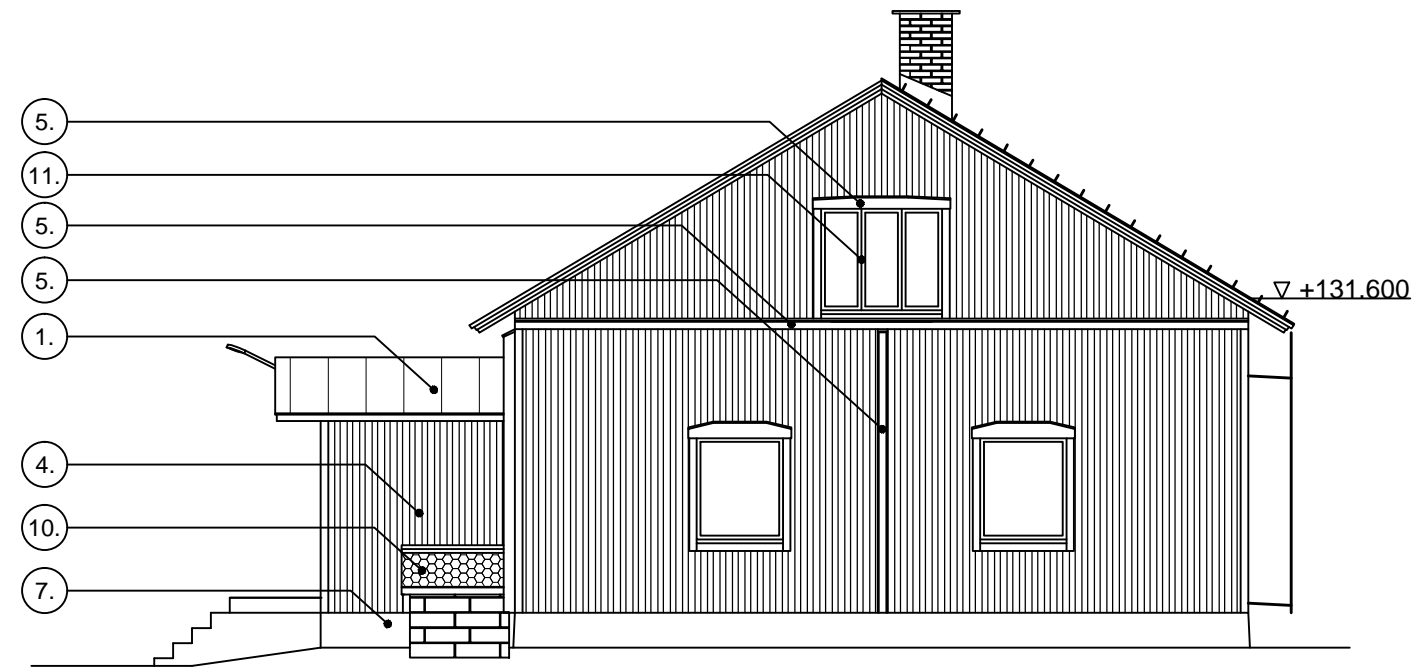
K.OSA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNO	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSTOIMENPIDE LISÄOSA			PIIRUSTUSLAJI RAKENNEPIIRUSTUS	JUOKS.No 1
RAKENNUSKOHTEN NIMI JA OSOITE Harjupirtti Kaskiinharjantie 83 51980 LAUTEALA			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ Välipohjaplaani, alustava Alapohjaplaani, alustava .	MITTAKAAVAT 1:50 1:50 .
			SUUN.ALA TYÖ No RAK	PIIR.No MUUTOS
			PÄIVÄYS 4.5.2012	YHT.HENK. Enni Seuri



K.Osa	Korttel/Tila	Tontti/RNo	Rakennusluvan tunnus	
Rakennustoimenpide		PIIRUSTUSLaji	Juoks.No	
		PÄÄPIIRUSTUS	6/10	
Rakennuskohteen nimi ja osoite		PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAKAAVAT	
Harjupirtti		Pohjakuva asuinkerros	1:100	
Kaskiinharjuntie 83		.	.	
51980 LAUTEALA		.	.	
		Suun.Al.	Työ No	PIIR.No
		ARK	001	6/001
		Päiväys	Yht.Henk.	Muutos
		4.5.2012	Enni Seuri	



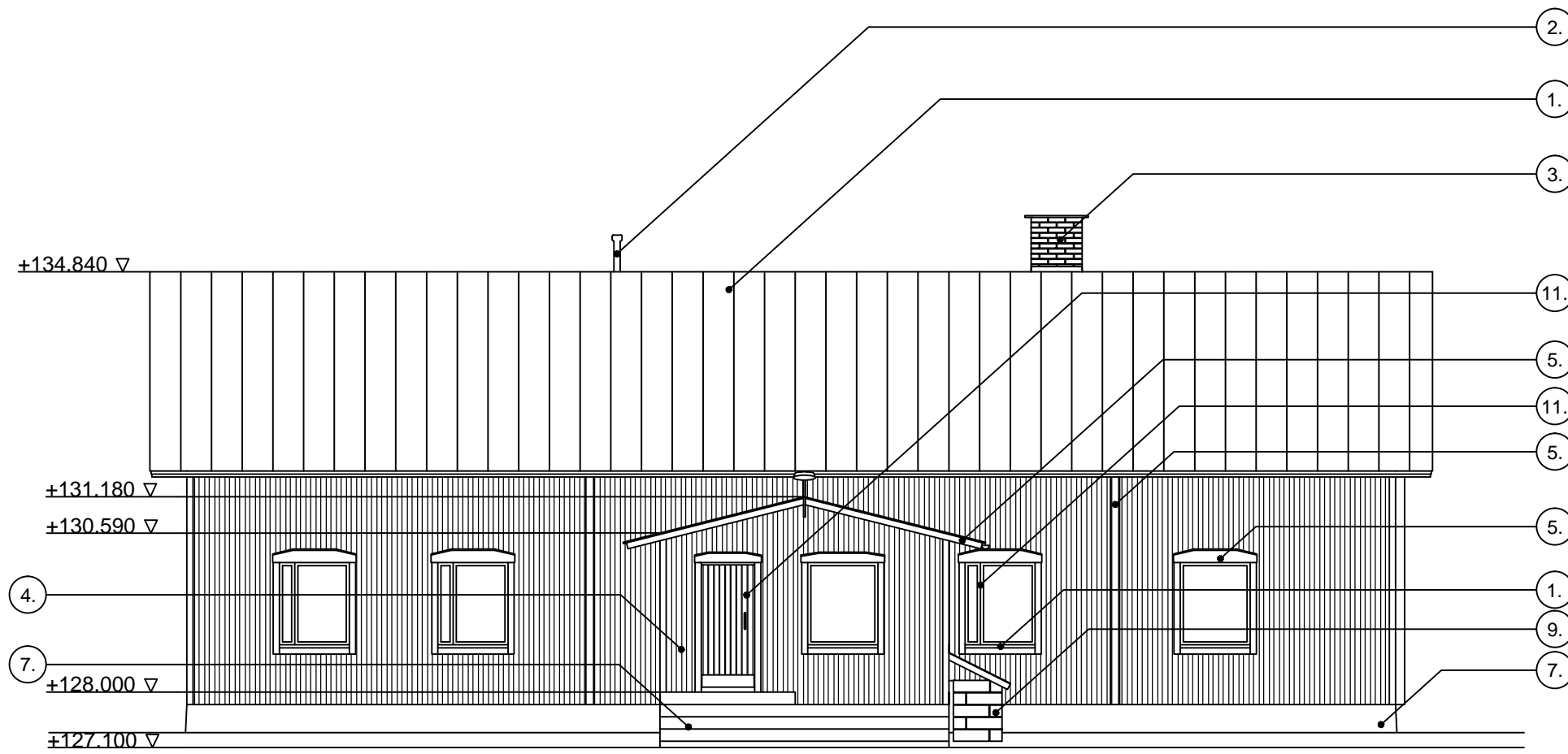
SIVU LANTEEN



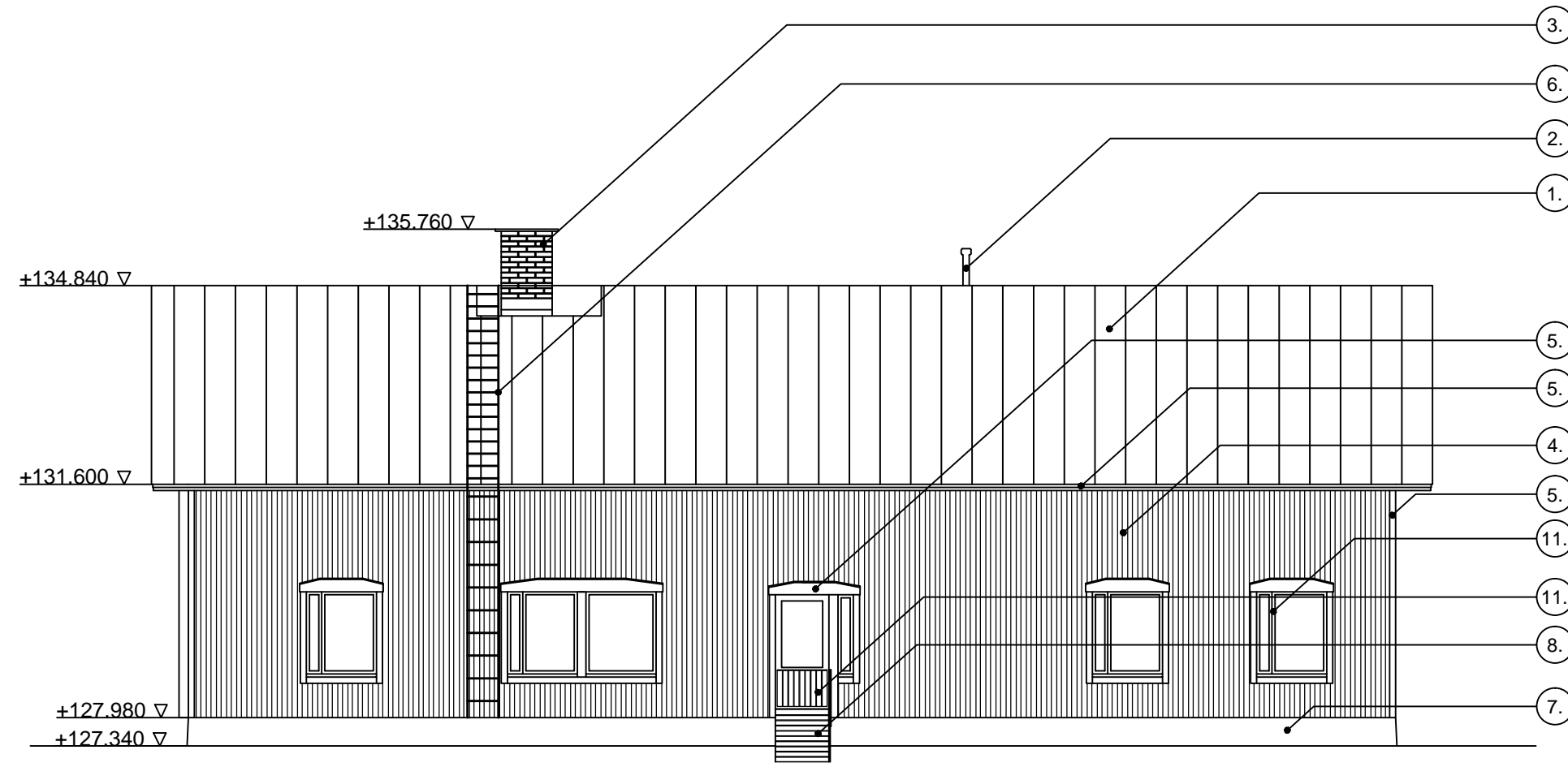
SIVU ITAAN

JULKISIVUJEN VARIT JA MATERIAALIT

- Nro
1. teraksenharmaa pelti
 2. harmaa muovi
 3. punaruskea tiili
 4. keltainen laudoitus
 5. tummanruskea puutavara
 6. tummanruskeaksi kasitelty metalli
 7. kasittelematon betoni
 8. kasittelematon puutavara
 9. pinnoittamaton kevytsoraharkko
 10. musta kermikate
 11. valkoinen puu

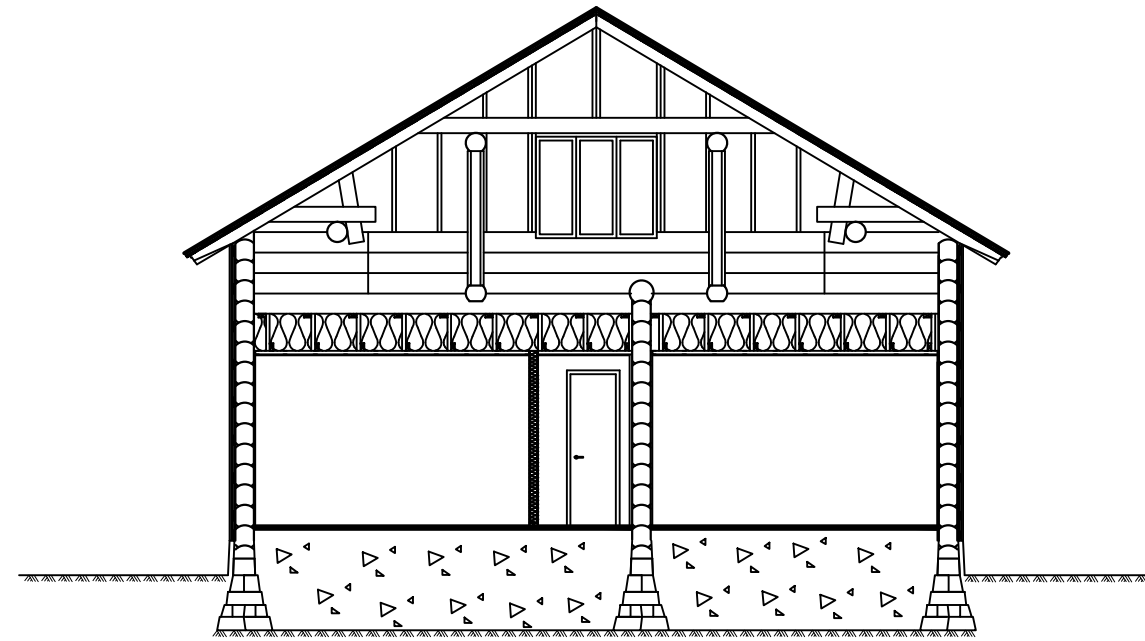


SIVU ETELAAN

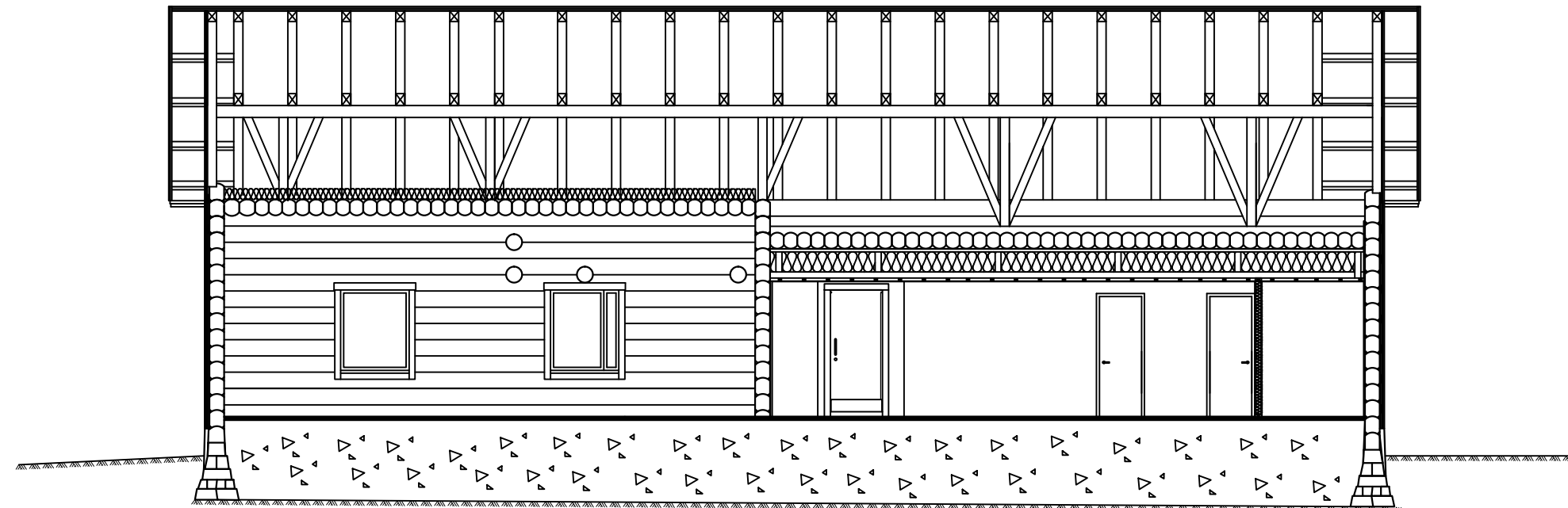


SIVU POHJOISEEN

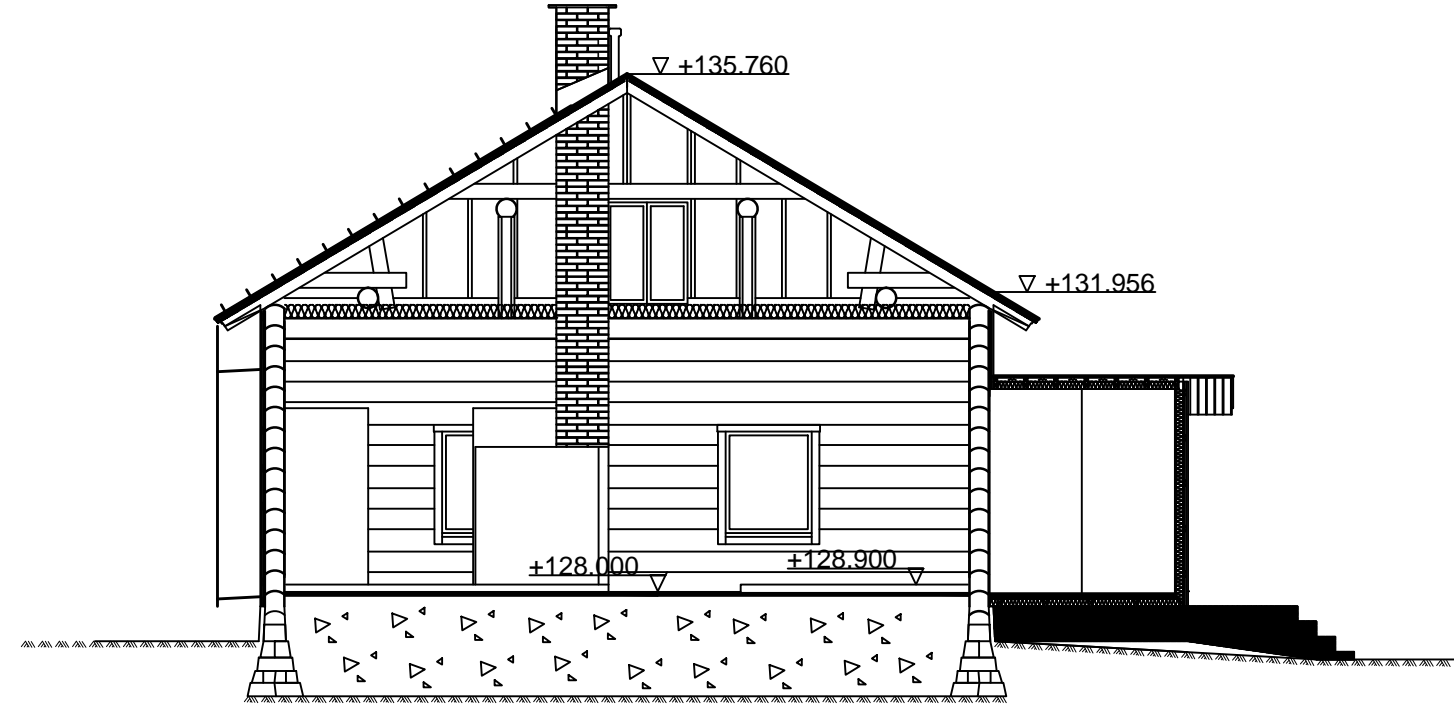
K.Osa	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS			
RAKENNUSLOMAKUNNAN PÄÄPIIRUSTUS			PIIRUSTUSLAI	JUOKS.No		
			PÄÄPIIRUSTUS	8/10		
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAKAAVAT		
Harjupirtti			Julkisivut	1:100		
Kaskiinjärventie 83			.	.		
51980 LAUTEALA			.	.		
			SUUN.AL	TYÖ No	PIIR.No	MUUTOS
			ARK	001	8/001	
			PÄIVÄYS	YHT.HENK.		
			4.5.2012	Enni Seuri		



Leikkaus A-A



Leikkaus B-B



Leikkaus C-C

K.Osa	Kortteli/Tila	Tonitti/Rn:o	Rakennusluvan tunnus			
Rakennustoimenpide			Piirustuslaji	Juoks.No		
			Pääpiirustus	9/10		
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Piirustuksen sisältö	Mittakaavat		
Harjupirtti			Leikkaus A-A	1:100		
Kaskiinharjuntie 83			Leikkaus B-B	1:100		
51980 LAUTEALA			Leikkaus C-C	1:100		
			Suun.alaj	Työ No	Piir.No	Muutos
			ARK	001	9/001	
			Päiväys	Yht.henk.		
			4.5.2012	Enni Seuri		



K.Osa	Kortteli/Tila	Tontti/RNo	Rakennusluvan tunnus	
Rakennustoimenpide Muutos	Pääpiirustus		Juoks.No	10/10
	Pohjakuva		Mittakaavat	1:100
Rakennuskohteen nimi ja osoite				
Harjupirtti 83				
Harjupirtti 83				
51980 Lauteala				
		Suun.Ala	Työ No	PIIR.No
		ARK	001	10/001
		Päiväys	Yht.Henk.	
		4.5.2012	Enni Seuri	