

Oplæg om bygningers bæreevne og stabilitet

Udarbejdet af Erling Flyvholm 2013

Revideret 2017



Kompendiet er baseret på:

Træ 59 og SBI 189

Indhold

Husets stabilitet	3
De nedadrettede kræfter:	3
De opad rettede kræfter	3
De vandretrettede kræfter	4
Vi starter oppe fra:	5
Spærtyper	5
Eksempel i kompendium	6
Afstivning af spær:	7
Forankring af spær til fundament:	8
Ankrene klassificeres således:	8
I praksis	12
Kraften der overføres til loftskiven beregnes som:	12
Montering af loftskiven:	12
Afstivende vægge	13

Husets stabilitet

Husets stabilitet kan opdeles i 2 overordnede emner

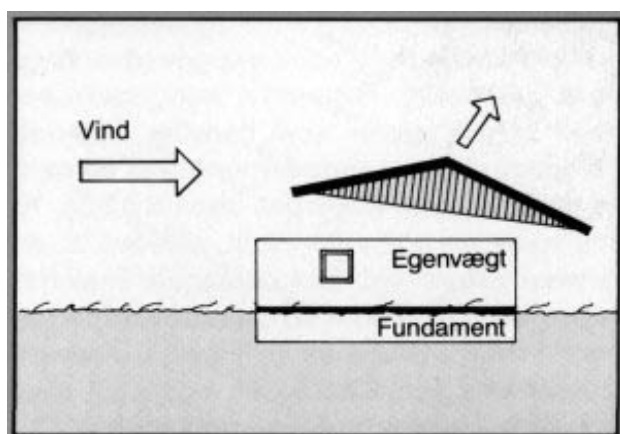
1. Det bærende
2. Det stabiliserende

De nedadrettede kræfter:

Her er det vigtigt, at alle de lodrette kræfter, der påvirker huset, så som husets egenvægt og snelaster fra taget, føres ned gennem ydervæggene, videre ned i fundamentet og derfra ned i jorden.

Tagspærene skal således dimensioneres korrekt, ydervæggen og fundamentet skal have den rette bæreevne og den jord som fundamentet står på, skal ligeledes have den rette bæreevne

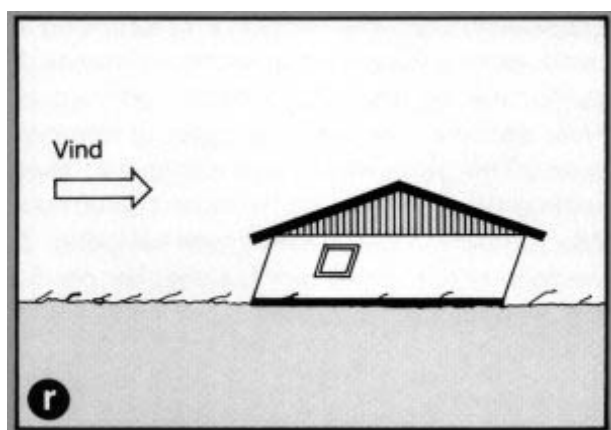
De opad rettede kræfter



Oftentimes it is not the downward load on the house, but the worst. With wind hitting the house as in the figure, it can happen that the upward force becomes so large that the roof is simply lifted off.

It is therefore important that the house's roof is anchored with steel cables all the way down into the foundation.

De vandretrettede kræfter

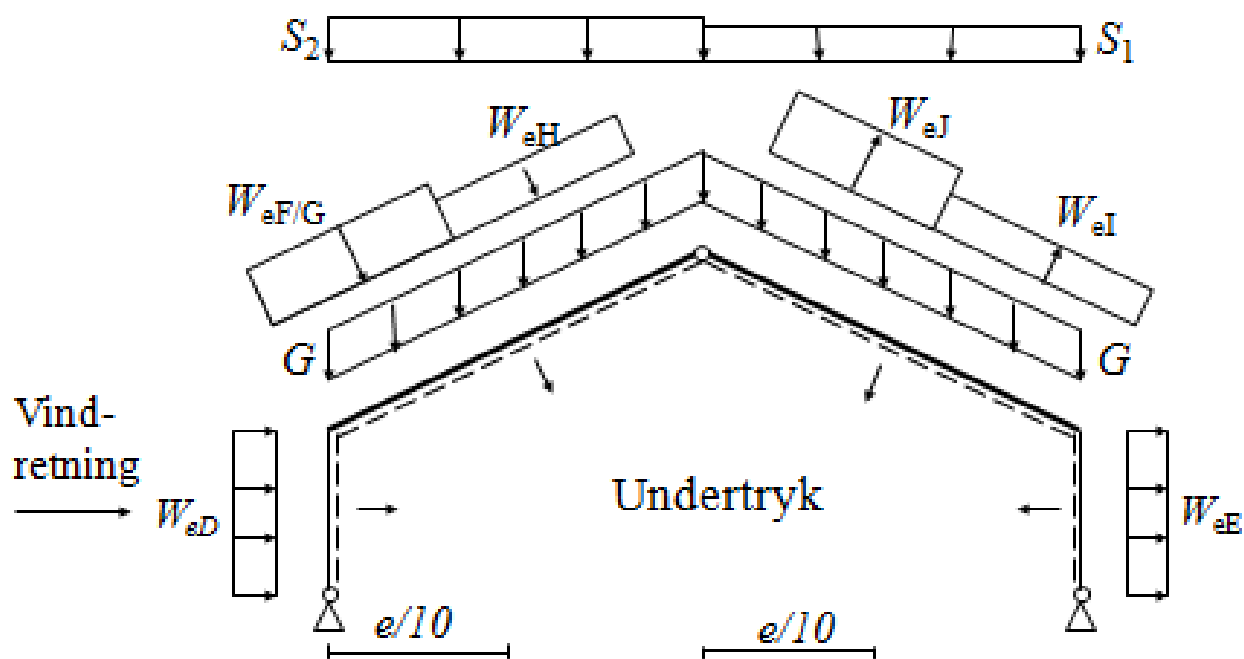


Ud over at være sikret mod opad- og nedadrettede kræfter skal huset også være stabilt over for de kræfter, der påvirker huset i vandret retning (vind).

Det er derfor vigtigt, at der er skråstivere på spærene, såvel som at der er stabiliserende vægge inde i huset.

Med stålbindere sikrer vi os ligeledes, at for- og bagmur i ydervæggen er bundet godt sammen.

Belastningstyper:



G = egenvægten af byggeriet

W = vindlast, som både kan være tryk på bygningen, sug på taget samt under- og overtryk inde i bygningen.

S = snelast

Vi starter oppe fra:

Spærtyper¹

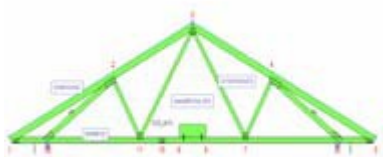
I dette fag anvender vi ofte 2 typer spær:



Bjælkespær

Her med 2-sidet fald.

Giver mulighed for at have åbent til kip



Gitterspær

Hvis man ikke har brug for at have åbent til kip

Der findes dog en række andre spærtyper, her blot nogle få almindelige typer¹:

Hanebåndsspær	Saksespær	Halvspær

Dimensionering af spær

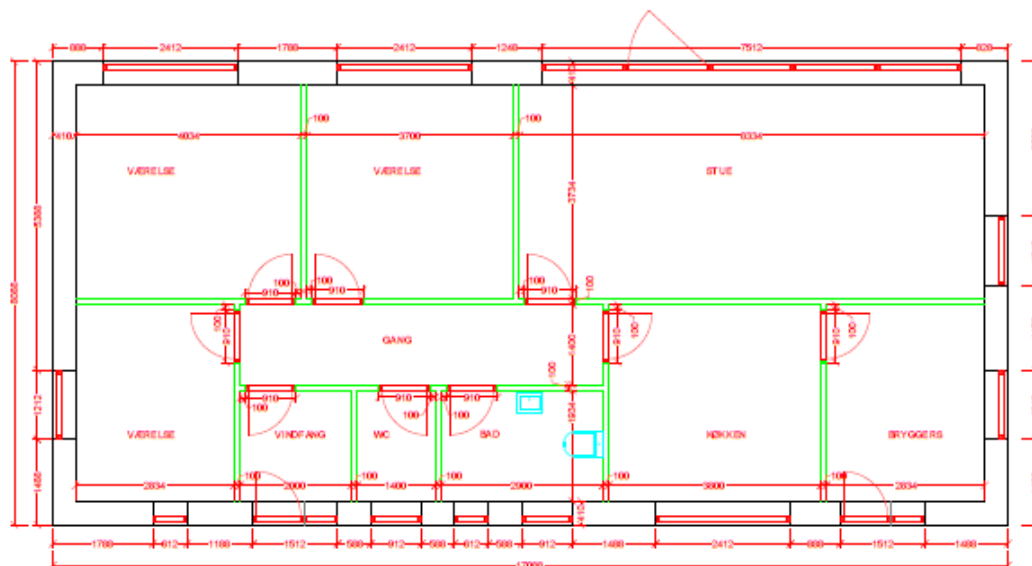
Spær bestilles ofte på en spærfabrik og leveres samlet til byggepladsen, klar til montering.

I bogen TRÆ 59, udgivet af Træbranchens Oplysningsråd, kan man finde tegninger og relevante data på de mest gængse spærtyper, baseret på tagbeklædning (*tung eller let tag*) og den krævede spændvidde (*den længde spæret skal spænde*)

¹ Spærtyperne er taget fra Hjallerup spærfabriks hjemmeside, hvor yderligere informationer kan hentes <http://www.spaerfabrik.dk/Sprtyper.asp> den 2. september 2013

Eksempel i kompendium

Alle eksempler i dette kompendium tager udgangspunkt i øvelsehuset. (se bagste for en mere detaljeret tegning).



Data for huset:

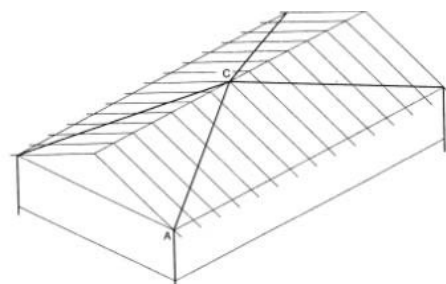
- Længde = 17,088 meter
- Bredde = 8,088 meter
- Rumhøjde = 2,8 meter
- Tagvinkel på 27°
- Tagbelægning af let tag (eternit bølgeplader)
- Tagudhæng langs facader = 300 mm
- Huset er beliggende i landzone

Afstivning af spær:

Spærfagene skal sikres mod at vælte, når vinden er på langs af bygningen. Dette gøres med diagonaler som vist på figuren. Diagonalerne fastgøres ved kippen på et spær, som ligger mindst lige så langt fra gavlspæret, som afstanden fra kippen til murem.

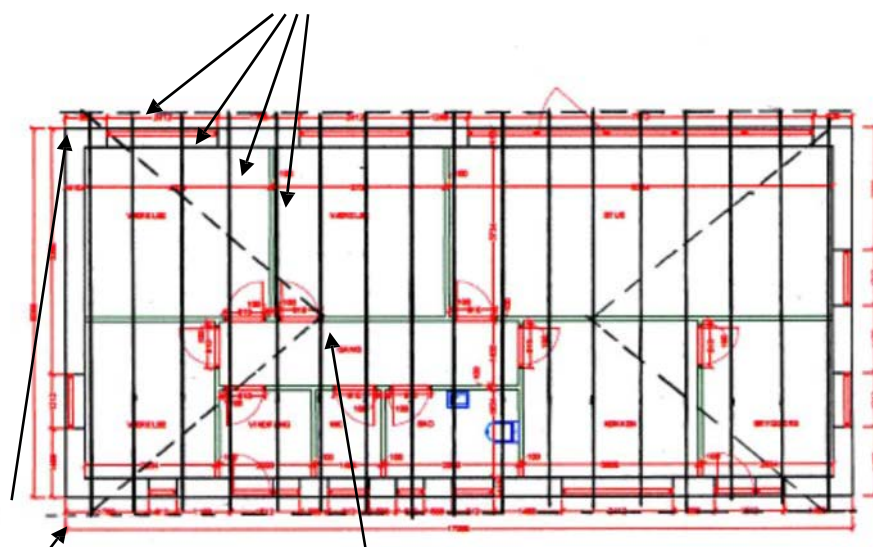
Diagonalerne udføres af et stål hulbånd på 25 * 2 mm og sømmes til spærene med kamsøm 4,0 x 40.

Taghældning	Diagonal hulbånd	Antal kamsøm 4,0 x 40		
		Ved gavl-spærfod	Ved kip	I øvrige spær
1:4 (14°) – 1:3 (18°)	25 x 2 mm	4	2	1
1:2 (27°)	25 x 2 mm	5	2	1
1:1,5 (35°)	25 x 2 mm	7	4	1



I praksis:

1 stk. kamsøm 4,0*40 Hulbåndet er varmforsinket trækbånd 25 * 2 mm

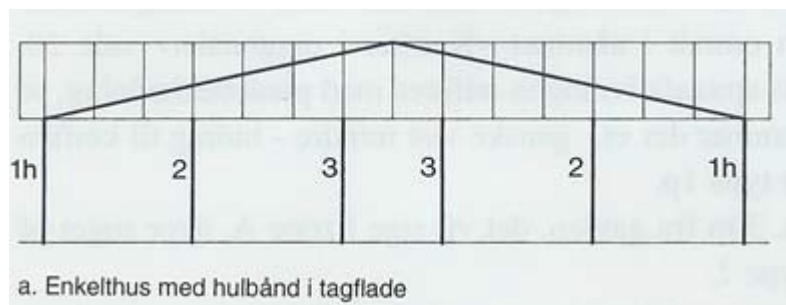


5 stk. kamsøm 4,0*40 2 stk. kamsøm 4,0*40

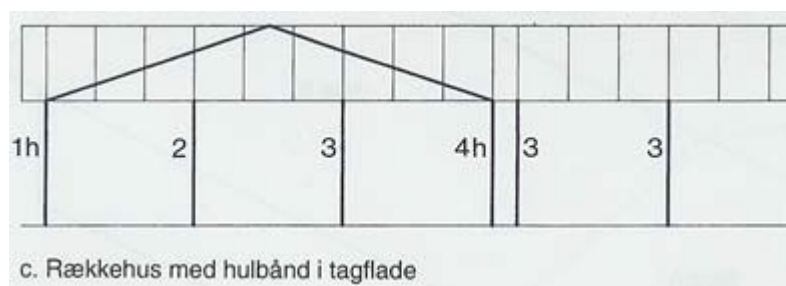
Trækbåndet ligger over 6 spær = 5 mellemrum af ca. 1 meter = 5 meter

Dette skyldes, at afstand fra spærfod til kip er 4,61 meter og denne afstand skal være mindre end den vandrette afstand

Forankring af spær til fundament:



Enkelthus



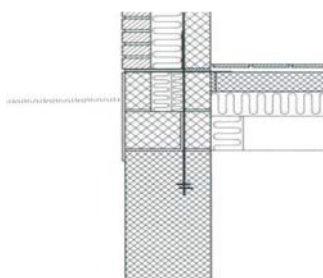
Enderækkehus

Ankrene klassificeres således:

- Type 1: Hjørneankre. Disse modtager normalt sugkræfter fra et mindre område end de øvrige. Til gengæld kan der på de yderste 5 meter af taget, fra gavlen og ind mod midten af huset, optræde større sug end på resten af taget.
- Type 2: Ankre, der er placeret ca. 3 meter fra gavlen, hvor suget er særlig stort.
- Type 3: Ankre, der er placeret mere end 5 meter fra gavlen. Her er suget på taget mindre.
- Type 4: Ankre, der er placeret ved hjørne mod naboehus i enderækkehus

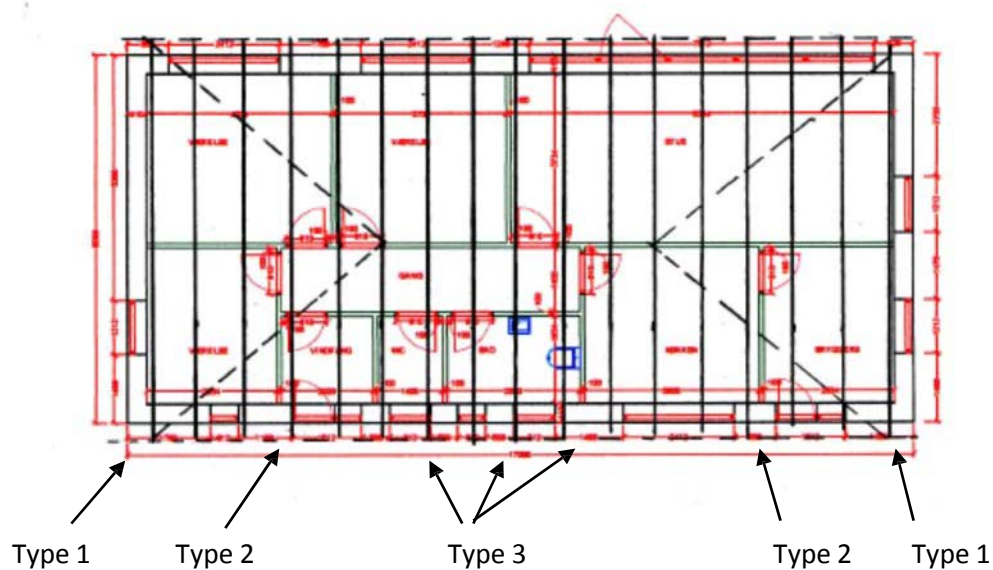
Dimensioneringstabel for forbindelsen mellem lodrette hulbåndsankre og spær.

Terrænklasse	Tagklasse	Tagvinkel	Antal søm/skruer i ankerets forbindelse med tag			
			Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
By	15	15	3	4	3	2
		25	4	5	-	-
		35	4	5	-	2
		45	4	6	-	2
	40	15	-	-	-	-
		25	-	-	-	-
		35	2	-	-	-
		45	2	-	-	-
Land	15	15	5	10	7	4
		25	6	11	4	3
		35	7	12	4	3
		45	8	12	4	4
	40	15	4	6	4	2
		25	4	6	-	-
		35	4	7	-	2
		45	5	7	-	2
Hede	15	15	8	15	11	5
		25	9	16	7	4
		35	10	17	7	4
		45	11	18	7	5
	40	15	6	11	7	4
		25	7	12	3	3
		35	7	12	3	3
		45	8	12	3	4
Hulbåndsbredde	Maks. antal Hulsøm					
25 mm	7					
40 mm	1					
60 mm	16					



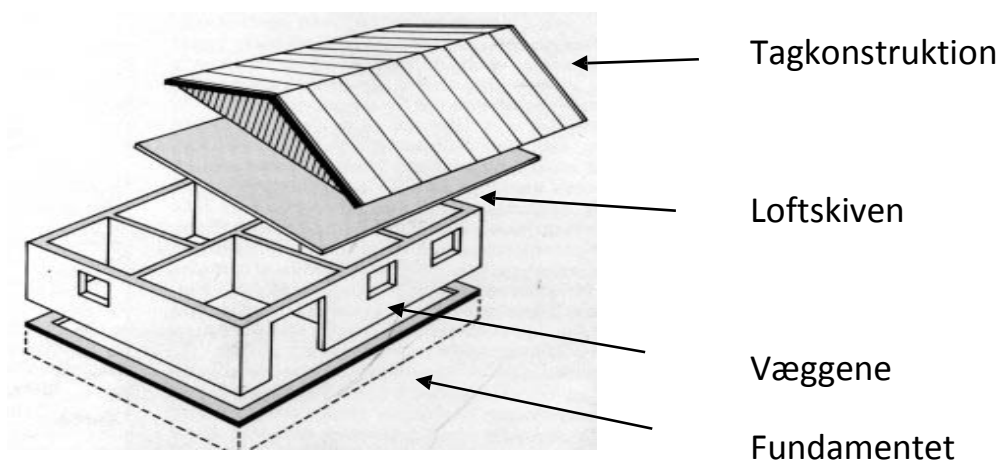
Ankrene føres på den yderste side af bagmuren minimum 250 mm ned i det støbte fundament

I praksis



- Der må aldrig være mere end 3 meter mellem 2 ankre
- Ankre udføres af:
 - o Type 1 og type 3 ankre af varmgalvaniseret hulbånd 25 * 2 mm
 - o Type 2 ankre af varmgalvaniseret hulbånd 40 * 2 mm
 - o Alle ankre føres minimum 250 mm ned i det støbte fundament
 - o Alle ankre føres op til spær langs bagsiden af bagmuren (*mellem isolering og porebeton*)

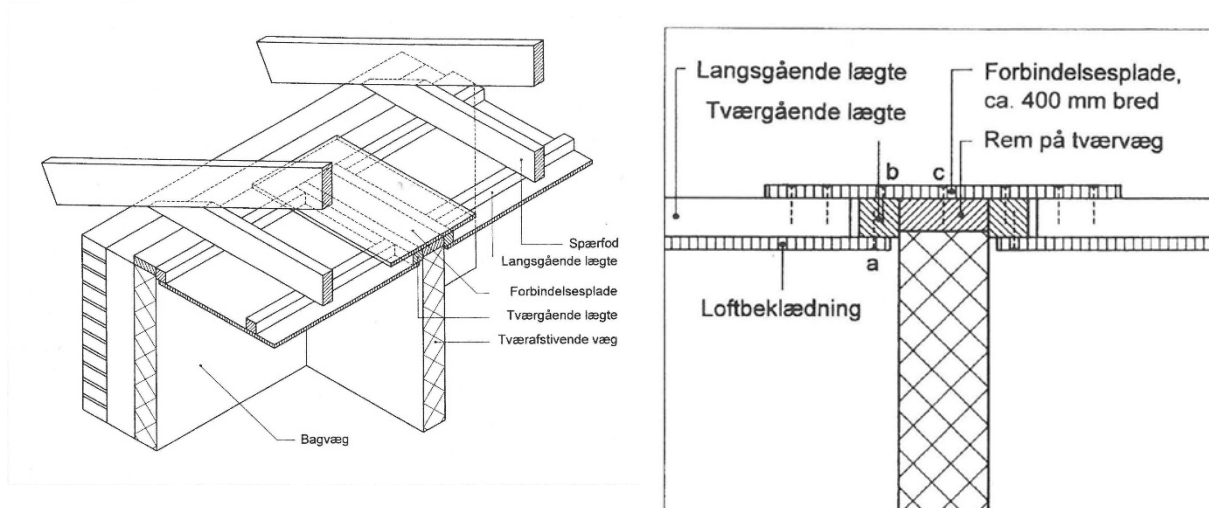
Loftbeklædningen som afstivning



Af hensyn til overføring af den vandrette kraft fra vind på gavl og facade, udformes loftskiven (loftbeklædningen) så den har kraftoverførende forbindelse til spær, gavltrekanter, ydervægge og afstivende indervægge.

Loftskiven skal være tilstrækkelig stiv til at kunne fordele lasten uden risiko for revnedannelse.

Dette kan gøres på følgende måde:



Se i øvrigt SBI 189 side 115-118

Eksempel på beregning af stabilitet

Skillevægge og bagvæg i ydermur opføres af 100 mm porebeton (*gasbeton*)

Procedure:

- 1) Bestem den vandrette last på loftskiven
- 2) Udvælgelse af de afstivende vægge
- 3) Fordel loftskivens vandrette last på de afstivende vægge
- 4) Eftervis at de tværafstivende vægge kan klare lasten (tabel 23)
- 5) Eftervis at loftskiven kan klare lasten (tabel 22)

I praksis

Vind på tværs af huset.

Husets bredde er 8,088 m, og med et udhæng på $2 \cdot 0,3$ meter bliver taget 8,7 meter = ca. 9 meter

Tabel 24. Vind på tværs af huset. Regningsmæssig vandret last i husets tværrøring på tag og facader. Lasten er angivet pr. løbende m af tagets henholdsvis facadernes længde. Hele lasten på taget og en del af lasten på facaderne videreføres til loftskiven. Det er forudsat, at husets tværsnit er som vist på figur 131.

Terræn- klasse	Tag- vinkel	Bredde af tag		8,0 m		9,0 m		10,0 m	
		Tag kN/m	Facader kN/m	Tag kN/m	Facader kN/m	Tag kN/m	Facader kN/m	Tag kN/m	Facader kN/m
By	20°	0,0	1,3	0,0	1,4	0,0	1,4	0,0	1,4
	25°	0,4	1,4	0,5	1,4	0,6	1,5	0,6	1,5
	30°	0,6	1,4	0,7	1,5	0,8	1,5	0,9	1,6
	35°	0,9	1,5	1,0	1,5	1,2	1,6	1,4	1,6
	40°	1,2	1,5	1,4	1,6	1,7	1,7	1,9	1,7
	45°	1,7	1,6	2,1	1,7	2,4	1,7	2,7	1,8
Land	20°	0,0	2,1	0,0	2,2	0,0	2,2	0,0	2,2
	25°	0,6	2,2	0,8	2,2	0,9	2,3	1,0	2,3
	30°	0,9	2,2	1,1	2,3	1,3	2,3	1,4	2,4
	35°	1,3	2,3	1,6	2,3	1,8	2,4	2,0	2,4
	40°	1,9	2,4	2,2	2,4	2,5	2,5	2,8	2,5
	45°	2,6	2,4	3,0	2,5	3,5	2,5	4,0	2,6

Kraften der overføres til loftskiven beregnes som:

$F_r = 1,0 \cdot \text{tagkraften} + 0,5 \cdot \text{facadekraften}$, idet man forventer at hele tagets vandrette last optages, hvorimod halvdelen af facaden optages ved fundamentet og kun den 2. halvdel optages ved loftskiven

I dette tilfælde: $F_R = 1,0 \cdot 0,9 + 0,5 \cdot 2,2 = 2,0 \text{ kN/m}$

Montering af loftskiven:

Tabel 22. Loftskivens regningsmæssige forskydningsbæreevne. Bæreevnen afhænger af loftbeklædningen og skrueafstanden i samlingerne loftbeklædning/lægte og forbindelsesplade/lægte. Det er forudsat, at lægterne er $45 \times 45 \text{ mm}$, at forbindelsespladerne er af 12 mm krydsfiner, og at skruerne i krydsfiner er $4,0 \times 40 \text{ mm}$.

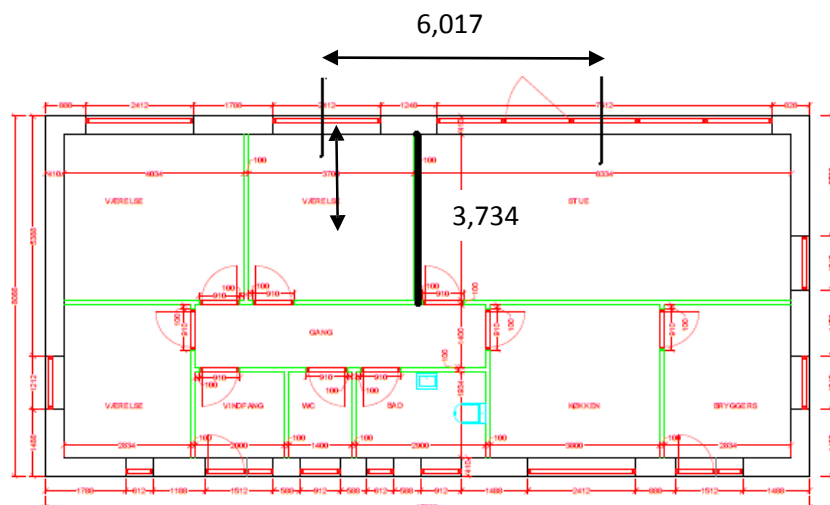
Loftbeklædning	Skrueafstand		Forskydnings- bæreevne
	a ¹ (Loftbeklædning)	b (Forbindelsesplade)	
13 mm gipsplade	200 mm	400 mm	1,2 kN/m
	150 mm	300 mm	1,6 kN/m
	100 mm	200 mm	2,5 kN/m
12 mm konstruk- tionskrydsfiner	150 mm	150 mm	3,2 kN/m
	100 mm	100 mm	4,9 kN/m

1. Den angivne skrueafstand gælder langs alle pladernes kanter. I langsgående lægter, der virker som mellemunderstøtninger, kan skrueafstanden i loftbeklædningen fordobles.

Loftskiven er valgt til 13 mm gipsplade. Denne gipsplade skal kunne overføre en kraft på $2,0 \text{ kN/m}$. Det ses således, at hvis man monterer gipspladerne med skruer pr. 100 mm , kan gipspladerne overføre

$2,5 \text{ kN/m} > 2,0 \text{ kN/m} \rightarrow \text{Altså OK}$

Afstivende vægge



Jeg forventer at den værst belastede afstivende væg er væggen mellem værelse og stue i den syd- lige ende af huset. (markeret med en kraftig mørk streg). Denne væg har et effektivt afstivende område på:

$$0,5 \cdot 3,700m + 0,5 \cdot 8,334m = 6,017m$$

Den kraft den skal stabilisere for, bliver således:

$$6,017m \cdot 2,0 \text{ kN}/m = 12,034kN$$

Væggens længde er ifølge tegningen 3,734 meter

Ifølge Tabel 23 i SBI189 (se på næste side) kan en fuldt forankret 100 porebetonvæg klare en forskydning på **3,0 kN/m**

Væggen kan således klare en forskydningskraft på $3,734kN \cdot 3,0 \text{ kN}/m = 11,202kN < 12,034kN$

OBS!! Væggen kan altså ikke klare forskydningskraften.

Man kan i stedet for denne væg anvende Træskeletvæg med 2 lag gips på hver side. Denne væg har en forskydningbæreevne på **4,0 kN/m**

Denne væg kan altså klare en forskydningskraft på $3,734kN \cdot 4,0 \text{ kN}/m = 14,936kN < 12,034kN$

Denne væg kan altså fint klare forskydningskraften

Tabel 23. Afstivende vægges bæreevne og konstruktion.
Kamsøm 40/40 kan erstattes af beslagskrue 5,0 × 35.

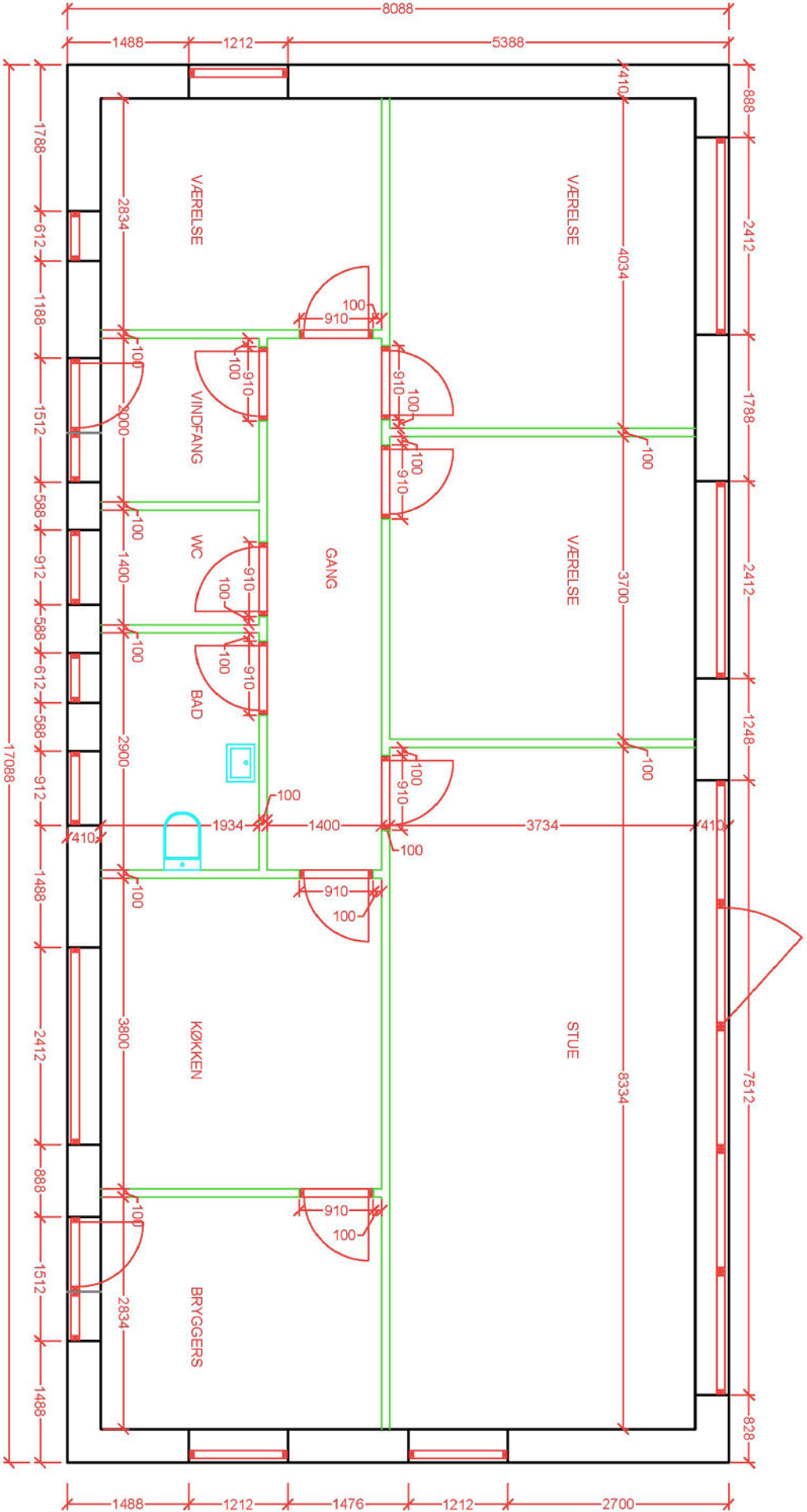
Vægtype	100 mm porebetonelementer, fuldt forankret
Forskydningsbæreevne	3,0 kN/m
Behov for mekanisk glidningssikring	2,5 kN/m
Lodret forankring i hver ende	Varmforzinket hulbånd 25 × 2 mm, fastgjort til vægende med 21 søm 3,8 × 100 eller til spær eller vekselbjælke med 6 kamsøm 40/40
Remmens fastgørelse til vægtop	Søm 4,6 × 130 pr. 150 mm
Forbindelsespladens fastgørelse til rem	Skrue 4,0 × 40 pr. 200 mm (c = 200 mm)
Vægtype	Træskelet med 2 lag gipsplade
Forskydningsbæreevne	4,0 kN/m
Remme og stolper	45 × 45 mm
Bundremmens fastgørelse mod glidning	12 mm ekspansionsbolt pr. 1200 mm
Lodret forankring i hver ende	Varmforzinket hulbånd 40 × 2 mm, fastgjort til stolpe med 10 kamsøm 40/40
Forbindelsespladens fastgørelse til toprem	Skrue 4,0 × 40 pr. 150 mm (c = 150 mm)
Pladebeklædning	Ét lag 13 mm gipsplade på hver side. Gipspladeskrue pr. 120 mm langs alle kanter
Vægtype	Stålskelet med 2 lag gipsplade
Forskydningsbæreevne	2,5 kN/m
Godstykkelse for stålprofiler	1,0 mm
Bundskinnens fastgørelse mod glidning	12 mm ekspansionsbolt pr. 1200 mm, eller
– i beton	Skudsøm pr. 600 mm
– i letklinkerbeton	Skudsøm pr. 400 mm
Lodret forankring i hver ende	Varmforzinket hulbånd 25 × 2 mm, fastgjort til stolpe med 8 skruer 5,0 mm
Forbindelsespladens fastgørelse til topskinne	Skrue 4,0 × 40 pr. 240 mm (c = 240 mm)
Pladebeklædning	Ét lag 13 mm gipsplade på hver side. Gipspladeskrue pr. 200 mm langs alle kanter

<i>100 mm helvægselementer LB 3,5/1000, fuldt forankret</i>	<i>100 mm helvægselementer LB 7,5/1500, opstillet på murpap, ikke forankret</i>
4,0 kN/m	0,6 kN/m
3,6 kN/m	Ingen
Varmforzinket hulbånd 40 × 2 mm, fastgjort til vægende med 21 søm 3,8 × 100 eller til spær eller vekselbjælke med 6 kamsøm 40/40	Ingen
Søm 4,6 × 130 pr. 150 mm	Søm 4,6 × 130 pr. 400 mm
Skrue 4,0 × 40 pr. 150 mm (c = 150 mm)	Skrue 4,0 × 40 pr. 300 mm (c = 300 mm)
<i>Træskelet med 2 lag spånplade</i>	<i>Træskelet med 2 lag krydsfinér</i>
4,0 kN/m	7,0 kN/m
45 × 45 mm	45 × 70 mm
12 mm ekspansionsbolt pr. 1200 mm	16 mm ekspansionsbolt pr. 1200 mm
Varmforzinket hulbånd 40 × 2 mm, fastgjort til stolpe med 10 kamsøm 40/40	Varmforzinket hulbånd 60 × 2 mm, fastgjort til stolpe med 17 kamsøm 40/40
Skrue 4,0 × 40 pr. 150 mm (c = 150 mm)	Skrue 4,0 × 40 pr. 85 mm (c = 85 mm)
Ét lag 12 mm spånplade på hver side. Søm 2,5 × 55 pr. 150 mm eller skrue 4,0 × 40 pr. 180 mm langs alle kanter	Ét lag 12 mm konstruktionskrydsfinér på hver side. Søm 2,8 × 65 pr. 150 mm eller skrue 4,0 × 40 pr. 150 mm langs alle kanter
<i>Stålskelet med 2 eller 4 lag gipsplade</i>	
4,0 kN/m	
1,5 mm	
12 mm ekspansionsbolt pr. 1200 mm, eller Skudsøm pr. 600 mm Skudsøm pr. 400 mm	
Varmforzinket hulbånd 40 × 2 mm, fastgjort til stolpe med 13 skruer 5,0 mm	
Skrue 4,0 × 40 pr. 150 mm (c = 150 mm)	
Enten: Ét lag 13 mm gipsplade på hver side. Gipspladeskrue pr. 120 mm langs alle kanter	Eller: To lag 13 mm gipsplade på hver side. Både første og andet pladelag monteres med gipspladeskrue pr. 200 mm langs alle kanter

Litteraturliste:

TRÆ 59 – Trævarebranchens oplysningsråd 3. udgave november 1998 ISBN 87 8510 887 1

SBI 189 – Småhuse - 2. udgave Statens byggeforskningsinstitut 1999 – ISBN 87 563 1005



Roskilde Tekniske Gymnasium		CAD-kursus	
ØVELESEHUS	Mål: 1:50	Dato: 23.08.2013	
	Tegn. af: AW	Tegn. nr: Plan	