

# STATIK

## SKIVVERKAN ELASTISK METOD

### ALLMÄNT

Byggnader uppförda med lättbyggnadsteknik stabiliseras vanligtvis mot horisontella laster, såsom vind- eller snedställningslaster genom att utnyttja skivverkan. Trä- eller stålstommar beklädda med Gyproc- eller Glasroc-skivor kommer att fungera som i bjälklagen inspända styva skivor. Gyproc- och Glasroc-skivor monterade på inner- och ytterväggar kan medräknas som kraftupptagande enligt redovisad dimensioneringsmetod. Den utvändiga skivan glasroc X storm kan med fördel användas som provisorisk vindavstyvning av stommen under byggnadsskedet.

### BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

Beräkningsmodellen som redovisas är en elastisk modell med fullt förankrade skjuvväggar.

Förbandsvärdena är framtagna genom testning och väggarnas horisontella bärförmåga bestäms enligt Eurocode 5 Dimensionering av träkonstruktioner del 1-1. I Eurocode används en elastisk metod för att beräkna skjuvkrafterna i hörnförbanden. Den elastiska modellen underskattar väggarnas bärförmåga då förbanden i praktiken kan plasticera, vilket i sin tur leder till att övriga skivregelförband upptar mer last. Bärförmågan som fås av den elastiska modellen kan därför ses som det lägsta värdet av horisontalkraftsbärförmågan.

### DEFINITIONER OCH BEGREPP

#### FRONTREGEL

Den första regeln i en väggdel sett från den sidan där vindlasten angriper (lovartsidan).

#### SLUTREGEL

Den sista regeln i en väggdel sett från den sida där vindlasten angriper (läsidan).

#### SKJUVFLÖDE

Skjuvkraft per längdenhet.

#### VÄGGSKIVA

En hel vägg uppbyggd av väggdelar t.ex en yttervägg.

#### VÄGGDEL

En väggdel avgränsas av väggslut eller öppningar. En väggskivas horisontella bärförmåga är summan av väggdelarnas horisontella bärförmåga.

#### VÄGGENHET

Omfattar en våningshögh skiva skruvad till stående regler. En väggenhets bärförmåga styrs av förhållandet mellan väggenhetens höjd och bredd, skivregelförbandens bärförmåga och antal förbindare.

#### FÖRBINDARE

Skruv mellan gipsskiva och regel som upptar horisontell last genom skjuvning.

## BETECKNINGAR OCH SYMBOLER

- $F_d$  = Skivregelförbandens, elastiska kapacitet (kN)
- $H_{total}$  = Total horisontallast verkande mot ett våningsplan (kN)
- $L$  = Väggskivans längd (m)
- $H_{eEk}$  = Väggenhetens horisontella belastning (kN)
- $H_{dEk}$  = Väggdelens horisontella belastning (kN)
- $H_{vEk}$  = Väggskivans horisontella belastning (kN)
- $H_{eRd}$  = Väggenhetens bärförmåga vid horisontallast (kN)
- $H_{dRd}$  = Väggdelens bärförmåga vid horisontallast (kN)
- $H_{vRd}$  = Väggskivans bärförmåga vid horisontallast (kN)
- $H_{vRd,tot}$  = Samtliga väggskivornas bärförmåga vid horisontallast i ett våningsplan (kN)
- $R_T$  = Reaktionskraft tryck (kN)
- $R_L$  = Reaktionskraft lyft (kN)
- $b$  = Bredd av väggenhet, upp till full skivbredd (m)
- $e$  = Excentricitet (m)
- $f$  = Skjuvflöde (kN/m)
- $h$  = Väggskivans höjd (m)
- $l$  = Väggdelens längd (m)
- $p$  = Avståndet mellan aktuell väggskiva (i) och samtliga stabiliserande väggskivors resultant (m)
- $s$  = Skruvavstånd (mm)
- $v$  = Avståndet mellan origo och aktuell vägg (i) vid beräkning av resultant eller aktuell last vid beräkning av TP-laster
- $Q_{Ek}$  = Total yttre horisontallast verkande mot ett våningsplan (kN)

## EKVATIONER

### EKVATION 1

Beräkning av väggelements horisontella bärförmåga. Används även vid beräkning av preliminär bärförmåga.

$$H_{eRd} = 1.2 \cdot \frac{F_d \cdot b \cdot c}{s}$$

### EKVATION 2

Beräkning av skjuvflöde som används för att beräkna preliminär bärförmåga för en vägg.

$$H_{vRd,pret} = f_{Rd} \cdot (L - L_{öppningar})$$

Där:  $f_{Rd} = \frac{H_{eRd}}{b}$

### EKVATION 3

Beräkning av de yttre horisontella lasternas tyngdpunkt. I detta kapitel används inte denna ekvation. TP sammanfaller med våningsplanets centrumlinjer. För tillämpning se beräkningsexempel: Hus i tre våningar.

$$TP = \frac{\sum(H_{Eki} \cdot v_i)}{H_{Total}}$$

### EKVATION 4

Beräkning av väggarnas resultant (tyngdpunkten för väggarnas bärförmåga).

$$Resultant = \sum \frac{H_{vRdi} \cdot v_i}{H_{vRd,tot}}$$

### EKVATION 5

Beräknings av excentriciteten  $e$ .

$$e = Resultant - TP$$

### EKVATION 6

Beräkning av tilläggsmoment från ovanförliggande väggar som är vinkelräta till den yttre horisontella lasten. Denna ekvation används inte i detta exempel. För tillämpning se beräkningsexempel: Hus i tre våningar.

$$M = \sum H_{vEi} \cdot p_i$$

### EKVATION 7

Horisontallast mot vägg.

$$H_{vEki} = \frac{Q_{Ek} \cdot H_{vRdi}}{H_{vRd,tot}} - \frac{Q_{Ek} \cdot e \cdot p_i \cdot H_{vRdi}}{\sum(p_i^2 \cdot H_{vRdi})} + \frac{M \cdot p_i \cdot H_{vRdi}}{\sum(p_i^2 \cdot H_{vRdi})}$$

### EKVATION 8

Beräkning av lyft och tryckkraft i front och slutreglar.

$$R_{LEk}, R_{TEk} = \frac{H_{dEk} \cdot h}{l}$$

Där:  $H_{dEk} = H_{dRd} \cdot \frac{H_{vEk}}{H_{vRd}}$

## FÖRUTSÄTTNINGAR

För att kunna nyttja beräkningsmodellen för Gyproc gipsskivor och Glasroc-skivor som stabiliserande element gäller följande förutsättningar:

1. Bjälklag och tak måste genom skivverkan kunna överföra horisontalkrafter till de väggar som är stabiliserande exempel på konstruktioner som fungerar som styva skivor är i tak: panel och takskivor och i bjälklag: Gyproc gipsskivor på glespanel och spånskivor.
2. Horisontalkraften måste kunna överföras från bjälklagen till väggarna och tvärtom. I bjälklagen måste krafterna kunna föras från golv till träbalkar som i sin tur för kraften vidare till undertak ev. via glespanel som sedan för kraften vidare till hammarband och vägg.
3. Om hammarbandet skarvas ska skarven utföras så att kraften kan överföras i längdled.
4. Frontreglarna ska vara förankrade för hela den lyftande kraften.
5. Slutreglarna vid öppningarna och väggslut ska kontrolleras för knäckning. Slutreglar i fasad kontrolleras för böjknäckning. Slutreglar ska vara av typen gyproc GFR (förstärkningsregel), gyproc THR (thermonomic) eller träregel.
6. Trycket vinkelrätt fibrerna i träsyllen ska kontrolleras. Gäller inte då stålskena används som syll.
7. Minsta fästonsavstånd i samtliga skivlag får inte underskrida angivna värden.

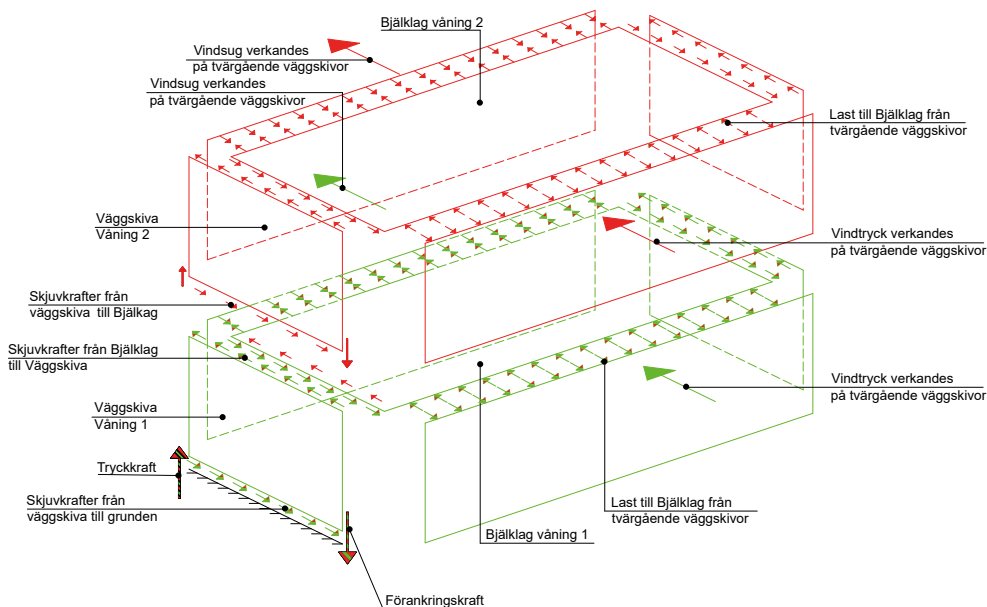
8. En vägg kan ta upp last i skivor monterade på båda sidor om regelstommen.

9. Skivor som monteras till stålstommar bestående av gyproc XR eller gyproc ER ska monteras symmetriskt så att lasten fördelas lika på resp. väggsida för att undvika kraftiga vriddeformationer av reglarna. Det vill säga samma antal skivor och samma typer av skivor på bägge sidor av regelstommen. På övriga regelstommar kan skivlagen monteras osymmetriskt, detta innebär dock att max 75% av bärförmågan får användas från den sida vars bärförmåga är lägst.

## ÖVERGRIPANDE KRAFTFÖRDELNING INOM BYGGNADEN

När en byggnad påverkas av vindlast leder tak och ytterväggar som är vinkelräta till vindriktningen vindlasten vidare till takskivan och bjälklagen. Bjälklagen kan ses som höga I-balkar upplagda på väggskivorna. Belastade bjälklag och tak för vindlasten vidare till underliggande väggskivor, parallella till vindriktningen. Vindlasten per våningsplan summeras med ovanförliggande våningsplan vilket leder till att de sammanlagda horisontella krafterna i byggnaden ökar desto längre ner i byggnaden beräkningarna görs.

Observera att vindlasten mot huset fås av Zon D (lovt, tryck) + Zon E (läsidan, sug) + eventuella friktionskrafter.



Kraftspel i byggnad

## KRAFTFÖRDELNING I PLAN

Lasten till de stabiliserande väggarna fås av ekvation 7, som består av tre termer.

$$H_{vEki} = \frac{Q_{EK} \cdot H_{vRdi}}{H_{vRd,tot}} - \frac{Q_{EK} \cdot e \cdot p_i \cdot H_{vRdi}}{\sum(p_i^2 \cdot H_{vRdi})} + \frac{M \cdot p_i \cdot H_{vRdi}}{\sum(p_i^2 \cdot H_{vRdi})}$$

Den horisontella lasten går från bjälklagen vidare till de stabiliserande väggarna. Bjälklagen antas vara oändligt styva i förhållande till väggskivorna, vilket innebär att lasten sprids till väggarna utifrån deras styvhet. Den första termen i ekvation 7 beskriver hur den horisontella lasten sprids till stabiliserande väggarna som är parallella till lasten.

Om resultanten till de stabiliserande väggarna som är parallella med den yttre lasten inte sammanfaller med de horisontella lasternas tyngdpunkt uppkommer ett vridande momentet, som tas upp av våningsplanet samtliga väggar enligt term 2.

Momentets rotationscentrum sammanfaller med resultanternas skärningspunkt. Resultanternas position beräknas med hjälp av ekvation 4 där  $v$  är avståndet till vägg ifrån origo.

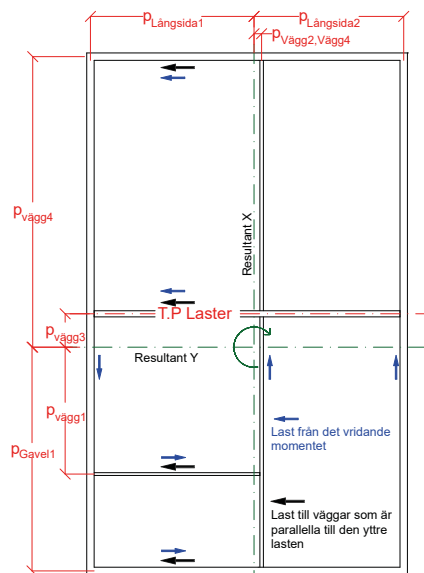
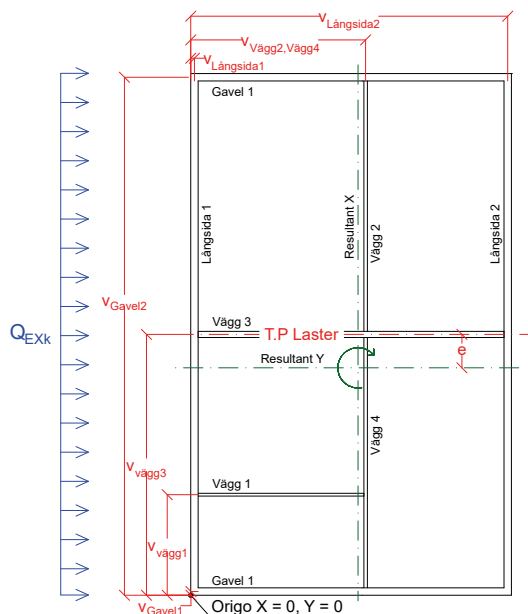
$$Resultant = \sum \frac{H_{vRdi} \cdot v_i}{H_{vRd,tot}}$$

Excentriciteten  $e$  fås av ekvation 5 och är avståndet mellan den yttre lastens tyngdpunkt och resultanten till de stabiliserande väggarna som är parallella till den yttre lasten.

$p$  är avståndet mellan resultanten och vägg  $i$ . Ju större detta avstånd är, desto större andel av lasten från det vridande momentet kommer att tas upp av vägg  $i$ .

Längre ner i huset kommer en del av den horisontella lasten som är parallell till de stabiliserande väggarna att föras in i linje med väggarna i den ovanförliggande våningen. Detta kan skifta läget för TP-laster. Den tredje termen i ekvation 7 beskriver hur lasten från ovanförliggande väggar som är vinkelräta till den yttre lasten ger upphov till ett moment som sprids till samtliga väggar.

Om resultanten ligger under T.P. Laster beräknas  $p$  positivt för alla väggar under resultanten och negativt för alla väggar ovanför resultanten vid last från X är resultanten ovanför gäller det omvända. Vid last från last Y räknas  $p$  positivt för alla väggar till vänster om resultanten ifall resultanten ligger till vänster T.P. Laster. Det omvända gäller ifall resultanten ligger till höger om T.P. Laster.



## KRAFTFÖRDELNING I VÄGGSKIVOR OCH VÄGGDELAR

Antalet väggdelar i en väggskiva styrs av antalet öppningar. I vissa fall kan väggskivans sidor behöva delas upp i separata delar. Detta bör göras då väggskivan innehåller slitsar för flanktransmission eller om väggskivan är en yttervägg där den utvändiga sidan är längre än den invändiga sidan vid t.ex ytterhörn.

En väggdels bärförmåga är summan av bärförmågan hos dess väggheter.

Varje väggdel kan ses som en inspänd konsol där lasten kommer in via hammarbandet från ovanförliggande bjälklag (3). Frontregeln tar upp lyftkrafter (2), slutregeln tar upp tryckkrafter (1) och syllen skjuvar lasten vidare till golvet och nästa bjälklag (3). Den karakteristiska lasten som verkar mot respektive väggdel (i) fås av väggdelens bärförmåga multiplicerat med den karakteristiska utnyttjandegraden för väggskivan.

$$H_{dEk} = H_{dRd} \cdot \frac{H_{vEk}}{H_{vRd}}$$

För väggdelarna är det ett antal kontroller som ska göras för att säkerställa bärförmågan.

### 1. Knäckning av slutregeln och stämpeltryck

Slutregelns knäckningslast från horisontallaster verkande på väggdelen fås av.

$$R_{LEk}, R_{TEk} = \frac{H_{dEk} \cdot h}{l}$$

Tryckkraften förs in via skivregelförbanden vilket leder till en triangulär lastfördelning. Längre ner i huset bör all tryckande normalkraft ses som last placerad ovanpå reglarna.

För träreglar kan regelns bärförmåga kontrolleras enligt kapitel 6.3 i SS-EN 1995-1-1.

Används träsyll kan dess bärförmåga vid stämpeltryck beräknas enligt kapitel 6.1.5 i SS-EN 1995-1-1.

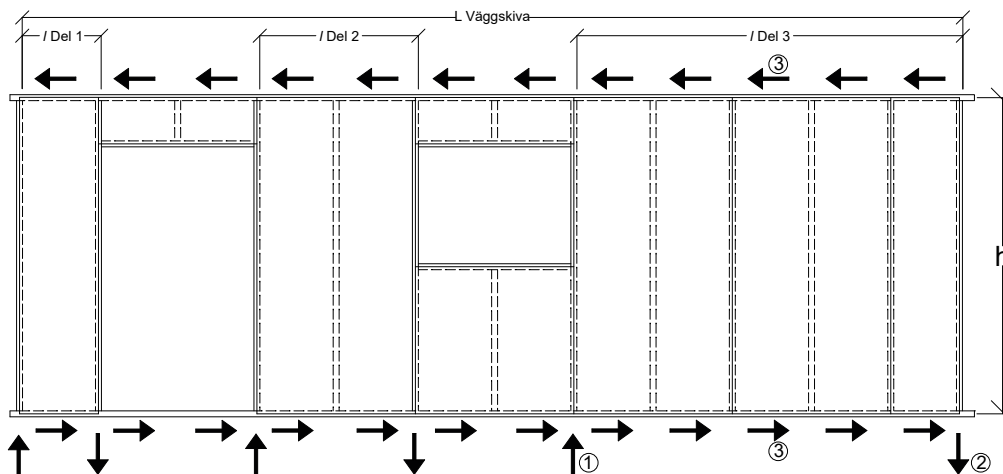
### 2. Förankring av frontregeln

Förankringskraften är omvänt den samma som knäckningslasten. Förankringsbeslagens bärförmåga hämtas från leverantör.

### 3. Skjuvning syll golv och hammarband bjälklag

Hela syllen eller hammarbandets längd kan beräkningsmässigt användas till att ta upp horisontallaster och skjuva dessa vidare. Skjuvflödet som uppstår i syll och hammarband kan beräknas enligt ekvationen nedan. Bärförmågan är avhängig material i syll, fästmaterial och skruvdiameter.

$$f_{Ek} = \frac{H_{vEk}}{L}$$



Väggskiva och väggheter

## VÄGGENHET

Då en väggenhet belastas av en horisontallast uppstår en förskjutning mellan skivan och reglarna vilket leder till att förbanden tar upp potentiell energi genom att deformera. Summan av den potentiella energin i väggenhetens förband ger belastning per väggenhet. Hörnförbanden kommer att deformera mest och det är kraften i hörnförbanden som beräkningsmässigt jämförs med förbandsvärdena då bärförmågan kontrolleras.

Bärförmågan för en väggenhet fås av ekvation 1, som är hämtas ur Eurokod del 5.

## STÅENDE REGLAR MED STÅENDE SKIVOR

Bärförmågan per väggenhet fås av ekvation

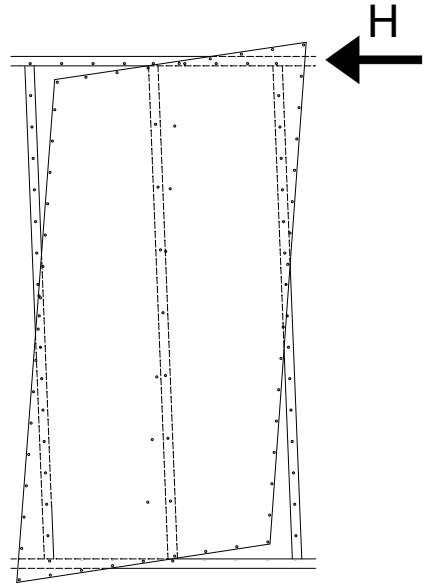
$$H_{eRd} = \frac{F_d \cdot b \cdot c}{s}$$

Ekvation 7

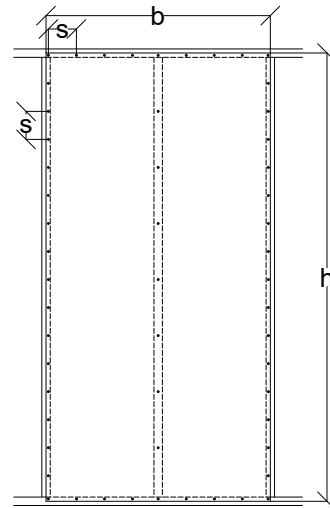
Där:

$$c = \min \left\{ \frac{1}{b_i} \right. \\ \left. \frac{1}{b_0} \right.$$

$$b_0 = h / 2$$

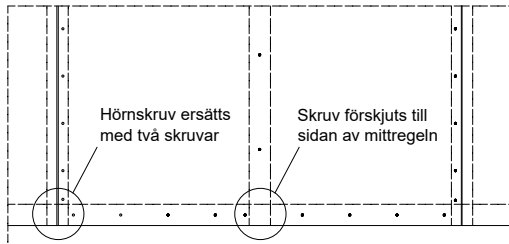


Väggenhet belastad av horisontallast



Skruvavstånd s gäller längs skivans kanter

## STÅLREGELSTOMMAR



Vid stålregelstommar uppstår en lokal förtätning av skruvavståndet då en tänkt hörnskruv måste flyttas för att undvika infästning i dubbla plåtar, då detta annars kan leda till sprickbildning i gips-skivan och hörnsläpp som följd.

Denna förtätning är acceptabel och hörnskraven ska då ersättas med två skruvar där den ena fästs i regeln ca 20 mm över skenan och en andra i skenan strax bredvid regeln. Vid eventuell mittregel ska skruv i skenan förskjutas strax till sidan om regeln. Denna får inte flyttas upp och i stället fästas i regeln. Denna anvisning bör införas på konstruktionsritningen vid stålstomme.

## DIMENSIONERINGSVÄRDEN PER FÖRBAND

Förbandsvärden nedan är framtagna enligt metoden i SS-EN 1990 Bilaga D för karakteristiska bärförmågor genom provning. Värdena motsvarar bärförmågans 5 % fraktil för ett skivregelförband skruvat 15 mm från skivkanten.

Eftersom det är många förband och väggenheter som samverkar kan bärförmågan höjas med 20 % då sannolikheten för att alla dessa förband skulle motsvara 5 % fraktilen är låg.

Det dimensionerande förbandsvärdet  $F_d$  har beräknats enligt följande

$$F_d = \frac{K_{mod}}{\gamma_m} F_k$$

Där:

$K_{mod} = 1,0$  (klimatklass 1 och 2 vid korttidslast eller momentanlast)

$\gamma_m = 1,3$  partialkoefficient för materialegenskaper och bärförmåga (förband)

Tabell 1 gyproc XR, gyproc ER och gyproc THR thermonic t = 0,7 mm

Skivtyp	Skivlag	Skruv	$F_k$ (N)	$F_d$ (N)
GE 13	Inre lag	QS 25	180	140
	Yttre lag	QS 38	130	100
GN 13	Inre lag	QS 25	300	220
	Yttre lag	QS 38	270	190
GR 13	Inre lag	QSTR 25	500	370
	Yttre lag	QSTR 38	350	240
GH 13	Inre lag	GTX-M3 26	700	500
	Yttre lag	GTX-F4 38	700	490
GF 15	Inre lag	QS 25	505	350
	Yttre lag	QS 41	350	240
GHOE 13	Inre lag	QS 25	260	180
	Yttre lag	QS 38	230	155

Tabell 2 gyproc THR thermonic, t = 1,0 mm

Skivtyp	Skivlag	Skruv	$F_k$ (N)	$F_d$ (N)
GE 13	Inre lag	QSB 25	210	160
	Yttre lag	QSB 41	140	110
GN 13	Inre lag	QSB 25	380	265
	Yttre lag	QSB 41	330	230
GR 13	Inre lag	QSB 25	600	445
	Yttre lag	QSB 38	430	295
GH 13	Inre lag	QSB 25	750	540
	Yttre lag	QSB 38	650	460
GF 15	Inre lag	QSB 25	535	370
	Yttre lag	QSB 41	430	295
GHOE 13	Inre lag	QSB 25	280	195
	Yttre lag	QSB 38	240	165
GXU 9	Inre lag	QSBW 25	235	160

Tabell 3 gyproc THR thermonic och gyproc GFR duronomic, t = 1,2 mm

Skivtyp	Skivlag	Skruv	$F_k$ (N)	$F_d$ (N)
GE 13	Inre lag	QSB 25	210	160
	Yttre lag	QSB 41	140	110
GN 13	Inre lag	QSB 25	440	305
	Yttre lag	QSB 41	330	230
GR 13	Inre lag	QSB 25	700	515
	Yttre lag	QSB 38	430	295
GH 13	Inre lag	QSB 25	800	590
	Yttre lag	QSB 38	700	490
GF 15	Inre lag	QSB 25	535	370
	Yttre lag	QSB 41	430	295
GHOE 13	Inre lag	QSB 25	290	200
	Yttre lag	QSB 38	250	170
GXU 9	Inre lag	QSBW 25	270	185

Tabell 4 Träregel

Skivtyp	Skivlag	Skruv	$F_k$ (N)	$F_d$ (N)
GE 13	Inre lag	QT 32	220	170
	Yttre lag	QT 41	140	110
GN 13	Inre lag	QT 32	370	255
	Yttre lag	QT 41	290	200
GR 13	Inre lag	QSTR 35	520	360
	Yttre lag	QSTR 41	330	225
GH 13	Inre lag	GTX-F4 38	600	430
	Yttre lag	GTX-F4 55	500	350
GF 15	Inre lag	QT 41	440	300
	Yttre lag	QT 57	330	225
GHOE 13	Inre lag	QT 32	290	200
	Yttre lag	QT 41	270	185
GXU	Inre lag	QSTW 25	240	165

## MINSTA TILLÅTNA FÄSTDONSAVSTÅND

Antalet fästdon är avgörande för hållfastheten varför det är lämpligt att föreskriva både fästonsavstånd och antalet fästdon för skivan direkt på konstruktionsritningen.

Det är viktigt att inte skruva eller spika tätare än det minsta tillåtna avståndet för varje skivtyp, se tabellerna nedan, då detta ger lägre hållfasthet.

## MINSTA TILLÅTNA SKRUVAVSTÅND VID ETT SKIVLAG

Nedan angivna värden gäller som minimiavstånd

Tabell 5 minsta skruvavstånd vid ett skivlag

Skivtyp	Minsta skruvavstånd (mm)
gyproc GN 13 normal	70
gyproc GR 13 robust	80
gyproc GH 13 habito	80
gyproc GF 15 protect F	80
glasroc X 9 storm	80
glasroc H 13 ocean	80

## MINSTA TILLÅTNA SKRUVAVSTÅND VID TVÅ SKIVLAG

När två skivor monterats på samma sida regelstommen kommer fästdon i yttre lag även att perforera inre skivlag. Det är därför viktigt att nedan angivna minimiavstånd följs. Skivor i yttre lag ska inte fästas glesare än c-avstånd 225 mm respektive 200 mm för 900 alt 1200 skivor, men kan fästas tätare enligt tabellerna nedan. Observera att det är bredden på skivan som styr fästonsavståndet.

Tabell 6 minsta skruvavstånd vid två skivlag 900 mm breda skivor

Skruvavstånd, inre skivlag	Antal skruv i kort-kant, inre skivlag	Antal skruv i kort-kant, yttre skivlag	Minsta skruvavstånd, yttre skivlag
90	11	5	225*
100	10	6	180
110	9	7	150
150	7	9	110
180	6	10	100
225 <sup>a)</sup>	5	11	90
450	3	12	80

Tabell 7 minsta skruvavstånd vid två skivlag 1200 mm breda skivor

Skruvavstånd, inre skivlag	Antal skruv i kort-kant, inre skivlag	Antal skruv i kort-kant, yttre skivlag	Minsta skruvavstånd, yttre skivlag
90	14	7	200
100	13	8	170
110	12	9	150
150	9	12	110
170	8	13	100
200	7	14	90
300	5	16	80
600	3	18	70

## MINSTA TILLÅTNA SKRUVAVSTÅND VID TRE SKIVLAG

För att bl.a klara vissa ljudkrav utförs en del väggar med tre skivlag på samma sida regelstommen. Om dessa väggar dessutom ska användas som stabiliserande kan endast de inre och mellersta skivlagen användas som lastupptagande. Tabellerna nedan gäller endast för skivlag när den yttre skivan (lag tre) fästs med c-avstånd 225 mm resp. 200 mm.

Tabell 8 minsta skruvavstånd vid tre skivlag 900 mm breda skivor

Skruvavstånd, inre skivlag	Antal skruv i kort-kant, inre skivlag	Antal skruv i kort-kant, yttre skivlag	Minsta skruvavstånd, yttre skivlag
130	8	3	450
150	7	4	300
180	6	5	225 <sup>a)</sup>
225 <sup>a)</sup>	5	6	180
450	3	8	130
450	3	12	80

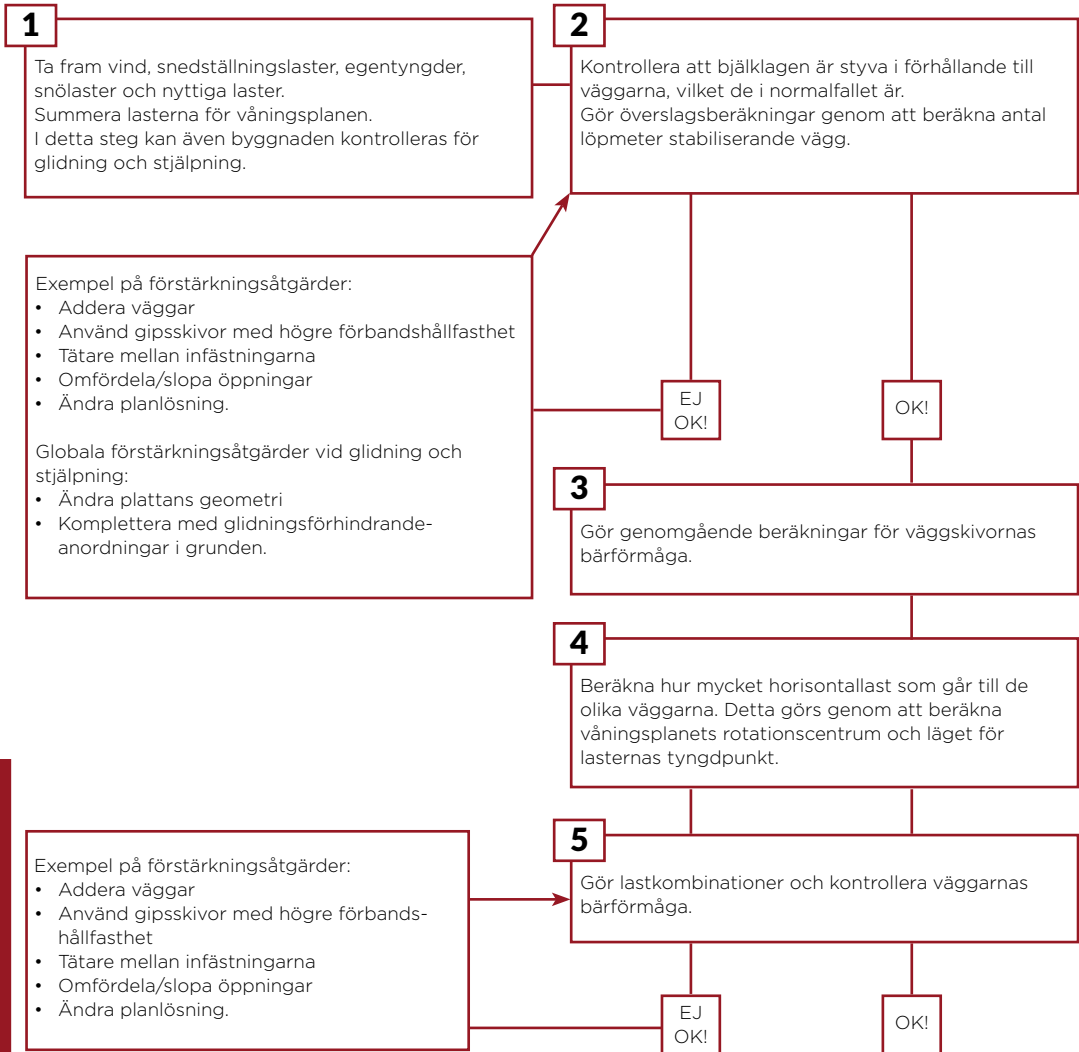
Tabell 9 minsta skruvavstånd vid tre skivlag 1200 mm breda skivor

Skruvavstånd, inre skivlag	Antal skruv i kort-kant, inre skivlag	Antal skruv i kort-kant, yttre skivlag	Minsta skruvavstånd, yttre skivlag
120	11	3	600
130	10	4	400
150	9	5	300
200	7	7	200
300	5	9	150
600	3	11	120

<sup>a)</sup> Infästning av 900 mm breda skivor görs c-avstånd 225 mm längs kortkant men c-avstånd 200 mm längs långkant.

## FLÖDESSCHEMA VID BERÄKNINGAR

I flödesschemat nedan redovisas en lämplig beräkningsgång. Beräkningsgången kan sammanfattas med fem övergripande steg.

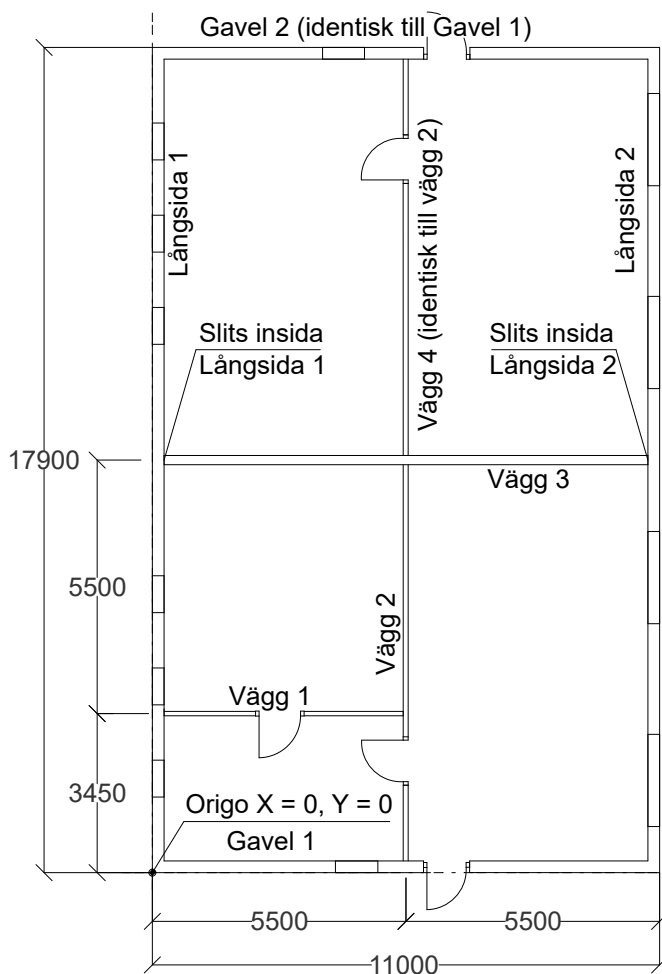


## TILLÄMPNINGSEXEMPEL

Detta är en förenklad och förkortad uppgift som visar hur väggarnas bärförmåga, belastningen till väggarna samt storleken på lyft- och tryckkrafterna beräknas. Ett utförligt exempel finns via denna länk [www.gyproc.se/stomstabilisering](http://www.gyproc.se/stomstabilisering) där bärförmågan och lastfördelningen utförligt beräknas för ett trevåningshus.

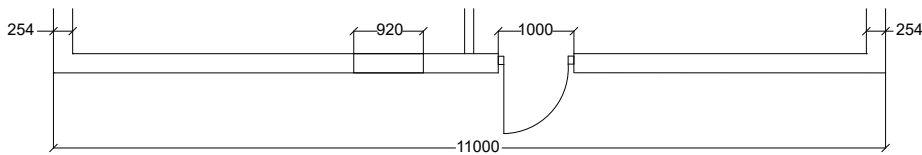
### STEG 1, TA FRAM LASTER

Våningsplanet nedan belastas av vindlast. Mot långsidorna (X-riktningen) belastas våningen av en karakteristisk vindlast med lastintensiteten 26,63 kN och mot gavlarna (Y-riktningen) belastas våningen av en karakteristisk vindlast med lastintensiteten 16,64 kN. Våningshöjden är 2,4 m. Skivorna skruvas med c-avstånd 600 mm i första lag och med c-avstånd 200 mm i andra lag.



## STEG 2, ÖVERSLAGSBERÄKNINGAR

Nedan görs överslagsberäkningar för väggarna. Som exempel visas hur detta görs för Gavel 1. I Tabell 1 finns samtliga antagna bärförmågorna.



Väggen består av skivor som är 1,2 m breda. På utsidan sitter ett lag glasroc X storm, skruvad med c-avstånd 200 mm och på insidan sitter två lag gyproc normal, där den inre skivan är skruvad med c-avstånd 600 mm och den yttre är skruvad med c-avstånd 200 mm. Skivorna är skruvade till gyproc THR 1,0. För att beräkna väggens bärförmåga per meter används ekvation 2.

Eftersom sidan bestående av vindskyddsskiva är svagare än skiktet med två normalgips reduceras bärförmågan på vindskyddssidan med 25%.

$$H_{eRd} = \frac{F_d \cdot b \cdot c}{s}$$

$$b_0 = \frac{h}{2} = \frac{2400}{2} = 1200 \quad c = \max \left\{ \frac{1}{b_0} b \right\} \quad b = b_0 \rightarrow c = 1,0$$

$$f_{Rd} = \frac{H_{eRd}}{b} = \frac{3,156}{1,2} = 2,63 \text{ kN/m}$$

$$H_{eRd} = 1,2 \cdot \left( \frac{0,16 \cdot 1,2 \cdot 1}{0,2} \cdot 0,75 + \frac{0,265 \cdot 1,2 \cdot 1}{0,6} + \frac{0,23 \cdot 1,2 \cdot 1}{0,2} \right) = 3,156 \text{ kN}$$

Förbandens bärförmågor ökas med 20%. Väggens längd är 11 m. Öppningarnas sammanlagda längd är 2,43 m. Insida vagghörn räknas bort för skivorna på ytterhörnens insida. Detta gäller för alla ytterväggar. Desto fler öppningar en vägg har desto större skillnad kommer det att vara mellan överslagsberäkningen och de genomgående beräkningarna. Som tumregel bör överslagsberäkningarnas bärförmåga ligga minst 30% över den dimensionerande horisontella lasten för att väggarna med stor säkerhet ska klara de genomgående beräkningarna. I detta fall är bärförmågan så pass mycket högre än lasten att några ändringar av väggen inte behövs.

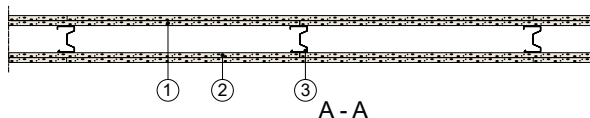
Tabell 1 Överslagsberäkning

Väggar i X-riktningen				
Vägg	Gavel 1	Gavel 2	Vägg 1	Vägg 3
Uppbyggnad	THR 1,0U-NN	THR 1,0 U-NN	XR 70 NN-NN	GFR 70x2 NN-NN
Skruvavstånd	200-600,200	200-600,200	200,600-600,600	200,600-600,200
$f_{Rd}$ (kN/m)	2,63	2,63	3,16	3,98
L (m)	11	11	5,2	10,5
L öppningar (m)	2,43	2,43	0,9	-
L - L öppningar (m)	8,57	8,57	4,3	10,5
Bärförmåga (kN)	22,54	22,54	13,59	39,8
$\Sigma$ Bärförmåga (kN)	98,47			
Väggar i Y-riktningen				
Vägg	Långsida 1	Långsida 2	Vägg 2	Vägg 4
Uppbyggnad	THR 1,0 U-NN	THR 1,0 U-NN	GT 70x2 NN-NN	GT 45x70 NN-NN
Skruvavstånd	200-600,200	200-600,200	200,600-200,600	200,600-200,600
$f_{Rd}$ (kN/m)	2,63	2,63	3,42	3,42
L (m)	17,9	17,9	8,6	8,6
L öppningar (m)	5,36	8,56	0,9	0,9
L - L öppningar (m)	12,54	9,34	7,7	7,7
Bärförmåga (kN)	32,98	24,56	26,33	26,33
$\Sigma$ Bärförmåga (kN)	110,20			

### STEG 3, GENOMGÅENDE BERÄKNINGAR

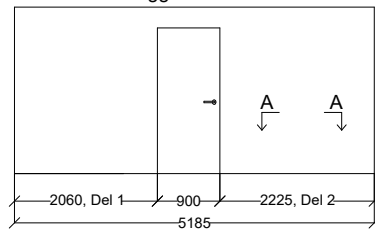
Väggarnas bärförmåga för horisontella laster beräknas med hjälp av ekvation 7.

I denna uppgift visas hur bärförmågan för vägg 1 beräknas. De andra väggarnas genomgående bärförmågor listas i Tabell 3.

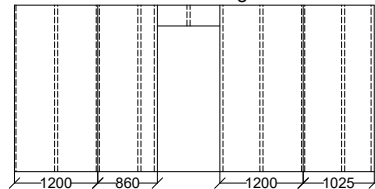


1. 12,5 mm skiva gyproc GN 13 normal
2. 12,5 mm skiva gyproc GN 13 normal
3. Regel gyproc XR 70, c 600 mm

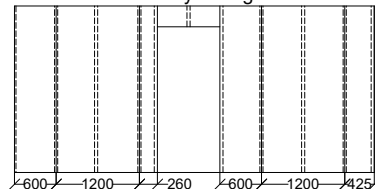
Elevation av vägg 1



Elevation av skivor inre lag



Elevation av skivor yttre lag



Tabell 2 Bärförmåga vägg 1

Vägg 1	Sida 1, lag 1	Sida 1, lag 2	Sida 2, lag 1	Sida 2, lag 2	
Skiva	gyproc normal	gyproc normal	gyproc normal	gyproc normal	
$F_d$ / kN	0,22	0,19	0,22	0,19	
c-avstånd (mm)	600	200	600	200	
<b>Bredd Del 1 / m</b>	<b>2,06</b>				
Skivor antal					c (värde)
1200 mm	1	1	1	1	1
860 mm	1	-	1	-	0,72
600 mm	-	1	-	1	0,5
260 mm	-	1	-	1	0
$H_{eRd1}$ /kN	0,67	1,43	0,67	1,43	
$1,2 \cdot H_{dRd1}$ (kN)	$1,2 \cdot (0,67 + 1,43 + 0,67 + 1,43) = 5,04$				
<b>Bredd Del 2 / m</b>	<b>2,23</b>				
Skivor antal					c (värde)
1200 mm	1	1	1	1	1
1035 mm	1	-	1	-	0,86
600 mm	-	1	-	1	0,5
435 mm	-	1	-	1	0
$H_{eRd2}$ /kN	0,76	1,43	0,76	1,43	
$H_{dRd2}$ /kN	$1,2 \cdot (0,76 + 1,43 + 0,76 + 1,43) = 5,26$				
$(H_{dRd1} + H_{dRd2}) = H_{vRd1}$ /kN	10,30				

Tabell 3 Bärförmågor

Väggar i X-riktningen				
Vägg	Gavel 1	Gavel 2	Vägg 1	Vägg 3
Uppbyggnad	THR 1,0 U-NN	THR 1,0 U-NN	XR 70 NN-NN	GFR 70x2 NN-NN
Inre/ytte skivlag (mm)	U-200 NN-600/200	U-200 NN-600/200	NN-600/200	NN-600/200
Bärförmåga (kN)	21,98	21,98	10,30	39,84
Σ Bärförmåga (kN)	94,10			
Väggar i Y-riktningen				
Vägg	Långsida 1	Långsida 2	Vägg 2	Vägg 4
Uppbyggnad	THR 1,0 U-NN	THR 1,0 U-NN	GT 45x70 NN-NN	GT 45x70 NN-NN
Inre/ytte skivlag (mm)	U-200 NN-600/200	U-200 NN-600/200	NN-600/200	NN-600/200
Bärförmåga (kN)	31,97	22,26	22,76	22,76
Σ Bärförmåga (kN)	99,75			

Jämför med värdena som räknades fram i Tabell 1. För väggar i X-riktningen sjönk bärförmågan med 8,49%. För väggar i Y-riktningen sjönk bärförmågan med 13,61%. Skillnaden beror på antalet hål.

#### STEG 4, BERÄKNING AV HORISONTALLAST TILL VÄGGARNA

Den yttre horisontellalasten sammanfaller med väggarna våningsplanets centrumlinjer.

#### BERÄKNING AV VÄGGARNAS RESULTANT OCH EXCENTRICITETEN

Tabell 4 Beräkning av excentricitet

Vägg	Gavel 1	Gavel 2	Vägg 1	Vägg 3
v (m) (avstånd till origo)	0,13	17,77	3,45	8,95
Resultant (m) = $\Sigma((H_{VRdi} \cdot v_i) / H_{VRd,tot})$ ekvation 4	$[(21,98 \cdot 0,13) + (21,98 \cdot 17,77) + (10,3 \cdot 3,45) + (39,84 \cdot 8,95)]/94,1 = 8,35 \text{ m ovanför origo}$			
e (m) = Resultant - TP laster	8,35 m - 8,95 m = -0,6 m			
Vägg	Långsida 1	Långsida 2	Vägg 2	Vägg 4
v (m) (avstånd till origo)	0,13	10,87	5,5	5,5
Resultant (m) = $\Sigma((H_{VRdi} \cdot v_i) / H_{VRd,tot})$ ekvation 4	$[(31,97 \cdot 0,13) + (22,26 \cdot 10,87) + (22,76 \cdot 5,5) + (22,76 \cdot 5,5)]/99,75 = 4,98 \text{ m höger om origo}$			
e (m) = Resultant - TP laster	4,98 m - 5,5 m = -0,52 m			

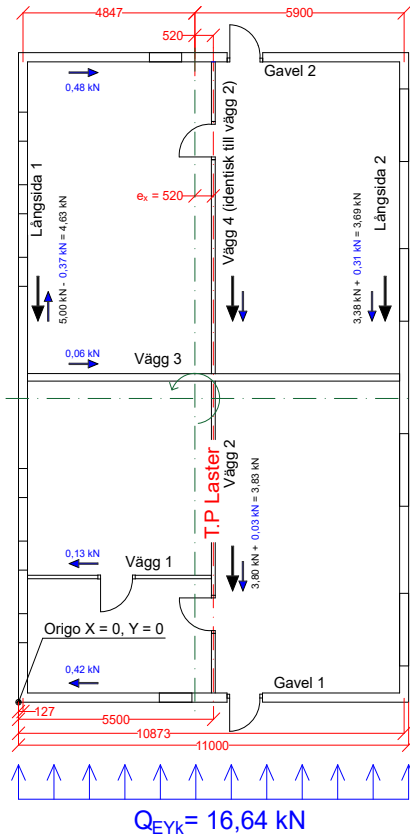
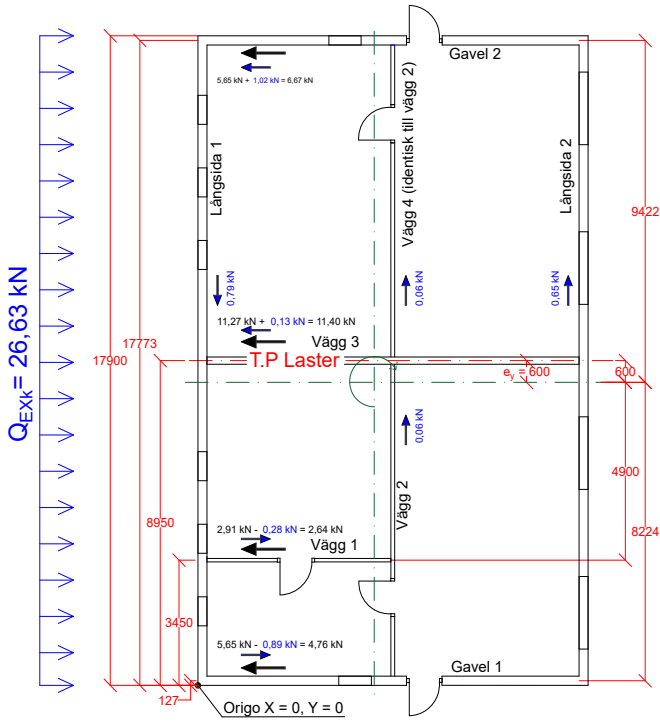
Hur mycket horisontell last som påförs de olika väggarna styrs av väggarnas styvhet i förhållande till varandra. Last från direkt vindlast går till de väggar som är parallella med vindlasten. De excentriska momentet ger upphov till en vridning av våningsplanet, som sprids till samtliga väggar.

## BERÄKNING BELASTNING PER VÄGG

Då excentricitet är beräknad kan belastningen per vägg beräknas. Detta görs enligt ekvation 3. I tabellen nedan beräknas belastningen till vägg 1 och belastningen till övriga väggar redovisas.

Tabell 5 Beräkning av horisontallast till väggarna

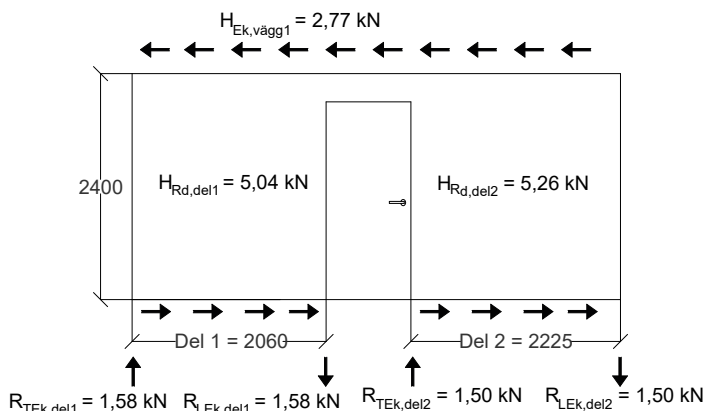
Vägg	Gavel 1	Gavel 2	Vägg 1	Vägg 3	Långsida 1	Långsida 2	Vägg 2	Vägg 4
Vindlast mot Långsida, X-riktning	$H_{VEki} = \frac{Q_{Ek} \cdot H_{vRdi}}{\sum H_{v,Rd}} - \frac{Q_{Ek} \cdot e \cdot p_i \cdot H_{vRdi}}{\sum (p_i^2 \cdot H_{vRdi})}$							
$p_{vägg,i}$	-8,22	9,42	-4,9	0,6	-4,87	5,9	0,52	0,52
$p^2 \cdot H_{vRd}, \text{Vägg},i$	1350,02	1772,95	247,30	14,34	710,80	705,25	6,15	6,15
Last från direkt vindlast	5,65	5,65	2,91	11,27	0	0	0	0
Last från moment pga excentricitet	-0,47	0,54	-0,15	0,07	-0,42	0,34	0,03	0,03
$H_{vEk}$	5,18	6,20	2,77	11,34	-0,42	0,34	0,03	0,03
Vindlast mot Gavlar, Y-riktning	$H_{VEki} = \frac{Q_{Ek} \cdot H_{vRdi}}{\sum H_{v,Rd}} - \frac{Q_{Ek} \cdot e \cdot p_i \cdot H_{vRdi}}{\sum (p_i^2 \cdot H_{vRdi})}$							
Last från direkt vindlast	0	0	0	0	5,00	3,38	3,80	3,80
Last från moment pga excentricitet	-0,34	0,39	-0,10	0,05	-0,30	0,25	0,02	0,02
$H_{vEk}$	-0,34	0,39	-0,10	0,05	4,70	3,63	3,82	3,82



#### STEG 4 BERÄKNING AV KARATÄRISTISKA LYFT- OCH TRYCKKRAFTER I FRONT OCH SLUTREGLAR

Lyft- och tryckkrafterna i front- och slutreglarna beräknas enligt ekvation 4 och 5 där lyft- och tryckkrafterna till de olika väggdelarna är proportionerligt till väggdelarnas horisontella bärformåga. Tryck- och lyftkrafterna i väggdelarnas front- och slutreglar är numerärt lika.

I steg 4 ska även de olika kontrollerna för väggdelarna göras. Dessa kontroller görs inte fullt ut i detta beräkningsexempel, se istället det utförliga beräkningsexemplet som finns enligt länken nedan: [www.gyproc.se/stomstabilisering](http://www.gyproc.se/stomstabilisering)



$$H_{dRd,del1} = 5,04 \text{ kN} \quad H_{dRd,del2} = 5,26 \text{ kN} \quad H_{vRdvagg1} = 10,30 \text{ kN}$$

$$R_{TEk,del1} = H_{vEk,vagg1} \cdot \frac{H_{dRd,del1}}{H_{vRdvagg1}} \cdot \frac{h}{l_{del1}} = 2,77 \text{ kN} \cdot \frac{5,04 \text{ kN}}{10,30 \text{ kN}} \cdot \frac{2,4 \text{ m}}{2,06 \text{ m}} = 1,58 \text{ kN}$$

$$R_{TEk,del1} = R_{LEk,del1}$$

$$R_{TEk,del2} = 1,50 \text{ kN}$$

$$R_{TEk,del2} = R_{LEk,del2}$$