

13.1 Vastuu rakennetyyppien valinnasta

Tässä käsikirjassa on esitetty tiedot siporexista ja sen käytöstä valmistajan parhaan nykyisen teknisen tietämyksen mukaisesti. Samoin rakenneleikkauksiin on valittu yleisesti käytettyjä, hyväksi koettuja ratkaisuja.

Tietojen ja rakennedetaljien osalta ei luonnollisesti ole voitu päästä kattavaan esitykseen, onhan esimerkiksi perustamisolosuhteiden vaikutus aina paikallisen selvityksen vaativa seikka. Käsikirjan tietojen ja rakenteiden tai niistä kehitettyjen ratkaisujen käytön rakennuskohteessa ratkaisee aina viime kädessä kohteen suunnittelija.

Jämerä-pientalot

13.2 Yleistä

Siporex-talon rakentamisessa tarvittavat piirustukset laatii yleensä rakennesuunnittelija arkkitehdin suunnitelmien pohjalta.

Koko suunnitteluprosessin nopeuteen, onnistumiseen ja taloudelliseen lopputulokseen vaikuttaa ratkaisevasti se, että käytetään moduulimittoja ja muistetaan elementtien suositus- ja maksimipituudet sekä otetaan huomioon rakennuksen kantavien rakenteiden toiminta jo arkkitehtisuunnittelun yhteydessä.

13.3 Sijaintipiirroksat

Rakennuksen elementtilaatastoista sekä kantavista ja jäykistäväistä seinistä laaditaan sijaintipiirroksat eli asennuskaaviot siten, että niistä selvästi näkyy kaikki tuotteiden valmistukselle ja työmaalle tärkeät seikat:

- elementti- ja palkkityypit
 - mitat
 - nimelliskuormat
 - elementtien ja palkkien tukipinnat
 - vakioelementeistä poikkeavat tyypit
 - elementtien urosponatin suunta.
- Poikkeavuuksia voivat olla esimerkiksi:
- kuormitus
 - muoto
 - mitat
 - reiät ja lovet
 - tukemistapa jne.

13.4 Elementtikaaviot ja -luettelot

Harkko- ja elementtikaavioiden ohella tehdään elementtiluettelot. Yksityiskohtapiirroksissa esitetään elementtien ja muiden rakenteiden liitokset sekä elementtien kiinnittämisen ja tuennan selvittävät yksityiskohdat. Rakenneosapiirustuksia siporex-elementeistä ei tarvitse laatia, kun käytetään valmistajan valmiiksi mitoitettavia vakioelementtejä. Mahdollisten erikoislementtien rakenneosapiirroksat laatii tarvittaessa valmistaja suunnittelijan antamien mitta- ja kuormitustietojen perusteella.

13.5 Seinäpiirustukset

Kantavista ja jäykistäväistä seinistä esitetään pohjapiirustus, johon on merkitty harkkojen laatu ja paksuudet, seinien sijainnin ja aukkojen paikan selvittävät mitat sekä palkkien koot, kantavuudet ja sijainnit.

Työnsuoritus helpottuu ja suunnittelun sekä massalaskennan virhemahdollisuudet vähenevät, jos kaikista kantavista ja jäykistäväistä seinistä laaditaan yksityiskohtainen harkkokaavio. Tähän voidaan pohjapiirustusta havainnollisemmin merkitä mm. aukkojen mitat ja korkeudet, palkit ja niiden tukipinnat, kutistumateräkset jne. Suositeltava harkkokaavion mittakaava on 1:50.

Kun rakennuksesta lisäksi laaditaan 1:20 kokonaisleikkaus, johon merkitään esim. harkkojako, sokkeli- ja räystäskorkeudet jne, varmistuu kokonaisuuden toiminta sekä suunnittelijalle että rakentajalle.

13.6 Asennusjärjestys ja toimitukset

Varsinkin laajemmista asennuskohteista, kuten paritaloista tai rivitaloista on syytä hyvissä ajoin laatia asennusjärjestysuunnitelma, jotta elementit voidaan valmistaa, varastoida ja toimittaa oikeassa järjestyksessä ja aikataulussa.

Toimitussopimuksissa määritellään, kuinka kauan ennen toimitusaikaa on lopullisten siporex-suunnittelutietojen oltava elementtien valmistajalla. Mitä enemmän käytetään varstoelementtejä, sitä nopeammin tilauksen jälkeen voidaan asennus toteuttaa.

13.7 Mallikaavio ja -luettelo

Oheisena on esimerkki siporex-pientalon pohjan 3M-mitoituksesta sekä harkko- ja elementtikaaviopiirustuksista. Kaavion ja siihen liitettyjen tietojen lisäksi työssä tarvitaan yleensä yksityiskohtaleikkauksia rakenteiden liitoksista ym. seikoista. Näissä tapauksissa voidaan useimmiten suoraan käyttää käsikirjan sisältämiä tai niitä hyväksikäyttäen laadittuja piirustuksia.

13.8 Suunnitelmissa muistettavia rakenteen yksityiskohtia

Yksityiskohtapiirroksissa tai muissa suunnitelmissa kannattaa varmistaa myös seuraavien tämän käsikirjan eri kohdissa esitettyjen seikkojen riittävän selvä informointi:

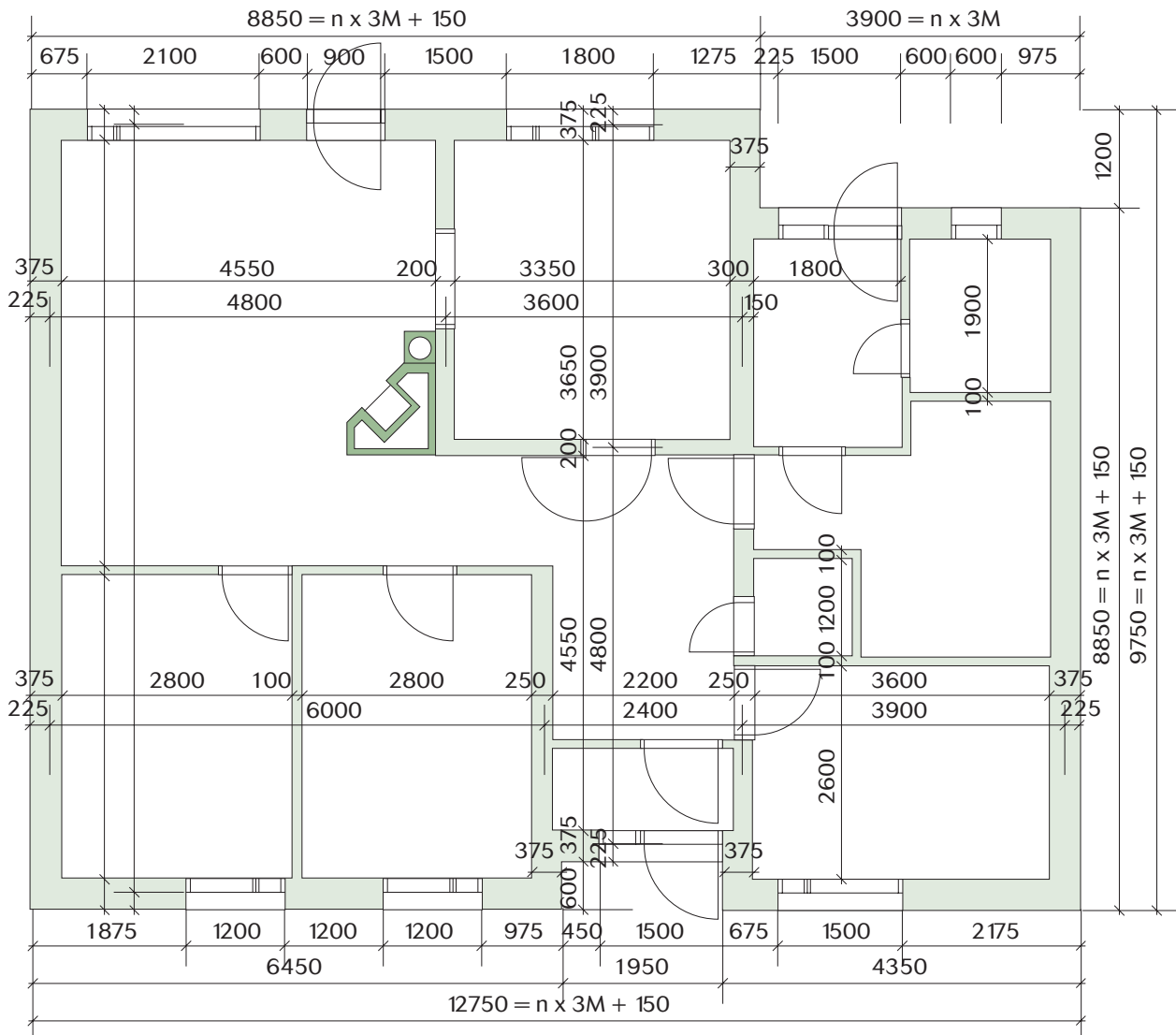
- Riittävät tuuletusaukot ja käyntiluukku ryömintätaliliseen alapohjaan.
- Rakenteiden kosteuskatkot, esim. sokkeli/seinä.
- Seinien kutistumateräkset.
- Kantavien rakenneosien, esim. L-terästen oikea asento.
- Seinien ja holvien välisten liitososien (esim. vaarnausten) laatu, määrä ja sijainti. Myös työnaikaiset tuenat on esitettävä.

- Siporex-rakenteiden on päästävä kuivumaan, seinän tai holvin ainakin toisen pinnan on läpäistävä vesihöyryä.
- Vesikaton tuuletustilan ilma-aukot.
- Katon eristeiden tuulensuojalevyksi jäykkä mineraalivilla, ei tiiviimpiä materiaaleja.
- Hormin irroitus seinä- ja kattorakenteista.
- Märkien tilojen veden- ja kosteudeneristeet.
- Laatoitusten elastiset nurkkasaumat ja seinä-lattia-liitokset.
- Ääneneristykseen liittyvä detaljiikka.

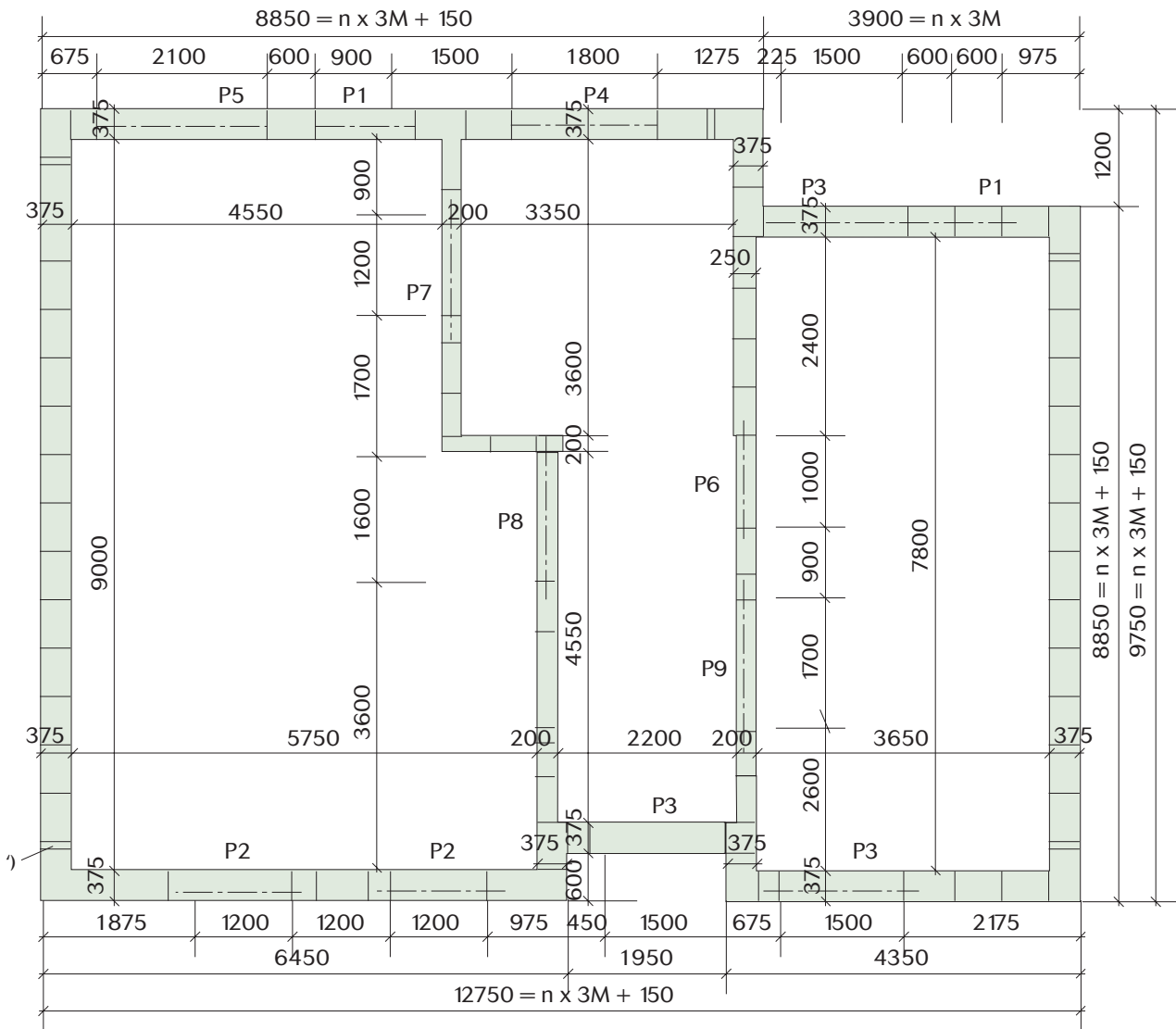
13.9 Talviajan suojaus

Mikäli perustamis- ja runkotyövaihe ajoittuu talveen, ja varsinkin jos on tiedossa esim. työn keskeytyminen talviajaksi, on rakentajalle syytä antaa riittävät ohjeet perustusten maapohjan suojaamisesta routavahinkojen välttämiseksi.

Toinen tärkeä seikka on keskeneräisen rakennuksen tuuletus ja liiallisen vesihöyryn nousun estäminen lämmitettäessä sulana pysyvistä maapohjasta. Kts. myös luku 28.



Kuva D56. Pientalon pohjan mitoitus esimerkki.



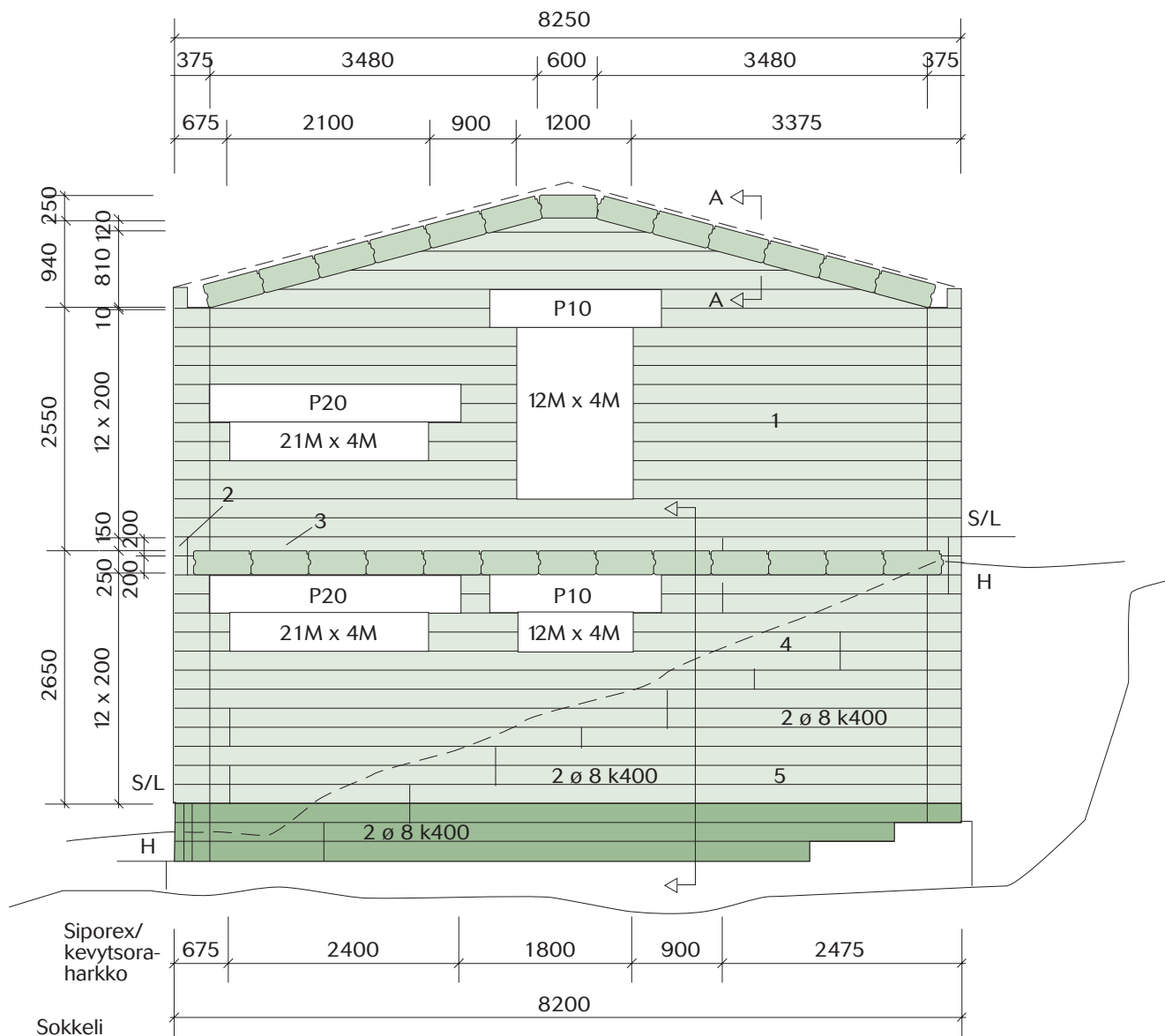
*) 375-harkon nurkkasovitteet, 75 mm.

Siporex-palkit

Siporex-palkit on asennettava teksti "ALAS" alaspäin. Pienin sallittu tukipinta siporex-palkin pituussuunnassa on 200 mm.

Tunnus	Tyypimerkintä	Kpl	Huom.
P1	PB 500/15 375x200x1500	2	
P2	PB 500/15 375x200x1800	2	
P3	PB 500/15 375x200x2100	2	
P4	PB 500/15 375x200x2400	1	
P5	PB 500/15 375x200x2700	1	
P6	PB 500/15 200x200x1500	1	
P7	PB 500/15 200x200x1800	1	
P8	PB 500/15 200x200x2100	1	
P9	PB 500/25 200x400x2400	1	

Kuva D58. Kantavat ja jäykistävät harkkoseinät.



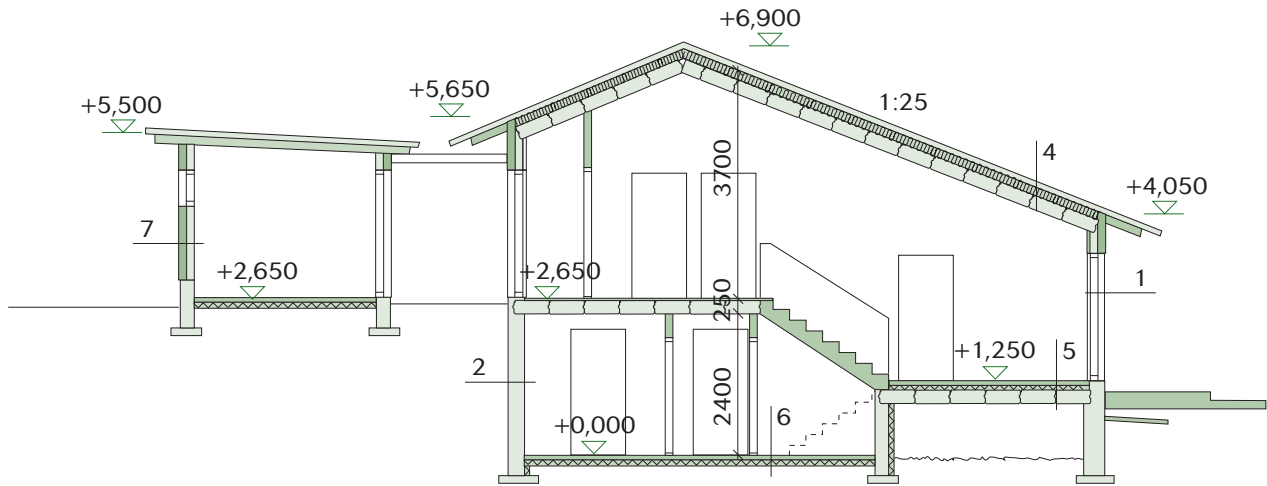
- 1) Siporex H400 375 x 200 x 600
- 2) Siporex H500 200 x 200 x 600
- 3) Siporex H500 150 x 150 x 600
- 4) Kevytsoraharkko UH-150 (2x)
- 5) Kevytsoraharkko RUH-340

Siporex-seinässä kutistumateräksset $\varnothing 8$ vähintään joka 4. saumaan.

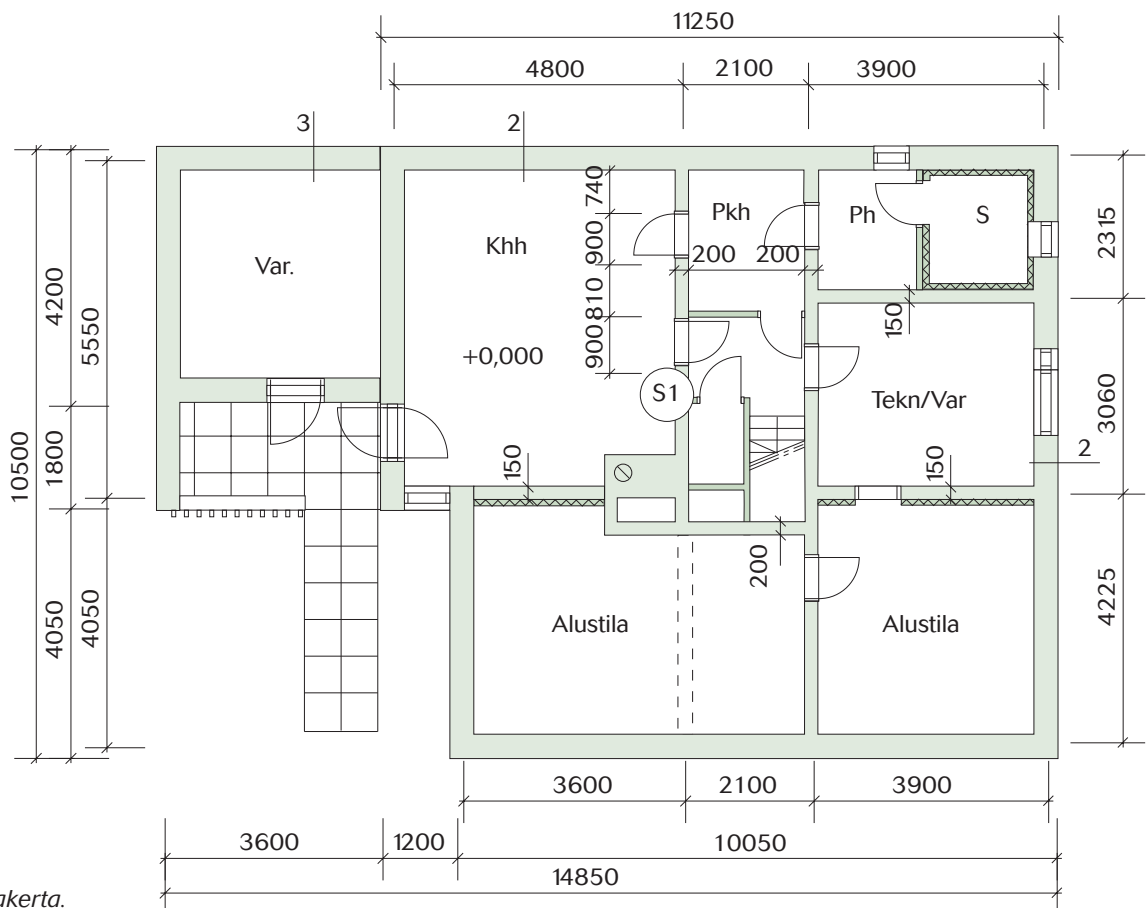
Kuva D59. Esimerkki pientalon seinän harkkokaaviosta.

Rakenteet

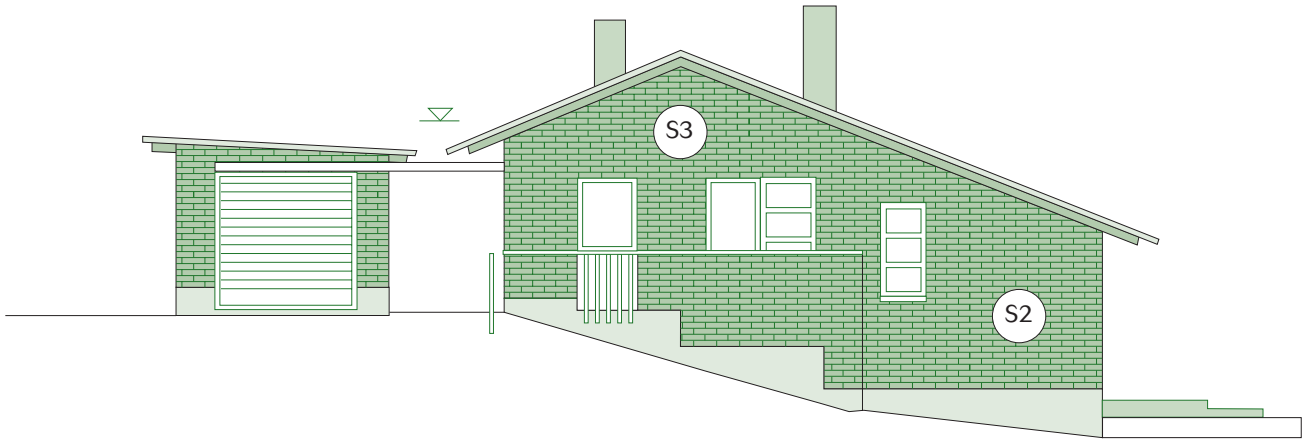
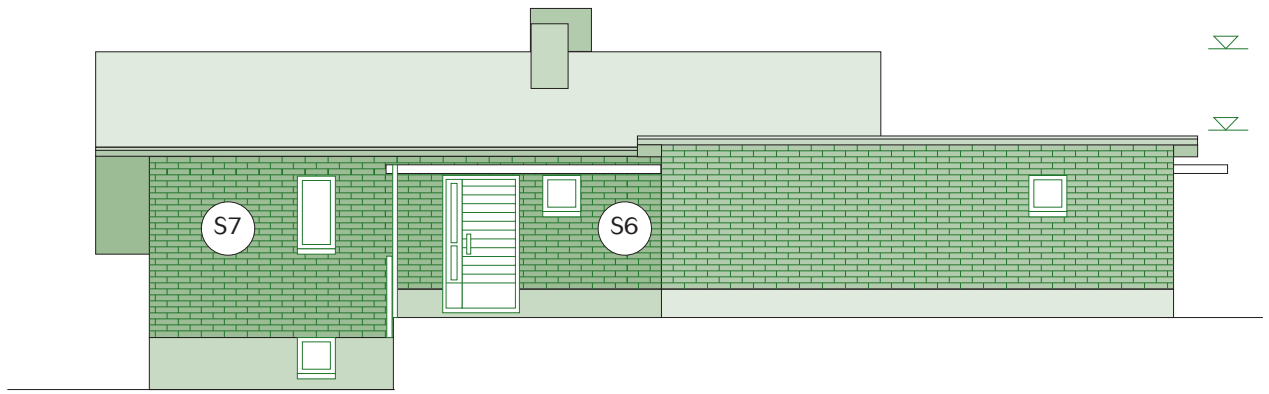
1. tiili	85	siporex, U-arvo 0,16	250
ilmarako, mineraalivilla	130	5. lattiapäällyste, teräsbetoni, uretaanilevy	80
siporex, U-arvo 0,23	150	siporex	250
2. tuulettuva perusmuurilevy		tuulettu ilmatila, karkea sora tai sepeli, U-arvo 0,19	200
harkkomuuri	340	6. lattiapäällyste, teräsbetoni, rakennusmuovi, uretaanilevy	60/30
tai maanpaine-elementti	375	karkea sora tai sepeli,	200
sisäverhous		U-arvo keskimäärin 0,25	
3. perusmuurilevy, harkkomuuri	300	7. tiili, ilmarako, siporex (kylmä vaja)	150
4. kate, rimoitus, aluskate, kattotuolit/ilmaväli, mineraalivilla	150		



Kuva D61. Leikkaus.



Kuva D60 b. Alakerta.



Kuva D62. Julkisivut.

14.2 Kuormitukset

Vaakakuormat

Rakennukseen kohdistuva tuulen nopeuspaine $q = 0,5 \text{ kN/m}^2$. Kokonaisvaakakuormaan on lisätty 1/150 -osa rakennuksen omasta painosta. Maanpaine riippuu maan täyttökorkeudesta. Tässä esimerkissä $H = 2,4 \text{ m}$.

Pystykuormat

Vesikatto

- Lumikuorma $q = 1,8 \text{ kN/m}^2$
- omapaino $g = 1,25 + 0,55 = 1,8 \text{ kN/m}^2$.

Välipohja

- Henkilökuorma $q = 1,5 \text{ kN/m}^2$
- omapaino $g = 1,25 + 0,15 = 1,4 \text{ kN/m}^2$.

Alapohja

- Henkilökuorma $q = 1,5 \text{ kN/m}^2$
- omapaino $g = 1,25 + 1,0 = 2,25 \text{ kN/m}^2$.

14.3 Siporex-harkkoseinien mitoitus

14.3.1 Materiaaliominaisuudet

Harkkoseinän paksuus $h = 150 \text{ mm}$ tai 200 mm
 $\rho = 500 \text{ kg/m}^3$

Laskentalujuudet (kts. taulukko D2):

Seinän puristuslujuus $f_{cd} = 1,05 \text{ N/mm}^2$

Seinän taivutusvetolujuus $f_{ctd} = 0,13 \text{ N/mm}^2$

Seinän leikkauslujuus $f_{vd} = 0,09 \text{ N/mm}^2$

14.3.2 Väliseinät (mitoitus pystykuormalle)

Pohjapiirustuksista nähdään, että suurin pystysuuntainen rasitus kohdistuu seinään S1.

Seinä S1

Yläkerta

- a) Puristuskestävyys (ovien välipilari, mitat $200 \text{ mm} \times 810 \text{ mm}$)
- kuormituskaistan pituus = $1,86 \text{ m}$

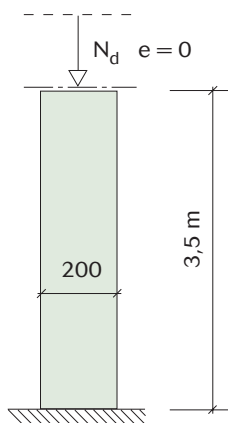
$$N_d = (1,2 \times 1,8 \text{ kN/m}^2 + 1,6 \times 1,8 \text{ kN/m}^2) \times (3,0 \text{ m} + 2,4 \text{ m}) \times 1,86 \text{ m} = 50,6 \text{ kN}$$

Taulukosta D3 saadaan seinän normaalivoimakapasiteetiksi keskeisellä kuormalla:

$$N_u = 145 \text{ kN/m} \times 0,81 \text{ m} = 117,5 \text{ kN} > N_d; \text{ OK}$$

Epäkeskisyyden vaikutus on vähäinen, mutta tarkistetaan:

$$e_o = ((28,1 \times 150 + 22,5 \times 50) : (28,1 + 22,5)) - 200 : 2 = 5,5 \text{ mm}$$



$e_d = 5,5 \text{ mm} + 0,05 h = 15,5 \text{ mm}$. Kappaleen 7.6 puristuskapasiteetin kaavan mukaan laskien seinän kapasiteetti on $135,8 \text{ kN/m}$.

$$N_u = 135,8 \text{ kN/m} \times 0,81 \text{ m} = 110 \text{ kN} > 50,6 \text{ kN}; \text{ OK}$$

Tarkistetaan myös seinän pahin mahdollinen epäkeskinen kuormitus: kuuden metrin jänteellä täysi lumi-kuorma, 4,8 metrin puolella ei lunta, oman painon osavarmuuskerroin 0,9.

$$N_{d1} = (1,2 \times 1,8 \text{ kN/m}^2 + 1,6 \times 1,8 \text{ kN/m}^2) \times (6,0 \text{ m} : 2) \times 1,86 \text{ m} = 28,1 \text{ kN}$$

$$N_{d2} = (0,9 \times 1,8 \text{ kN/m}^2) \times (4,8 \text{ m} : 2) \times 1,86 \text{ m} = 7,2 \text{ kN}$$

Epäkeskisyyden vaikutus: $((28,1 \times 150 + 7,2 \times 50) : (28,1 + 7,2)) - 200 : 2 = 30 \text{ mm}$.

$$e_o = 30 \text{ mm} / 200 \text{ mm} = 0,15 \text{ h}$$

$$e_d = 0,15 \text{ h} + 0,05 \text{ h} = 0,2 \text{ h} < 0,3 \text{ h}$$

Ilman tarkempaa laskelmaa voidaan taulukon D3 osasta, jossa $e_d = 0,3 \text{ h}$ todeta, että seinän kapasiteetti on riittävä:

$$(28,1 \text{ kN} + 7,2 \text{ kN}) = 35,3 \text{ kN} < 64 \text{ kN/m} \times 0,81 \text{ m} = 51,8 \text{ kN}; \text{ OK}$$

b) Paikallinen puristuskapasiteetti (yhtenäinen seinä), kts. kappale 7.6.

$$N_d = (1,2 \times 1,8 \text{ kN/m}^2 + 1,6 \times 1,8 \text{ kN/m}^2) \times 3,0 \text{ m} = 15,1 \text{ kN/m}$$

Harkkoseinän yläpäähän paikallinen puristusjännitys:

$$f_c = \frac{15100 \text{ N}}{1000 \text{ mm} \times 90 \text{ mm}} = 0,168 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = 1,05 \text{ N/mm}^2 > f_c; \text{ OK}$$

Alakerta

Puristuskestävyys (ovien välipilari, mitat $200 \text{ mm} \times 810 \text{ mm}$)

- kuormituskaistan pituus = $1,71 \text{ m}$ ja yläkerran väliseinän S1 omapaino = $3,5 \text{ kN/m}$

$$N_{dy} = (1,2 \times 1,8 \text{ kN/m}^2 + 1,6 \times 1,8 \text{ kN/m}^2) \times 5,4 \text{ m} + 1,2 \times 3,5 \text{ kN/m} = 31,4 \text{ kN/m}$$

$$N_{dv} = (1,2 \times 1,4 \text{ kN/m}^2 + 1,6 \times 1,5 \text{ kN/m}^2) \times 3,45 \text{ m} = 14,1 \text{ kN/m}$$

$$N_d = N_{dy} + N_{dv} = 45,5 \text{ kN/m}$$

Ovien välipilarin kuormitus

$$N_d = 45,5 \text{ kN/m} \times 1,71 \text{ m} = 77,8 \text{ kN}$$

Taulukon D3 mukaan:

$$N_u = 165 \text{ kN/m} \times 0,81 \text{ m} = 133,7 \text{ kN} > N_d; \text{ OK}$$

Epäkeskisyyden vaikutus on vähäinen ja yläpuoliseen kuormaan nähden vastakkainen, jätetään tarkistamatta.

Paikallinen puristuskapasiteetti (yhtenäinen seinä), kts. kappale 7.6.

– Ovien välipilarin kohdalla ei tarvitse tarkastella, sillä teräsprofiili jakaa kuormat koko poikkileikkaukselle.

N_{dy} :stä tuleva kuormitus jakautuu tasan molemmille välipohjajaelementtien päälle:

$$N_{dy} : 2 = (31,4 \text{ kN/m}) : 2 = 15,7 \text{ kN/m}$$

$$N_{dv1} = (1,2 \times 1,4 \text{ kN/m}^2 + 1,6 \times 1,5 \text{ kN/m}^2) \times 2,4 \text{ m} = 9,8 \text{ kN/m}$$

$$N_{dv2} = (1,2 \times 1,4 \text{ kN/m}^2 + 1,6 \times 1,5 \text{ kN/m}^2) \times 1,05 \text{ m} = 4,3 \text{ kN/m}$$

Suurin paikallinen puristuskuormitus syntyy 4,8 metriä pitkien elementtien puolelle:

$$N_{dv1} + N_{dy} : 2 = 9,8 \text{ kN/m} + 15,7 \text{ kN/m} = 25,5 \text{ kN/m}$$

$$f_c = \frac{25500 \text{ N}}{90 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm}} = 0,28 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = 1,05 \text{ N/mm}^2 > f_c; \text{ OK}$$

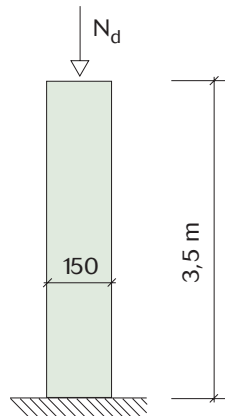
14.3.3 Ulkoseinät (erillinen tarkastelu pysty- ja vaakakuormille)

Puristuskestävyys

Seinän S5 ikkunoiden välipilari (mitat 150 mm x 600 mm)

– kuormituskaistan pituus 2,1 m

$$N_d = (1,2 \times 1,8 \text{ kN/m}^2 + 1,6 \times 1,8 \text{ kN/m}^2) \times (6,0 \text{ m} : 2) \times 2,1 \text{ m} = 31,8 \text{ kN}$$



Taulukko D3 (Tiiliverhoillun yhdistelmäseinän sarake)

$$N_u = 94 \text{ kN/m} \times 0,6 \text{ m} = 56,4 \text{ kN} > N_d; \text{ OK}$$

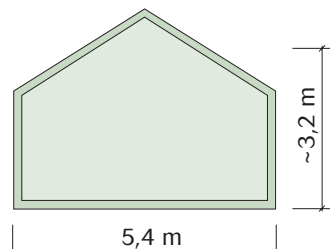
Taivutustarkastelu

Käytetään paikallisen tuulenpaineen kerrointa 1,0. Tällöin tuulenpaine seinää vastaan: $1,0 \times 0,5 \text{ kN/m}^2 = 0,50 \text{ kN/m}^2$. $1,6 \times 0,50 \text{ kN/m}^2 = 0,80 \text{ kN/m}^2$. Tarkastelussa voidaan käyttää kuvan D11 tuulivoimakäyrästä C mitoituskäyrää $q_d = 0,8 \text{ kN/m}^2$

Käyrästäössä yhdistelmäharkkoseinän käyrä = tiiliverhotun 150 mm siporex-seinän käyrä.

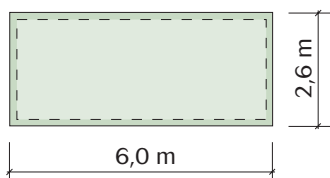
Seinä S3 ja S5

– Seinien mitat pysyvät kuvan D11 C-tilin yhdistelmäharkkoseinäkäyrän alapuolella; OK.



Seinä S7

– Seinän mitat pysyvät kuvan D11 C-tilin yhdistelmäharkkoseinäkäyrän alapuolella; OK.



– Muut seinien osat eivät ole yhtä kriittisiä.

– Tuulikuormalle mitoitettaessa ei aukkoja ole huomioitu, sillä karmit yleensä kykenevät kompensoimaan aukon vaikutuksen. Tarvittaessa käytetään aukon pielijäykistettä.

– Tuulivoimasta seinän yläreunan kautta tuleva kuorma siirretään yläpohjan avulla tuulen suuntaisille jäykistäville seinille.

14.4 Maanpaineeseinien mitoitus

Pystysuuntaisista siporex-maanpaine-elementeistä tehty maanpaineeseinä mitoitetaan siten, että suunnittelija antaa piirustuksissaan vaadittavat seinän pystysuuntaisen momenttikapasiteetin sekä ylä- ja alapään mitoitettavien leikkausvoimien arvot, ja elementtitoimittajan suunnittelupalvelu suorittaa yksittäisten elementtien mitoituksen. Elementtien alapää tuetaan anturaan ja yläpää kellarin ja ensimmäisen kerroksen väliseen holviin, joka siirtää kuormat rasituksen suuntaisten seinien avulla perustuksille.

Tällaisen seinätyypin kuormituksenä on käytetty 10 % korotettua aktiivimaanpaineen arvoa. Tällöin mitoitus voidaan suorittaa Rak. MK B5:ssä annettujen kuormitusohjeiden perusteella, jolloin saadut varsinaisen maanpaineen mitoitusarvot kerrotaan vielä 1,1:llä. Pystysuuntaisten maanpaine-elementtien mitoituksessa kuorma oletetaan kolmiokuormaksi B5:n kohdan 3.2.3, kuva 2.1 a, mukaan.

Kitkamaalle $p_d = 6,5 H + 0,5 q =$ aktiivipaineen mitoituskuorma maanpaineeseinän alareunassa. Kaavaan sisältyy maanpaineen osavarmuuskerroin 1,2 ja pinta-kuorman osavarmuuskerroin 1,6.

$$H = 2,4 \text{ m}, q = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{ad} = 1,1 \times 6,5 \times 2,4 + 0,5 \times 2,5 = 1,1 \times 15,6 + 1,25 = 17,16 + 1,25 = 18,41 \text{ kN/m}^2$$

Tästä saadaan alareunasta perustuksille tulevaksi vaakasuoraksi viivakuormaksi:

$$V_{ad} = 0,5 \times 2,4 \times 17,16 \times 2 : 3 + (2,4 : 2) \times 0,5 \times 2,5 = 13,7 \text{ kN/m} + 1,5 \text{ kN/m} = 15,2 \text{ kN/m}$$

Mitoituskuorma maanpaineeseinän yläreunassa:

$$V_{yd} = 2,4 \text{ m} \times 17,16 \text{ kN/m}^2 \times 0,5 : 3 + 1,25 \text{ kN/m}^2 \times 2,4 \text{ m} : 2 = 6,86 \text{ kN/m} + 1,5 \text{ kN/m} = 8,4 \text{ kN/m}$$

14.5 Rakennuksen jäykistys

14.5.1 Yläkerta

Osa tuulenpaineen aiheuttamasta vaakakuormasta on siirrettävä yläpohjan avulla tuulen suuntaisille seinille.

A. Yläpohjalaataston mitoitus vaakakuormalle (kts. kappale 12.3)

Tarkastellaan ei-kantavien seinien suuntaista vaakakuormaa. Oletetaan, että puolet seinään tulevasta tuulikuormasta kohdistuu yläpohjalaataston reunaan.

$$V_{d1} = (1,6 \times 3,2 \text{ m} : 2) \times 0,7 \times 0,5 \text{ kN/m}^2 = 0,90 \text{ kN/m}$$

(tuulen paine)

$$V_{d2} = (1,6 \times 3,2 \text{ m} : 2) \times 0,5 \times 0,5 \text{ kN/m}^2 = 0,64 \text{ kN/m}$$

(tuulen imu)

Ensimmäisen kerroksen omapaino:

$$N_{dmax} = 1,2 \times 1,8 \text{ kN/m}^2 \times 96 \text{ m}^2 + 1,2 \times 40 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 2,3 \text{ kN/m}^2 + 1,2 \times 11 \text{ m} \times 3,5 \text{ m} \times 1 \text{ kN/m}^2 = 585 \text{ kN}$$

$$N_{dmax} : 150 = 3,9 \text{ kN} \quad 3,9 \text{ kN} : 9,6 \text{ m} = 0,41 \text{ kN/m}$$

Oletetaan tämän omasta painosta tulevan lisävoiman kokonaan kohdistuvan yläpohjan tasoon.

$$V_{do} = V_{d1} + V_{d2} + N_{dmax} : 150 = 1,95 \text{ kN/m}$$

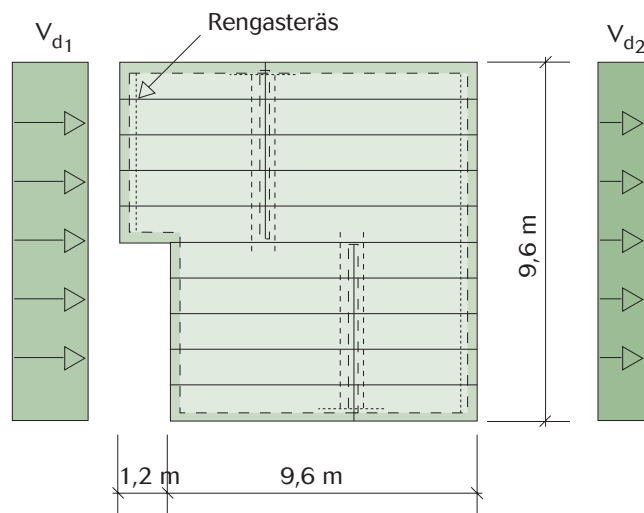
Käsitellään laatasta seinämäisenä palkkina, joka on päistään tuettu poikittaisiin ulkoseiniin. Yksinkertaistetaan tässä rakennemallia siten, että laatasta oletetaan suoraksi levyksi.

$$M_d = \frac{1,95 \text{ kN/m} \times (9,62 \text{ m})^2}{8} = 22,5 \text{ kNm}$$

Käytetään rengasteräksenä $\emptyset 10 \text{ A } 500 \text{ HW} \rightarrow f_{yd} = 417 \text{ N/mm}^2$ (2-luokka)

Esim. Rakentajan Kalenteri; seinämäisen palkin mitoitus: $z = 0,6 \times 9,6 \text{ m} = 5,8 \text{ m}$

$$M_u = A_s \times f_{yd} \times z = 78,5 \text{ mm}^2 \times 417 \text{ N/mm}^2 \times 5800 \text{ mm} = 189,9 \times 10^6 \text{ Nmm} = 189,9 \text{ kNm} > M_d; \text{OK}$$



Elementtien välisten saumojen leikkaustarkastelu

Max leikkausjännitys saumassa

$$V_d = 1,95 \text{ kN/m} \times 9,6 \text{ m} : 2 = 9,4 \text{ kN}$$

Sauman pitkittäissuuntainen leikkauskapasiteetti (halkeillut sauma, kts. kappale 10.1):

$$V_u = 9,6 \text{ m} \times 3,6 \text{ kN/m} = 34,6 \text{ kN} > V_d; \text{OK}$$

Sama tarkastelu voitaisiin suorittaa myös muissa suunnissa. Se on jätetty tekemättä, koska voimat eivät muodostu tätä kriittisemmiksi.

B. Ulkoseinien ja yläpohjalaataston välinen liitos (kts. kappale 12.3)

Ei-kantavat seinät S6 ja S7 (pituus 10,8 m).

a) Seiniin nähden poikittaissuuntainen vaakakuorma tuulesta: (käytetään paikallisen paineen kerrointa 1,0).

$$w_d = 1,6 \times 2,6 \text{ m} : 2 \times 0,5 \text{ kN/m}^2 \times 1,0 = 1,04 \text{ kN/m}$$

Käytetään vaarnateräksenä ruostumatonta $\emptyset 12 \text{ mm}$ terästankoa (kts. kappale 12.3 ja kuva D43).

$$V_u = 1,4 \text{ kN/tanko} \rightarrow \emptyset 12 \text{ tankoja tarvitaan } 1,2 \text{ m välein} \quad (1,4 : 1,04 = 1,35, \text{ pyöristetään } 3\text{M-moduuliin}).$$

b) Seinän suuntainen vaakakuorma

Ei-kantavien seinien suuntainen kokonaisvaakakuorma: (kts. kohtaa 14.5.1 A) $w_d = V_{do} \times 9,6 \text{ m} = 1,95 \text{ kN/m} \times 9,6 \text{ m} = 18,8 \text{ kN}$

Se jakautuu puoliksi kummallekin jäykistävälle seinälinjalle, eli esimerkiksi peräkkäisille seinille S6 ja S7 kohdistuu niiden suuntaista vaakakuormaa $18,8 \text{ kN} : 2 = 9,4 \text{ kN}$.

$$v_d = 9,4 \text{ kN} : 10,8 \text{ m} = 0,87 \text{ kN/m}$$

$$v_u = 3,0 \text{ kN/tanko} \rightarrow \emptyset 12 \text{ tankoja tarvitaan } 3,3 \text{ m välein}$$

Lopputulos: Poikittaissuuntaisen vaakakuorman sitominen on määrävä tekijä: ei-kantaville seinälinjoille laitetaan ruostumattomia $\emptyset 12 \text{ mm}$ terästankoja 1,2 m välein.

Kantavien seinien S2 ja S3 ja yläpohjan välinen liitos (pituus 9,6 m)

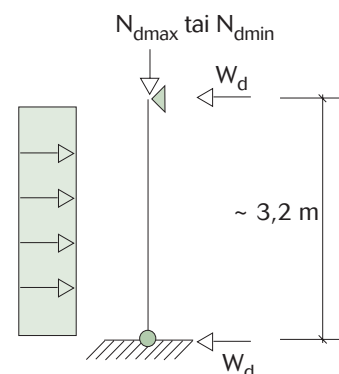
a) Seiniin nähden poikittaissuuntainen vaakakuorma (tarkastelussa on tässä käytetty paikallisen tuulenpaineen kertoimia, jotka antavat kriittisemmän tuloksen).

$$w_d = 1,6 \times (3,2 : 2) \times 0,5 \text{ kN/m} \times 1,0 + 0,41 \text{ kN/m} = 1,69 \text{ kN/m}$$

$$N_{dmin} = (0,9 \times 1,8 \text{ kN/m}^2 \times 2,4 \text{ m}) - (1 \text{ m} \times 1,8 \times 0,5 \text{ kN/m}^2) - (2,4 \text{ m} \times 1,1 \times 0,5 \text{ kN/m}^2) = 1,6 \text{ kN/m}$$

(1,0, 1,8 ja 1,1 ovat rakenneseinien kohdistuvan paikallisen tuulen nosteen kertoimet)

Harkkoseinän ja laataston välissä on mineraalivillakaista, $\rightarrow \mu = 0,15$ (kts. kappale 7.5)



Vaarnateräksillä siirrettävä vaakakuorma:
 $W_d - \mu \times N_{dmin} = 1,69 \text{ kN/m} - 0,15 \times 1,6 \text{ kN/m}$
 $= 1,45 \text{ kN/m}$

Käytetään vaarnateräksenä harjaterästä $\varnothing 10$, joka on juotettu laastilla 30 mm:n reikään (kts. kappale 12.3. ja kuva D44).

$v_u = 2,5 \text{ kN/vaarna} \rightarrow \varnothing 10$ juotosvaarvoja tarvitaan 1,5 m välein. ($2,5 : 1,45 = 1,72$, pyöristetään 3M-moduuliin)

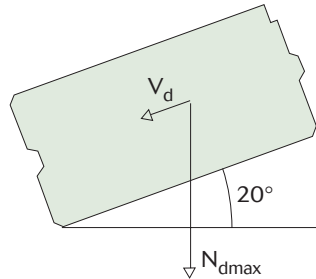
b) Seinän suuntainen vaakakuorma

Loivankin harjakaton tapauksessa suurin ankkurointia vaativa vaakavoima syntyy yleensä kattorakenteen oman painon ja katolle tulevan lumikuorman kattokallistuksen suuntaisesta komponentista. Tarkastelussa oletetaan kattoelementtien ja seinän välinen kitka nolaksi. Katon oman painon vaikutus ja sen ankkurointi myös kumoavat seinästä räystääseen kohdistuvan tuulen paineen aiheuttaman vaakavoiman. (Seinästä räystääseen tulevaa imua ajatellen on katon reunaelementin kiinnitys erikseen varmistettava)

Ulkoseinä:

$$N_{dmax} = (1,2 \times 1,8 \text{ kN/m}^2 + 1,6 \times 1,8 \text{ kN/m}^2) \times (6,0 \text{ m} : 2) = 15,1 \text{ kN/m}$$

$$v_d = \sin 20^\circ \times N_{dmax} = 0,34 \times 15,1 \text{ kN/m} = 5,1 \text{ kN/m}$$



Kantava väliseinä:

$$N_{dmax} = (1,2 \times 1,8 \text{ kN/m}^2 + 1,6 \times 1,8 \text{ kN/m}^2) \times ((6,0 \text{ m} + 4,8 \text{ m}) : 2) = 27,2 \text{ kN/m}$$

$$v_d = \sin 20^\circ \times N_{dmax} = 0,34 \times 27,2 \text{ kN/m} = 9,3 \text{ kN/m}$$

$V_u = 9,0 \text{ kN/vaarna} \rightarrow \varnothing 10$ juotosvaarvoja tarvitaan 1,78 m välein ulkoseinälle ja 0,97 m välein kantavalle väliseinälle.

Lopputulos: Ulkoseinien kantaville seinälinjoille laitetaan $\varnothing 10$ juotosvaarvoja 1,5 m välein, kantaville väliseinille 0,9 m välein.

C. Jäykistävien seinien mitoitus (kts. kappale 12.2)

Tarkastellaan ei-kantavien seinien suuntaista vaakakuormaa.

Jaetaan vaakakuorma tasan molemmille jäykistävälle ulkoseinille.

$$V_d = v_{d0} \times 9,6 \text{ m} : 2 = 1,95 \text{ kN/m} \times 4,8 \text{ m} = 9,4 \text{ kN}$$

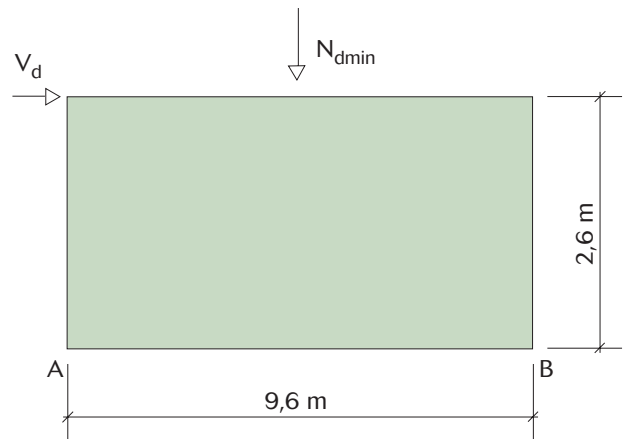
$$N_{dmin} = 0,9 \times (0,15 \text{ m} \times 2,6 \text{ m} \times 9,6 \text{ m}) \times 5 \text{ kN/m}^3 = 16,8 \text{ kN}$$

Momentit pisteen B suhteen:

$$M_v = 9,4 \text{ kN} \times 2,6 \text{ m} = 24,5 \text{ kNm}$$

$$M_N = 16,8 \text{ kN} \times 9,6 \text{ m} : 2 = 80,6 \text{ kNm}$$

$$M_N / M_v = 3,3 > 1,0; \text{ OK.}$$



Leikkaustarkastelu:

Seinä on liimattu suoraan välipohjan päälle $\rightarrow f_{vd} = 0,09 \text{ N/mm}^2$

$$V_d = 9,4 \text{ kN}$$

$$V_u = 0,15 \text{ m} \times 9,6 \text{ m} \times 0,09 \times 10^3 \text{ kN/m}^2 = 130 \text{ kN} > V_d; \text{ OK.}$$

Lopputulos: Vaarnaterästyistä ei tarvita

Lisäksi on tarkistettava, toimivatko jäykistävät väliseinät ja seinä S10 tukina, kuten ulkoseinien taivutus-tarkastelussa oletettiin.

Seinä S10 (pituus 1,2 m)

$$W_d = 1,6 \times 3,2 \text{ m} \times 0,7 \times 0,5 \text{ kN/m}^2 = 1,8 \text{ kN/m}$$

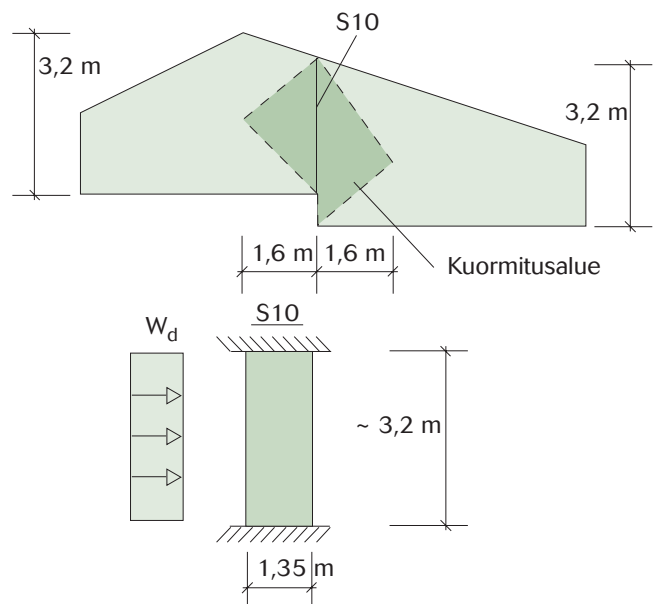
Taivutustarkastelu:

Seinän taivutusvastus

$$W = \frac{b \times h^2}{6} = \frac{0,15 \text{ m} \times 1,35^2 \text{ m}^2}{6} = 0,046 \text{ m}^3$$

$$M_d = \frac{1,8 \text{ kN/m} \times 3,2^2 \text{ m}^2}{8} = 2,3 \text{ kNm}$$

$$M_u = f_{ctd} \times W = 0,13 \text{ N/mm}^2 \times 0,046 \times 10^9 \text{ mm}^3 = 6,0 \times 10^6 \text{ Nmm} = 6,0 \text{ kNm} > M_d; \text{ OK.}$$



Leikkaustarkastelu:

Seinä on liimattu suoraan välipohjaan ja vaarnattu yläpohjaan $\rightarrow f_{vd} = 0,09 \text{ N/mm}^2$

$$V_d = (3,2 \text{ m} : 2) \times 1,8 \text{ kN/m} = 2,9 \text{ kN}$$

$$V_u = 0,15 \text{ m} \times 1,35 \text{ m} \times 0,09 \times 10^3 \text{ kN/m}^2 = 18,2 \text{ kN} > V_d; \text{OK.}$$

Lopputulos: Seinän alareunassa ei tarvita vaarnate-rästystä, seinän ja yläpohjan väliseen liitokseen laite-taan 1 kpl $\varnothing 12 \text{ mm}$ ruostumaton terästanko, kts. kuva D43.

14.5.2 Alakerta

Kun käytetään pystysuuntaisia maanpaine-elementte-jä, siirtyy maanpaineesta tuleva elementtien yläpäähän tukivoima kellarikerroksen ja 1. kerroksen välisen hol-vin avulla kuorman suuntaisille jäykistäville seinille.

Siporex-seinä S1

Pystysuuntaisten maanpaine-elementtien yläpäähästä tuleva kuormitus siirtyy kellarin ja 1. kerroksen välisen holvin kautta voiman suuntaisille jäykistäville seinille. Tällöin seinän S1 yläosaan vaikuttaa seuraava vaaka-kuorma: (Kts. kappale 14.4)

$$P_d = (2,4 \text{ m} + 1,05 \text{ m}) \times 8,36 \text{ kN/m} = 28,8 \text{ kN}$$

Seinää S1 kaatava momentti pisteen B suhteen:

$$M_v = 28,8 \text{ kN} \times 2,4 \text{ m} = 69,1 \text{ kNm}$$

Seinään S1 kohdistuva rakenteen omapaino on:

$$N_{dmin} = \text{seinä} + \text{välipohja} + \text{yläpohja} - \text{tuulen noste (tuuli rakennuksen pituussuunnassa)}$$

$$N_{dmin} = 0,9 [0,2 \text{ m} \times (2,4 \text{ m} + 3,2 \text{ m}) \times 6 \text{ m}] \times 5 \text{ kN/m}^2 + 0,9 [6 \text{ m} \times (2,4 \text{ m} + 1,05 \text{ m})] \times 1,4 \text{ kN/m}^2 + 0,9 \times [6 \text{ m} \times (2,4 \text{ m} + 3,0 \text{ m})] \times 1,8 \text{ kN/m}^2 - 1,6 \times [6 \text{ m} \times (2,4 \text{ m} \times 0,9 \times 0,5 \text{ kN/m}^2 + 3,0 \text{ m} \times 0,5 \times 0,5 \text{ kN/m}^2)] = 30,2 \text{ kN} + 26,1 \text{ kN} + 52,5 \text{ kN} - 17,6 \text{ kN} = 91,2 \text{ kN}$$

Pystyssä pitävä momentti:

$$M_N = 91,2 \text{ kN} \times 6 \text{ m} : 2 = 273,6 \text{ kNm}$$

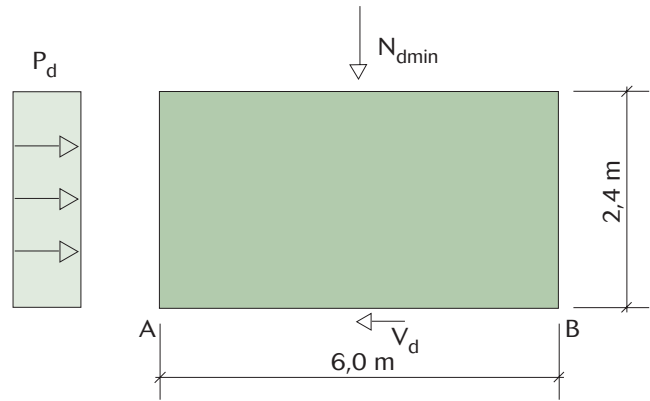
$$M_N : M_v = 273,6 : 69,1 = 4,0 > 1; \text{OK.}$$

S1-seinän ja alapohjan liittymä:

Siporex-seinän ja alapohjan välissä on bitumihuopa-kaista. Tällöin kitkakerroin μ määräytyy pintapaineen mukaan (kts. kappale 7.5)

$$\sigma_{\perp} = \frac{N_{dmin}}{0,2 \text{ m} \times 6,0 \text{ m}} = \frac{91,2 \text{ kN}}{0,2 \text{ m} \times 6,0 \text{ m}} = 0,08 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \mu = 0,4$$

$$V_u = \mu \times N_{dmin} = 0,4 \times 91,2 \text{ kN} = 36,5 \text{ kN}$$



Siporex-maanpaine-elementeistä holvin kautta sei-nän S1 yläpäähän kohdistuva mitoittava vaakavoima on $24,8 \text{ kN} < V_u = 36,5 \text{ kN}$; OK.

Ylimääräistä ankkurointia ei tarvita. Kitka on riittävä.

Muut alakerran seinät eivät ole yhtä kriittisiä vaikka ulkoseinille tulee myös muitakin vaakakuormia kuin maanpainetta.

Alakerran seinien ja välipohjan välinen liitos

Tarkastellaan ei-kantavien seinien suuntaista tuulikuor-maa, joka kohdistuu koko yläkertaan. (V_{d1} ja V_{d2} koh-dasta 14.5.1)

$$V_d = 2 \times (V_{d1} + V_{d2}) \times 9,6 \text{ m} = 2 \times (0,90 \text{ kN/m} + 0,64 \text{ kN/m}) \times 9,6 \text{ m} = 29,6 \text{ kN}$$

$N_{dmin} = \text{välipohja} + \text{yläpohja} - \text{tuulen noste.}$

Seiniä ei ole otettu huomioon, koska muutenkin sel-vitään.

$$N_{dmin} = 0,9 \times 9,6 \text{ m} \times 9,6 \text{ m} \times 1,4 \text{ kN/m}^2 + 0,9 \times 9,6 \text{ m} \times 9,6 \text{ m} \times 1,8 \text{ kN/m}^2 - 1,6 \times 9,6 \text{ m} \times 9,6 \text{ m} \times (0,9+0,5) \times 0,5 \times 0,5 \text{ kN/m}^2 = 213,8 \text{ kN}$$

Alakerran seinien ja laataston välissä on mineraalivilla-kaista

$$\mu = 0,15 \text{ (kts. kappale 7.5)}$$

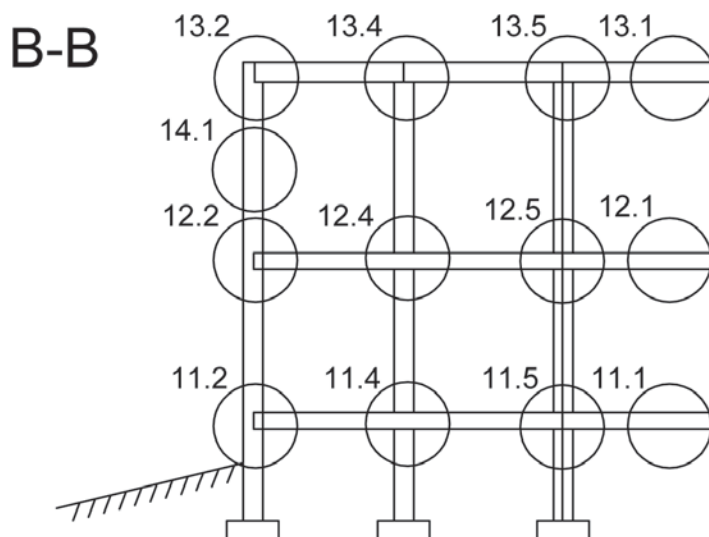
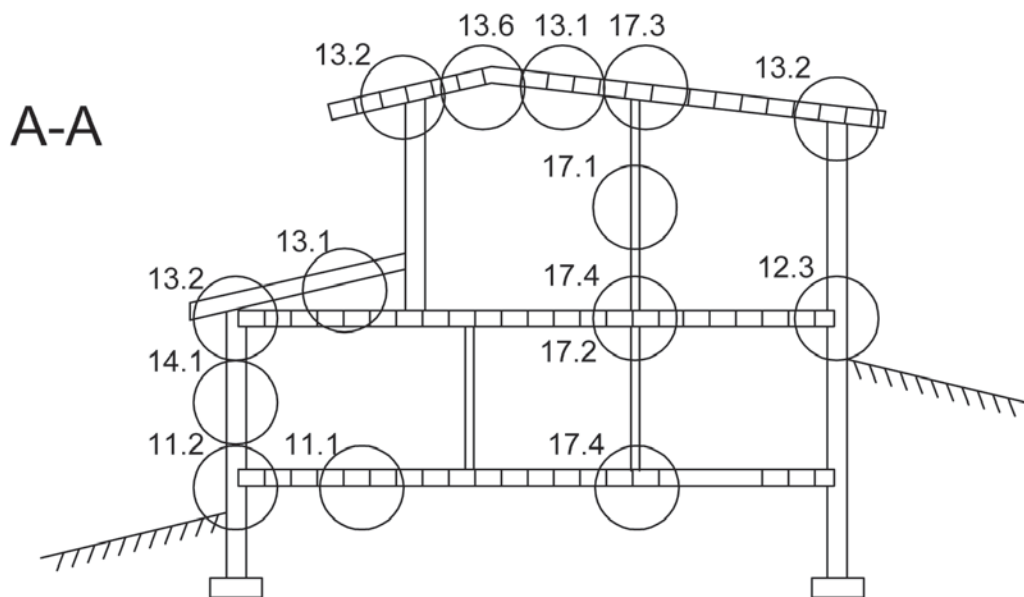
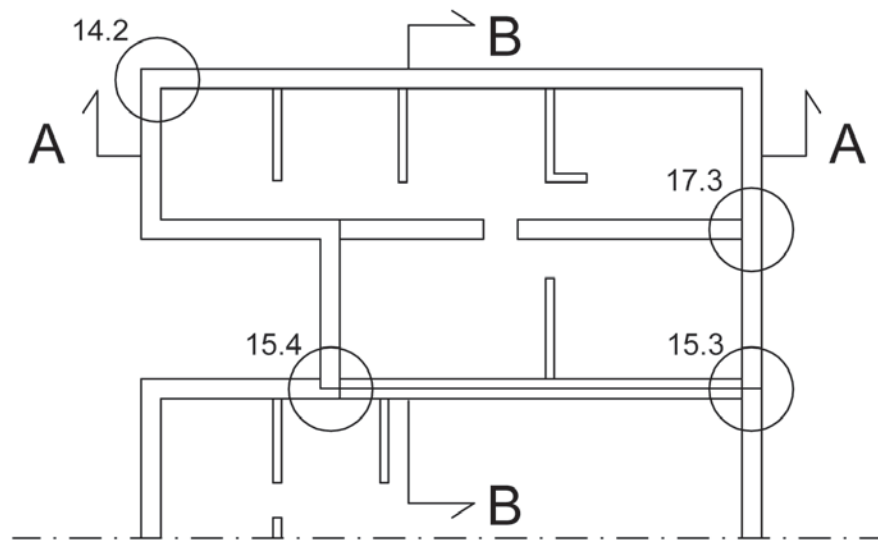
$$V_u = \mu \times N_{dmin} = 0,15 \times 213,8 \text{ kN} = 32,1 \text{ kN} > V_d; \text{OK.}$$

Ankkurointia ei tarvita

Huom! Laskentamallia on yksinkertaistettu mm. jät-tämällä jäykistävien seinien ovi- ja ikkuna-aukot huo-mioon ottamatta.

D 15. RAKENNEDETALJIT, PIENTALOT JA HARKKORAKENNUKSET

15.1



Päivitys
04/2004