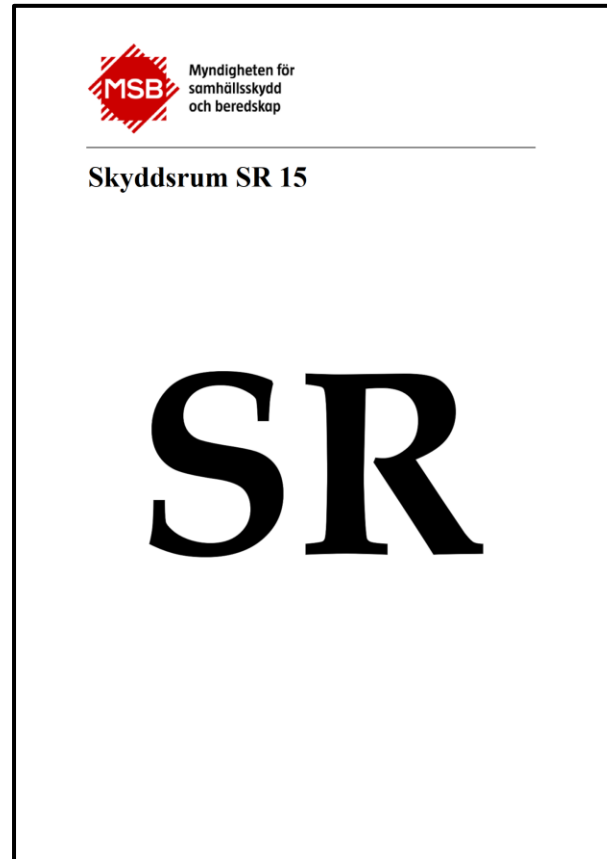


Skyddsrumsdagarna 2025

Justeringar i SR 15, Dimensioneringslösningar



Morgan Johansson

Denna dokumentation

- Denna dokumentation presenterades på Skyddsrumsdagarna 2025
 - Vissa ändringar har gjorts i efterhand för att anpassa dokumentation till slutlig utformning av SR och framtagna dimensioneringslösningar
 - I SR kan det ha tillkommit ytterligare justeringar som inte berörs i detta dokument
 - Vid eventuell avvikelse gentemot dessa gäller SR och dimensioneringslösningar

Disposition

- Pass 2
 - F01-101: Frågor och svar om SR
 - Justeringar i SR
- Pass 2-4: Dimensioneringslösningar
 - D01-102: Storlek på skyddsrum
 - D01-103: Inrymning och utrymning
 - D02-103: Vapenlast och raslast
 - D04-102: Dimensionering av takplatta

Pass 2: 11.10-12.00

F01-101: Frågor och svar om SR

Justeringar i SR

Dimensioneringslösning

- D01-102: Storlek på skyddsrum

F01-101: Frågor och svar om SR

- Koncept
 - Frågor inkomna till MSB
 - Svar delas med en större grupp
 - På sikt kan fråga/svar utarbetas till ett nytt stöddokument

Frågor och svar om SR

F01-101 Frågor och svar om SR

Orientering	2
Bakgrund	2
Om detta dokument	2
6:0 Allmänna förutsättningar	3
a) Regelverk vid renovering av ett befintligt skyddsrum [2025-05-01]	3
b) Regelverk vid ombyggnad av ett befintligt skyddsrum [2025-05-01]	3
c) Regelverk vid om- eller tillbyggnad av ovan- eller näraliggande byggnad [2025-05-01]	3
6:1 Belastningar	4
a) Lastvärden för vapen- och raslast [2025-05-01]	4
6:14 Raslast	5
a) Raslast vid om- eller tillbyggnad [2025-05-01]	5
6:21 Konstruktionsmaterial	6
a) Materialdata för betong och armering i befintliga skyddsrum [2025-05-01]	6
b) Krav på armeringskvalitet i golvbjälklag utan vapenlast [2025-05-01]	7
6:25 Konstruktionsmaterial	7
a) Gemensam vägg eller bjälklag mellan två skyddsrum [2025-05-01]	7
6:26 Infästning	9
a) Infästning i befintligt skyddsrum [2025-05-01]	9
6:42 Anslutningar	10
a) C- eller S-järn [2025-05-01]	10
6:43 Gjutfogar	11
a) Placering av gjutfog i vägg eller golv/takplatta [2025-05-01]	11
Revideringslista	12

Justeringar i SR

- Revideringslista

Kapitel	Revidering
3:32	Projekterings- och produktionsordning
5:21	Minsta godtagbara area
5:31	Inrymningsvägens längd
5:41	Öppningar för utrymning och utrymningsväg
5:42	Beräkning av utrymningsvägar
6:14	Raslast
6:15	Reducerad raslast
6:26	Infästning
6:43	Gjutfogar
9:23	Ansvar vid utförande av ändringsåtgärder
Bilaga E	Data för pelare och igensättningar

3:32 Projekterings- och produktionsordning

- Typlösningar

- Ska betraktas som konceptuella lösningar
 - Fungerar som stöd för vanligen uppkomna situationer
- Möjlighet finns att ta fram alternativ lösning
 - Visa att lösning uppfyller aktuella funktionskrav
 - Dokumentation skickas in till MSB för kännedom av sakkunnig
- Explicit godkännande av MSB i förväg behövs inte
- Motsvarande justering har även gjorts i
”9:23 Ansvar vid utförande av ändringsåtgärder”

5:21 Minsta godtagbara area

- Justering i formel

$$A_{S,\min} = 0,75 \cdot Q + A_{utr} + A_{fred} + A_{övr}$$

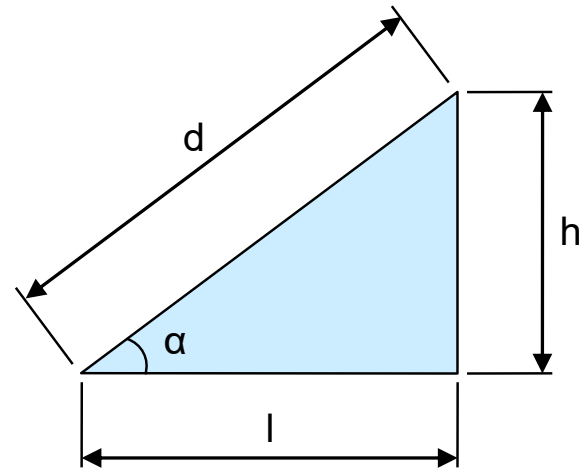
- $A_{övr}$ = Övrig area (m²) som inte kan utnyttjas av skyddsökande
 - T.ex. innerväggar, pelare, utrymme med för låg rumshöjd

5:31 Inrymningsvägens längd

- Justering i formel

$$l_{\text{dim}} = 1,0 \cdot l_1 + 0,5 \cdot l_2 + 2,5 \cdot l_3$$

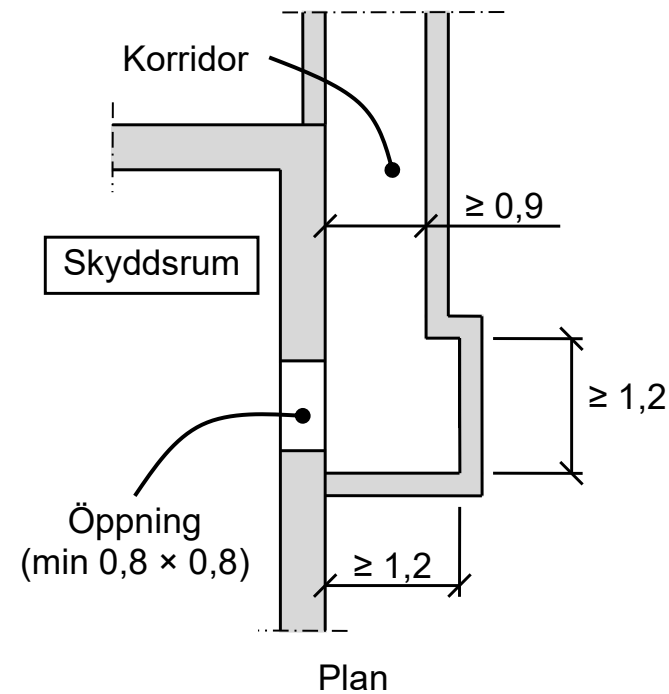
- l_3 = **Horisontal** väg i trappa
 - Diagonal = $1,25 \cdot$ Horisontal väg
 - Motsvarar en trappa med höjd:längd = 3:4 ($\alpha \approx 37^\circ$)



5:41 Öppningar för utrymning och utrymningsvägar

• Justeringar

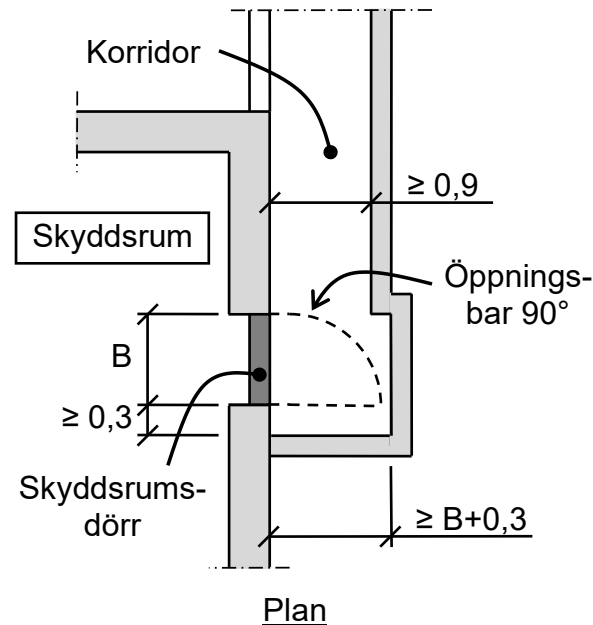
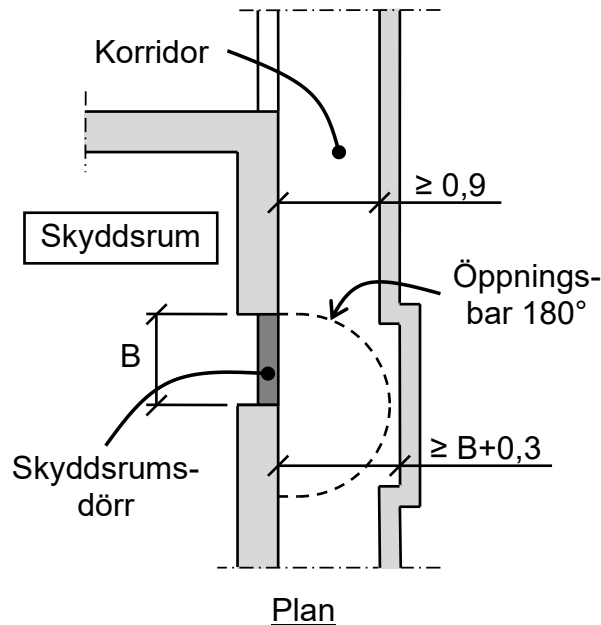
- Krav på utrymningsväg: bredd $\times$ höjd $\geq 0,9 \times 2,0$ m
 - Lokalt vid hinder godtas $0,8 \times 1,9$ m
- Bredd hos utrymningsväg vid reservutgång: $1,2 \times 1,2$ m
 - Samma krav som i stigschakt
- Reservutgång ska placeras minst 1,0 m från invändigt hörn
- Stigschakt får placeras via en anslutande korridor



5:41 Öppningar för utrymning och utrymningsvägar

- Justeringar

- Skyddsrumsdörr ska kunna öppnas upp på vid gavel
 - Öppen dörr får inte förhindra inrymning
 - Lokalt krävs att $b \geq B + 0,30$ m, där B = dörrbredd



Skyddsrumsdörr med korridor

5:41 Öppningar för utrymning och utrymningsvägar

- Justerade krav för avstånd mellan öppningar

- Öppningar för utrymning ska placeras så långt ifrån varandra som möjligt, dock minst sträckan $a_{\min}$

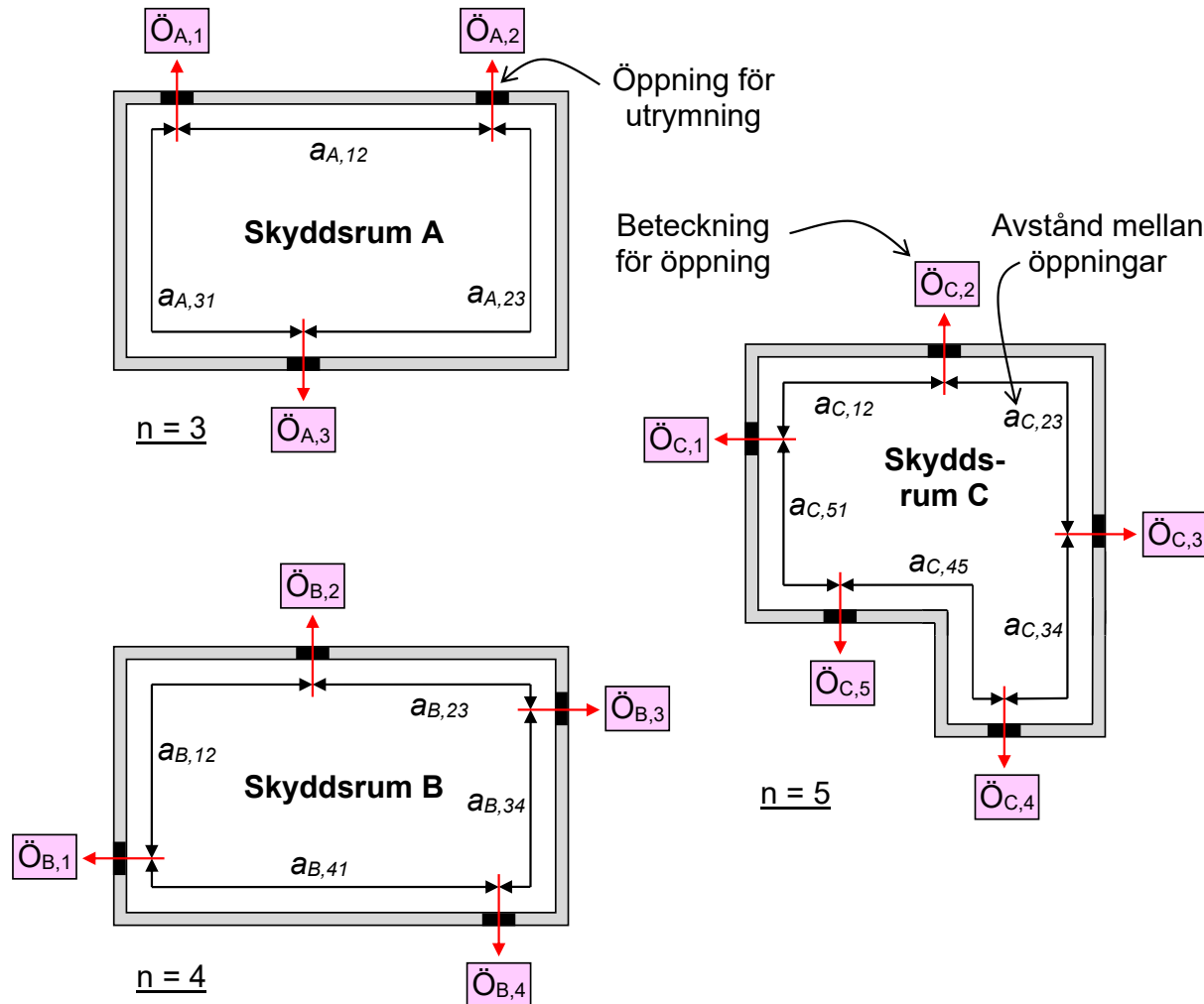
$$a_{\min} = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{3 \cdot a_0}{n} \\ 4,0 \end{array} \right.$$

- $a_{\min}$ = Minsta mått mellan centrum öppning för utrymning
- a_0 = Grundavstånd enligt tabell
- n = antal öppningar för utrymning
 - Ökat antal öppningar → minskat krav på avstånd

Q (st)	a_0 (m)
30	5,0
60	7,0
120	10,0

5:41 Öppningar för utrymning och utrymningsvägar

- Schematisk illustration för avstånd mellan öppningar



5:42 Beräkning av utrymningsvägar

- Definitioner

- **Utrymningsväg:** Vägen från öppningen för utrymning i skyddsrummets begränsningsvägg till det fria
- **Det fria:** En plats utomhus som inte är instängd av murar eller slutna husfasader

- Justeringar

- Utrymningsvägar ska vara oberoende av varandra
 - Placeras så långt ifrån varandra som möjligt, dock inte närmare än sträckan $a_{\min}$ mellan centrumlinjer
- Övriga krav på avstånd mellan utrymningsvägar utgår

6:14 Raslast

- Förtydligande

$$q_{b,1} = (0,7 \cdot \sqrt{h_t} + 1) \cdot m_b$$

$$q_{n,1} = (0,7 \cdot \sqrt{h_t} + 1) \cdot m_n$$

- m_b, m_n = Permanent och variabel last (kN/m²) hos byggnad
 - Snölast ska beaktas vid bestämning av raslast

6:15 Reducerad raslast

- Justering

$$q_{r,red} = \max(\alpha_{ras} \cdot q_{ras}, 50)$$

$$\alpha_{ras} = \frac{3b}{h} \leq 1,0$$

- $q_{r,red} \geq 50 \text{ kN/m}^2$

- Ger en minsta raslast som motsvarar normal vapenlast

6:26 Infästning

- Justering

$$F_{in} = \alpha_{in} \cdot m_{in}$$

- F_{in} = Dimensionerande kraft (kN) för infästningspunkten
 - Fördelning av kraften får ske på flera infästningspunkter genom att beakta det infästa föremålets aktuella massfördelning
 - Inverkan av statiska laster får försummas

6:26 Infästning

- Justering

- Godtagna typer av infästningar

- Justerad beskrivning
 - Kemankare godtas
 - **Betongskruv får enbart användas vid permanent montage**

Typ
• Ankarskena med ändankare • Hakankare med in- eller utvändig gängning • Momentkontrollerad expanderbult • Kemankare med in- eller utvändig gängning • Betongskruv ¹⁾

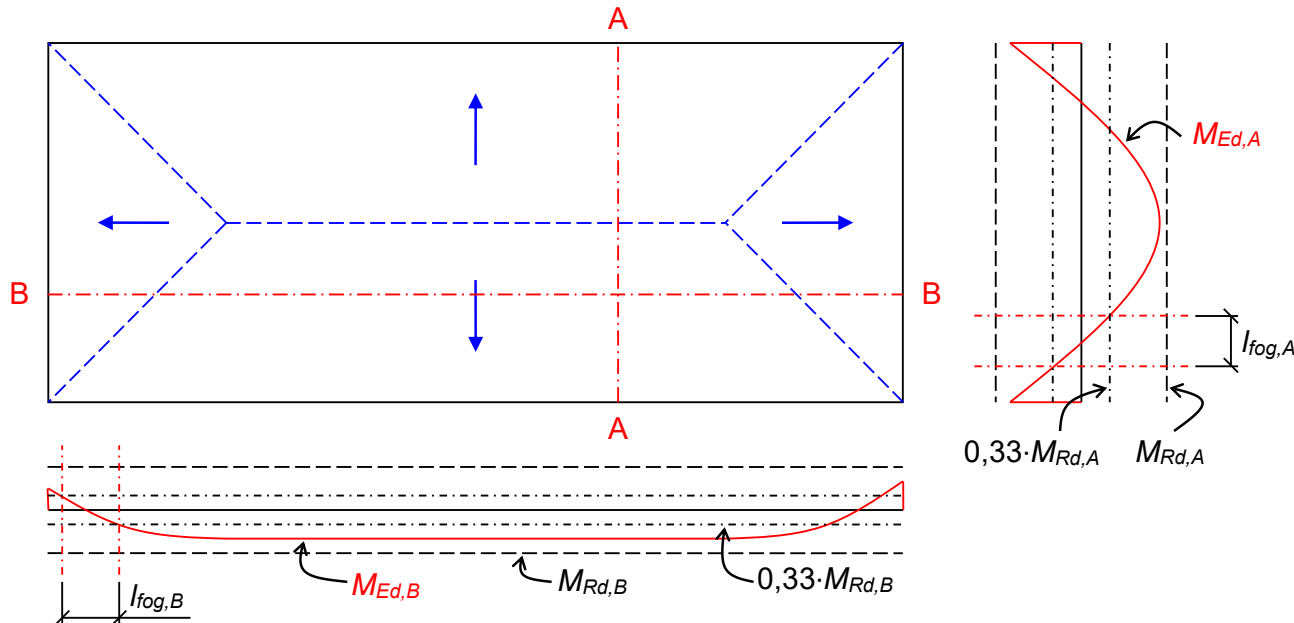
¹⁾ Betongskruv får enbart användas vid permanent montage.

6:43 Gjutfogar

- Justering

- Gjutfog placeras i snitt med låg utnyttjandegrad eller i anslutning till knutpunkt mellan två konstruktionsdelar

- Låg utnyttjandegrad (UG) = $M_{Ed} / M_{Rd} \leq 0,33$
- Lokal förstärkning för att uppfylla krav på UG i fog godtas



Bilaga E Data för pelare och igensättningar

- Tillägg

- Uppdaterad tabell med data för igensättningar

- Genomföring G2, G3 och G6 har tillkommit

Typ	Karmdagbredd (mm)	Karmdaghöjd (mm)	Rumshöjd (mm)
Genomföring:			
G2 (3-12) ³⁾		ø42	
G3 (10-20) ³⁾		ø42	
G6 (20-46) ³⁾		ø76	
G10		ø107	
G15		ø159	

³⁾ Värde inom parentes anger diameter (mm) på kabel/rör i genomföring.

Dimensioneringslösning

- D01-102: Storlek på skyddsrum
 - Minsta godtagbara area
 - Största godtagbara area
 - Rumshöjd, vägg tjocklek
 - Beräkningsexempel
 - Minsta och största godtagbara area
 - Rektangulär form
 - L-form

Storlek på skyddsrum

- Minsta godtagbara area

- Krav: $A_S \geq A_{S,\min}$

$$A_{S,\min} = 0,75 \cdot Q + A_{utr} + A_{övr}$$

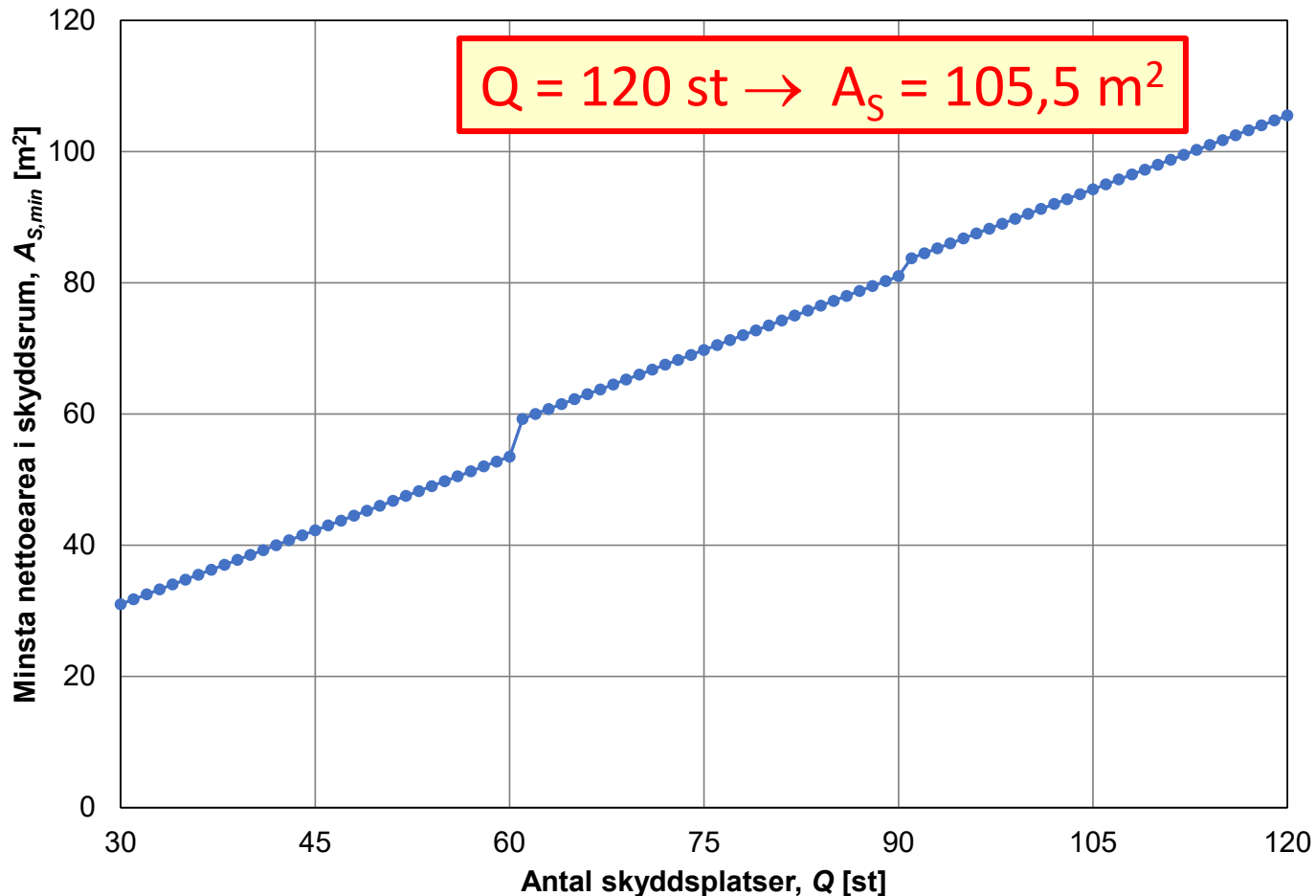
- A_{utr} = Utrustningsarea (m²)
 - $A_{övr}$ = Övrig area (m²)
 - Q = Antal skyddsökande (st)

Q (st)	A_{utr} (m ²)
30-60	8,5
61-90	13,5
91-120	15,5

- Kravet säkerställer de skyddsökandes utrymmesbehov

Storlek på skyddsrum

- $A_S(Q)$ när $A_{\text{övr}} = 0 \text{ m}^2$



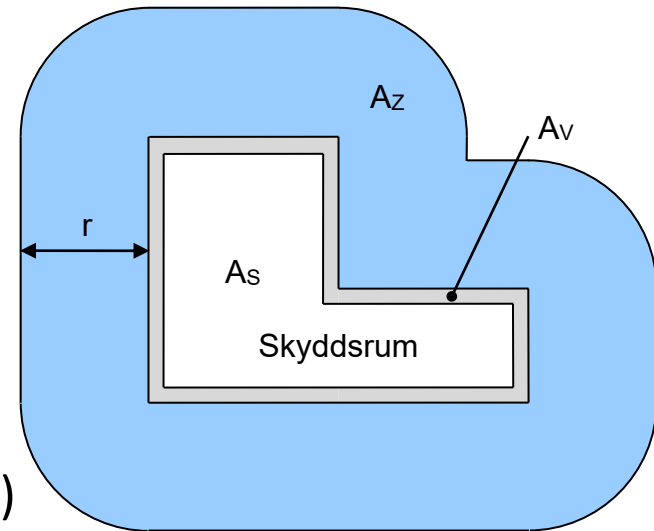
Storlek på skyddsrum

- Största godtagbara area

- Krav: $A_S \leq A_{S,\max}$

$$A_{S,\max} = 440 - (A_V + A_Z)$$

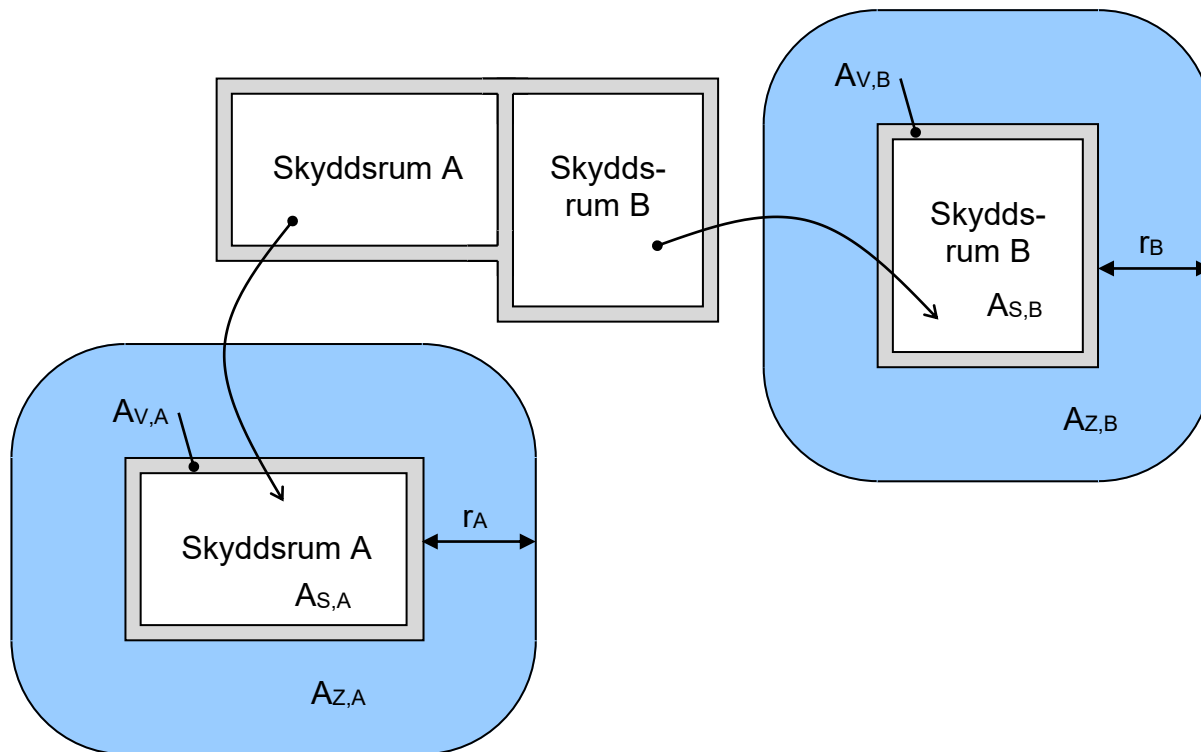
- A_V = Area för omslutande väggar (m^2)
- A_Z = Area inom zongräns med bredd r (m^2)
- Det ska eftersträvas att $r \geq 5,0$ m uppfylls
 - Kravet säkerställer godtagbar risk att skyddsrummet slås ut av en närliggande explosion



Storlek på skyddsrum

- Förtydligande

- Kontroll görs för varje enskilt skyddsrum för sig
 - Detta gäller även skyddsrum med gemensam vägg/bjälklag



Storlek på skyddsrum

- Rumshöjd

- Krav: $2,1 \leq h_{\text{fri}} \leq 3,8 \text{ m}$

- Av praktiska skäl bör dock $h_{\text{fri}} \geq 2,4 \text{ m}$ uppfyllas

- Väggtjocklek

Konstruktionsdel	Minsta tjocklek (mm)
Begränsningsvägg i skyddsrum	350
Gemensam vägg mellan två skyddsrum	400 ¹⁾
Bärande innervägg	150

¹⁾ För att få plats med en skyddsrumsdörr i en sådan vägg krävs en minsta tjocklek på 485 mm.

Storlek på skyddsrum

- Beräkningsexempel

- Minsta godtagbara area

- Antal skyddsökande: $Q = 120 \text{ st} \rightarrow A_{\text{utr}} = 15,5 \text{ m}^2$
 - Ansätt $A_{\text{fred}} = 0 \text{ m}^2$, $A_{\text{övr}} = 2,5 \text{ m}^2$

$$A_{S,\min} = 0,75 \cdot Q + A_{\text{utr}} + A_{\text{fred}} + A_{\text{övr}} = 0,75 \cdot 120 + 15,5 + 0 + 2,5 = 108,0 \text{ m}^2$$

- Största godtagbara area

- Rektangulär form, L-form
 - Zongränsens bredd: $r \geq 5,0 \text{ m}$

Storlek på skyddsrum

– Rektangulär form

- Nettoarea

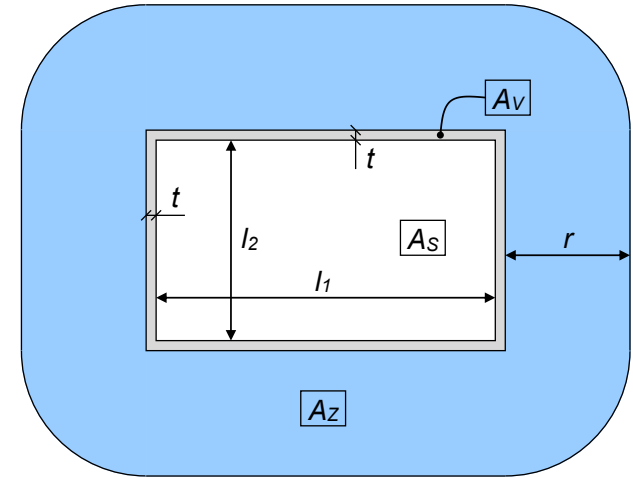
$$A_{S,rekt} = l_1 \cdot l_2$$

- Väggarea

$$A_{V,rekt} = 2 \cdot (l_1 + l_2) \cdot t + 4 \cdot t^2$$

- Zonbreddsarea

$$A_{Z,rekt} = 2 \cdot (l_1 + l_2 + 4 \cdot t) \cdot r + \pi \cdot r^2$$



Fall	Sidlängd i skyddsrum			Resultande areor					
	l_1 [m]	l_2 [m]	l_1 / l_2 [-]	A_V [m ²]	A_Z [m ²]	$A_{S,max}$ [m ²]	A_S [m ²]	ΔA_S [m ²]	Kontroll [-]
R1	10,3	10,5	0,98	15,1	300,5	124,4	108,2	16,3	ok
R2	10,8	10,0	1,08	15,1	300,5	124,4	108,0	16,4	ok
R3	12,0	9,0	1,33	15,2	302,5	122,3	108,0	14,3	ok
R4	13,5	8,0	1,69	15,5	307,5	116,9	108,0	8,9	ok
R5	15,5	7,0	2,21	16,2	317,5	106,2	108,5	-2,3	ej ok!
R6	18,0	6,0	3,00	17,3	332,5	90,2	108,0	-17,8	ej ok!

Storlek på skyddsrum

– L-form

- Nettoarea

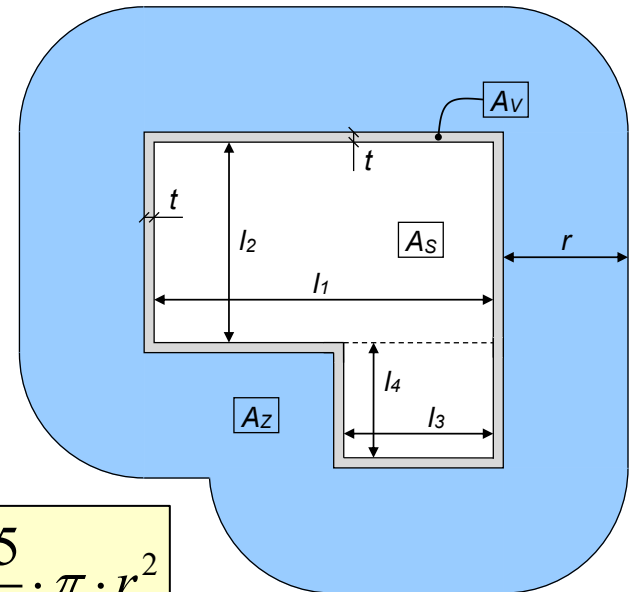
$$A_{S,L-form} = l_1 \cdot l_2 + l_3 \cdot l_4$$

- Väggarea

$$A_{V,L-form} = 2 \cdot (l_1 + l_2 + l_4) \cdot t + 4 \cdot t^2$$

- Zonbreddsarea

$$A_{Z,L-form} \approx 2 \cdot \left(l_1 + l_2 + l_4 + 4 \cdot t - \frac{r}{2} \right) \cdot r + \frac{5}{4} \cdot \pi \cdot r^2$$



Fall	Sidlängd i skyddsrum				Resultande areor					
	l_1 [m]	l_2 [m]	l_3 [m]	l_4 [m]	A_V [m ²]	A_Z [m ²]	$A_{S,max}$ [m ²]	A_S [m ²]	ΔA_S [m ²]	Kontroll [-]
L1	10,0	8,0	6,0	4,7	16,4	314,2	109,4	108,2	1,2	ok
L2	12,0	7,0	7,0	3,5	16,2	312,2	111,6	108,5	3,1	ok
L3	10,0	8,0	4,7	6,0	17,3	327,2	95,5	108,2	-12,7	ej ok!
L4	12,0	7,0	3,5	7,0	18,7	347,2	74,1	108,5	-34,4	ej ok!

Storlek på skyddsrum

– Observationer

- Enklare att uppfylla $r \geq 5,0$ m med rektangulär form än L-form

– Fortsatta beräkningar

- Rektangulär form

Fall	Sidlängd i skyddsrum			Resultterande areor					
	l_1	l_2	l_1 / l_2	A_V	A_Z	$A_{S,max}$	A_S	ΔA_S	Kontroll
	[m]	[m]	[-]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[-]
R4	13,5	8,0	1,69	15,5	307,5	116,9	108,0	8,9	ok

- L-form

Fall	Sidlängd i skyddsrum				Resultterande areor					
	l_1	l_2	l_3	l_4	A_V	A_Z	$A_{S,max}$	A_S	ΔA_S	Kontroll
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[-]
L1	10,0	8,0	6,0	4,7	16,4	314,2	109,4	108,2	1,2	ok

Pass 3: 13.00-13.45

Dimensioneringslösning

- D01-103: Inrymning och utrymning
- D02-103: Vapenlast och raslast

Dimensioneringslösning

- D01-103: Inrymning och utrymning
 - Inrymning
 - Inrymningslängd
 - Inrymningsvägens bredd
 - Utrymning
 - Typ av öppningar
 - Antal utrymningsvägar
 - Avstånd mellan öppningar
 - Utrymningsväg
 - Beräkningsexempel
 - Inrymning
 - Utrymning

Inrymning och utrymning

- Inrymning, inrymningslängd

- Krav: $l_{\text{dim}} \leq 100 \text{ m}$

$$l_{\text{dim}} = 1,0 \cdot l_1 + 0,5 \cdot l_2 + 2,5 \cdot l_3$$

- l_1 = Horizontal väg (m) utomhus eller inomhus i utrymme vars tak inte utgörs av armerad betong
 - l_2 = Horizontal väg (m) inomhus i utrymme vars tak utgörs av armerad betong
 - l_3 = Horizontal väg (m) i trappa
 - Tak av armerad betong
 - Tak med bärande komponenter av armerad betong, t.ex. plattbärlag, håldäck eller TT-kassetter
 - Inget krav på att tak ska kunna bära vapen- eller raslast

Inrymning och utrymning

- Inrymning, inrymningsvägens bredd

– Krav: $b \geq k \cdot b_0$, (Dörr: $b_{\text{SR-dörr}} \geq 0,90 \text{ m}$, $b_{\text{övr}} \geq 0,80 \text{ m}$)

$Q \text{ (st)}$	≤ 15	30	50	60	70	85	100	120	180	≥ 240
$b_0 \text{ (m)}$	0,45	0,60	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,60	1,90

Inrymningsväg	$k \text{ (-)}$
Dörr och horisontell väg	1,0
Rak trappa	1,5
Svängd trappa	2,0

	$Q \text{ (st)}$									
	≤ 15	30	50	60	70	85	100	120	180	≥ 240
Inrymningsväg	$b \text{ (m)}$									
Dörr, horisontal väg	-	-	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,60	1,90
Rak trappa	-	0,90	1,20	1,35	1,50	1,65	1,80	1,95	2,40	2,85
Svängd trappa	0,90	1,20	1,60	1,90	2,00	2,20	2,40	2,60	3,20	3,80

Inrymning och utrymning

- Utrymning, typ av öppningar
 - Krav:
 - Skyddsrumsdörr(ar) för att klara inrymning (minst en enkeldörr)
 - Används för både inrymning och utrymning, öppnas utåt
 - Minst två reservutgångar (undantag finns)
 - Används enbart för utrymning, öppnas inåt
 - Skyddsrumsdörrar
 - SRD 9x19, 9x21 : $b = 0,90 \text{ m} \rightarrow Q = 60 \text{ st/dörr}$
 - SRD 11x19, 11x21 : $b = 1,10 \text{ m} \rightarrow Q = 85 \text{ st/dörr}$
 - Om $Q \geq 86 \text{ st} \rightarrow$ Krävs två skyddsrumsdörrar i skyddsrum

Inrymning och utrymning

- Utrymning, antal utrymningsvägar

- Krav:

- Uppfylla ≥ 6 utrymningspoäng
 - **Alt A:** Öppning mynnar inomhus + ovanliggande bjälklag är inte dimensionerat för raslast
 - **Alt B:** Öppning mynnar inomhus + ovanliggande bjälklag är dimensionerat för raslast; Öppning mynnar till det fria + ovanliggande/näraliggande byggnad
 - **Alt C:** Öppning mynnar till det fria utan ovanliggande/näraliggande byggnad (för detta fall godtas lösning med enbart en reservutgång)

- Exempel på lösningar när $Q = 120$ st

- SR-dörr + Reservutgång: $2A+C$, $2A+2B$, $2A+(2A+1B)$, $2A+4A$

Alternativ	Poäng
A	1
B	2
C	4
Summa (A+B+C)	≥ 6

Inrymning och utrymning

- Utrymning, avstånd mellan öppningar

- Krav

- Bredd $\times$ höjd $\geq 0,8 \times 0,8$ m
 - Placera så långt ifrån varandra som möjligt, dock $\geq a_{\min}$ (m) mellan centrum öppning

$$a_{\min} = \max \left(\frac{3 \cdot a_0}{n}, 4,0 \right)$$

Q (st)	a ₀ (m)
30	5,0
60	7,0
120	10,0

- Kommentar

- Ett ökat antal öppningar medför ett minskat krav på inbördes avstånd
 - Om Q = 120 st: n = [3, 4, 5, 6] st $\rightarrow a_{\min} = [10.0, 7.5, 6.0, 5.0]$ m

Inrymning och utrymning

- Utrymning, utrymningsväg
 - Vägen från öppningen för utrymning i skyddsrummets begränsningsvägg till det fria
 - Krav
 - Bredd $\times$ höjd $\geq 0,9 \times 2,0$ m (lokalt $0,8 \times 1,9$ m)
 - Placera så långt ifrån varandra som möjligt, dock $\geq a_{\min}$ mellan utrymningsvägars centrumlinjer

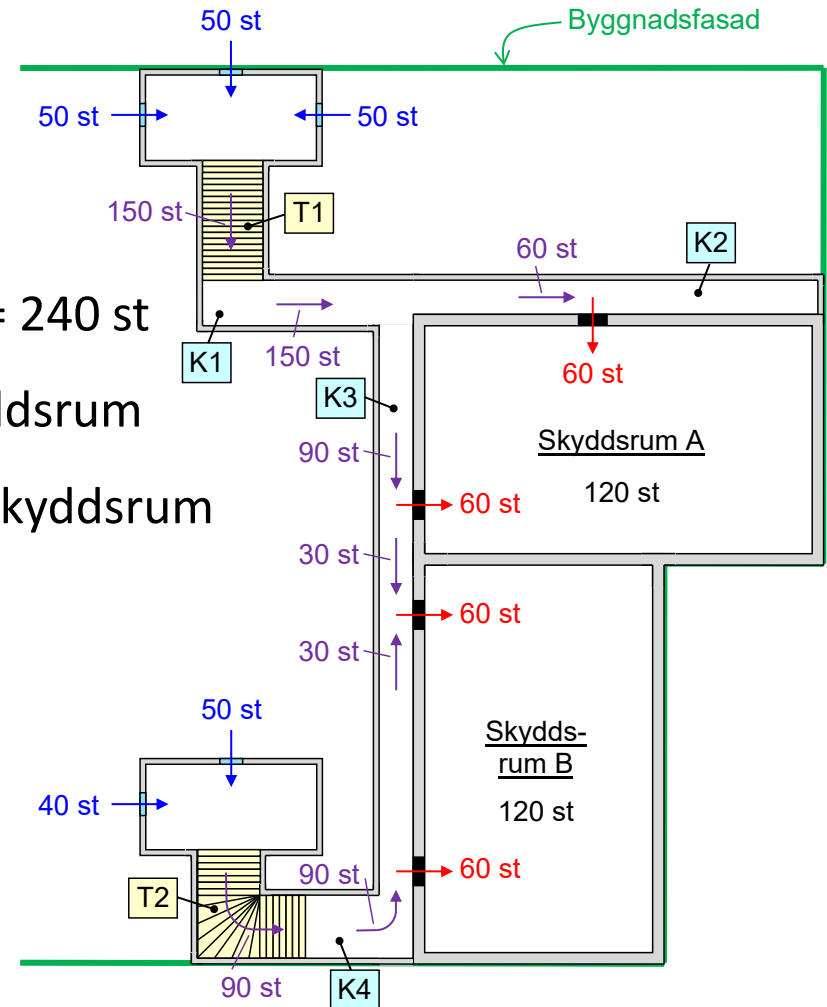
Inrymning och utrymning

• Beräkningsexempel

– Inrymning

- Antal skyddsökande: $150 + 90 = 240$ st
- Två skyddsrum, $Q = 120$ st/skyddsrum
- $Q = 120$ st $\rightarrow$ krävs två dörrar/skyddsrum

Typ	Beteckning	Q [st]	b_0 [m]	k [-]	b [m]
Rak trappa	T1	150	1,45	1,5	2,18
Svängd trappa	T2	90	1,14	2,0	2,28
Korridor	K1	150	1,45	1,0	1,45
Korridor	K2	60	0,90	1,0	0,90
Korridor	K3	90	1,14	1,0	1,14
Korridor	K4	90	1,14	1,0	1,14



För att skyddsrumsdörr ska kunna öppnas krävs lokalt att $b \geq B + 0,30$ m.

Inrymning och utrymning

- Beräkningsexempel

- Utrymning, utrymningspoäng

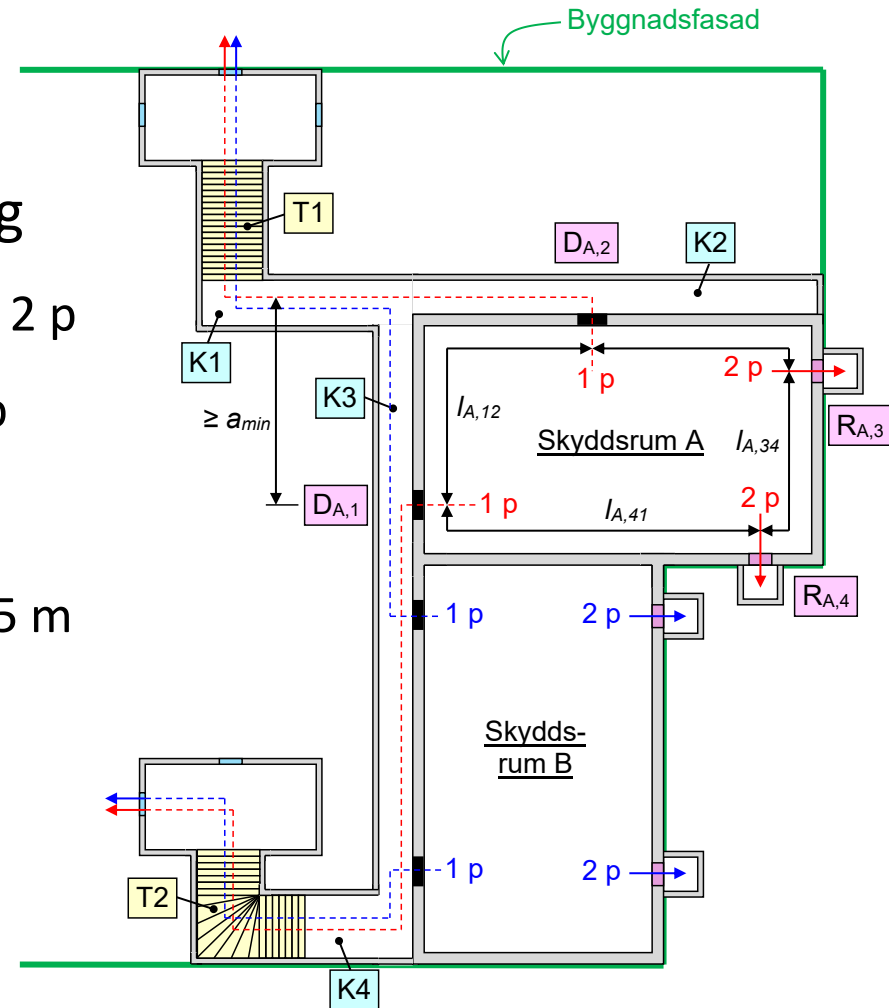
- 2 skyddsrumsdörrar (D): $1+1 = 2 \text{ p}$
 - 2 reservutgångar (R): $2+2 = 4 \text{ p}$

- Minsta avstånd

- $Q = 120 \text{ st}$, $n = 4 \text{ st} \rightarrow a_{\min} = 7,5 \text{ m}$
 - $l_{A,ij} \geq a_{\min}$

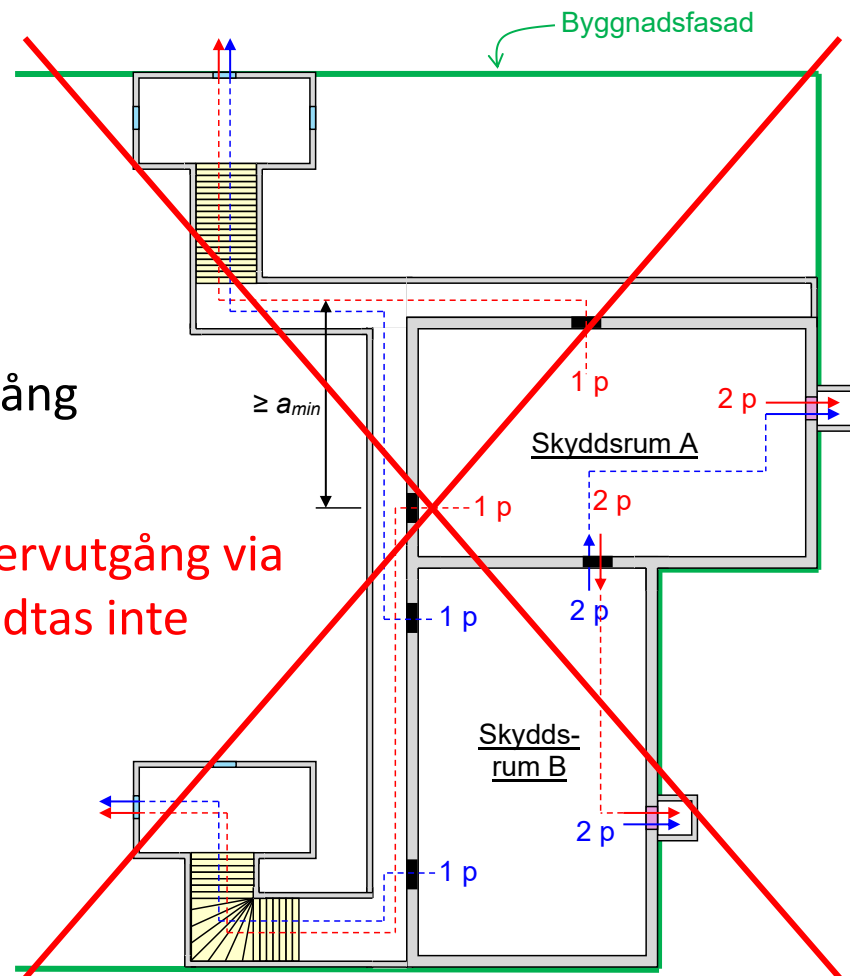
- Bredd och höjd

- Korridor: Uppfylls via krav på inrymning
 - Stigschakt: $\geq 1,2 \times 1,2 \text{ m}$



Inrymning och utrymning

- Att tänka på (I)
 - Det krävs minst två reservutgångar i ett skyddsrum
 - Undantag ges om en reservutgång uppfyller Alt C
 - En reservutgång + en extra reservutgång via ett angränsande skyddsrum godtas inte

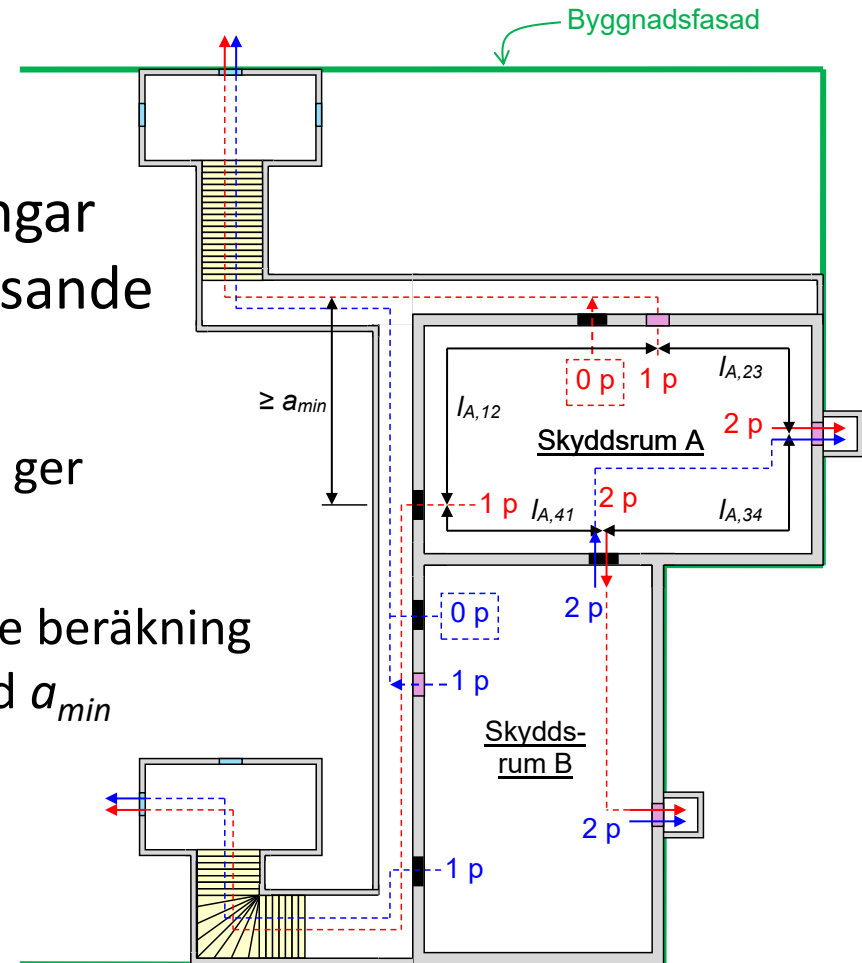


Inrymning och utrymning

- Att tänka på (II)

- Om det finns två reservutgångar godtas utrymning via angränsande skyddsrum

- Det godtas att en öppning inte ger utrymningspoäng
- En sådan öppning påverkar inte beräkning eller kontroll av minsta avstånd a_{min}



Dimensioneringslösning

- D02-103: Vapenlast och raslast
 - Bakgrund
 - Vapenlast
 - Grundvärde, Lastapplicering, Gemensam vägg/bjälklag mellan två skyddsrum
 - Reducerad vapenlast mot golv
 - Raslast
 - Grundvärde
 - Reducerad raslast
 - Beräkningsexempel
 - Förutsättningar, Lastkombinering
 - Vapenlast
 - Raslast, Reducerad raslast

Vapenlast och raslast

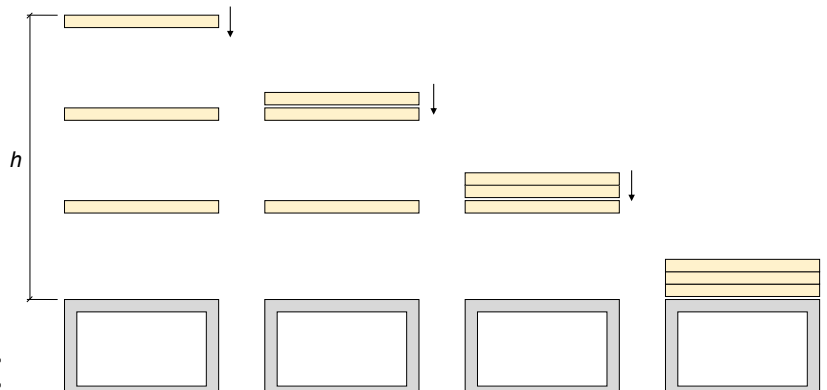
- Bakgrund

- Vapenlast

- Kortvarig impulslast, arkivbomb (125 kg TNT på 5 m)
 - Långvarig trycklast, kärnvapenladdning på långt avstånd

- Raslast

- Nedfallande rasmassor från ovanliggande byggnad
 - Initieras av explosion som inte påverkar skydsrummet



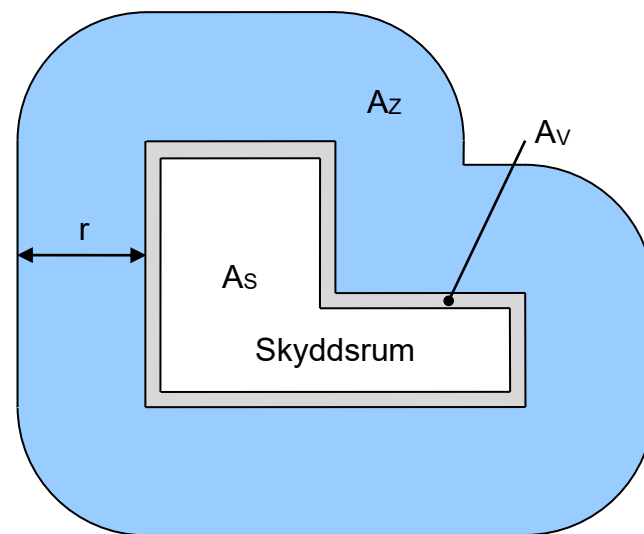
- Vapenlast och raslast verkar inte samtidigt

Vapenlast och raslast

- Vapenlast, grundvärde

Maximal zongräns, r (m)	Mot skyddet, $q_{\text{vapen},1}$ (kN/m ²) ¹⁾	Från skyddet, $q_{\text{vapen},2}$ (kN/m ²) ¹⁾
$\geq 5,0$	50	8
4,0	70	12
3,0	100	16
2,0	180	30
$< 2,0$	Dynamisk beräkning	

¹⁾ För avstånd mellan redovisade värden godtas linjär interpolering.

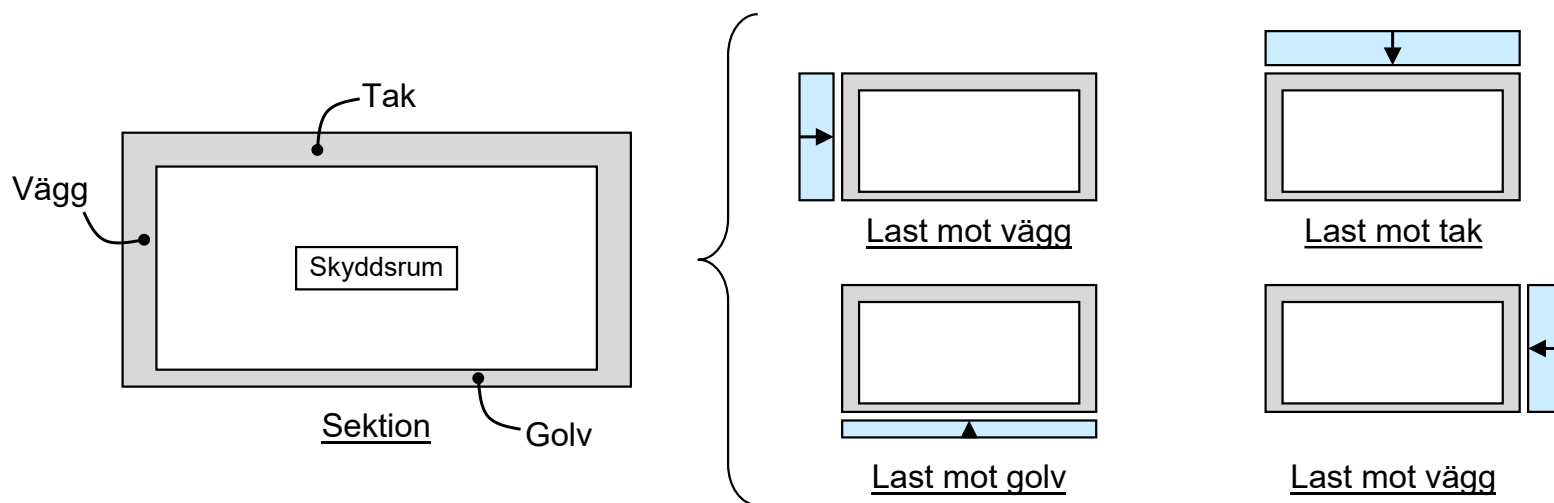


– Zongräns: $r \geq 5,0$ m ska eftersträvas

- Påverkar vapenlast och kraft för infästning

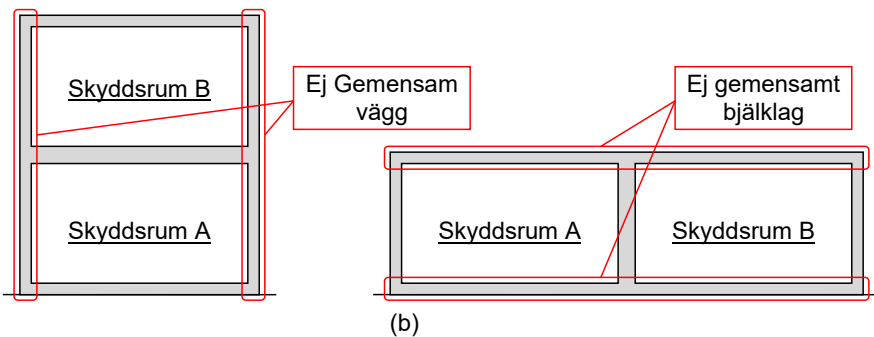
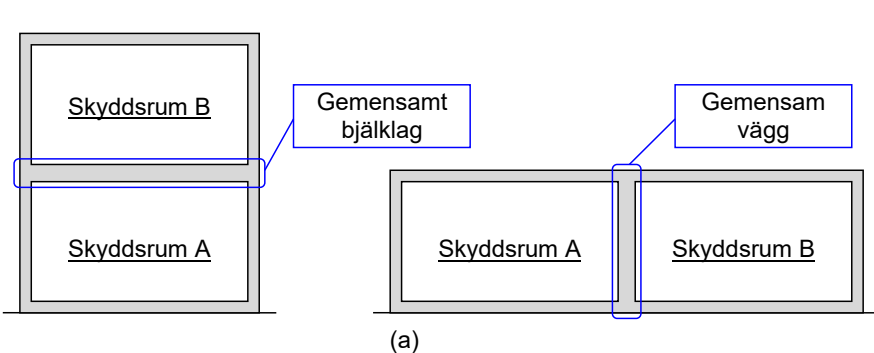
Vapenlast och raslast

- Lastapplicering
 - Jämnt utbredd last, varje konstruktionsdel betraktas separat

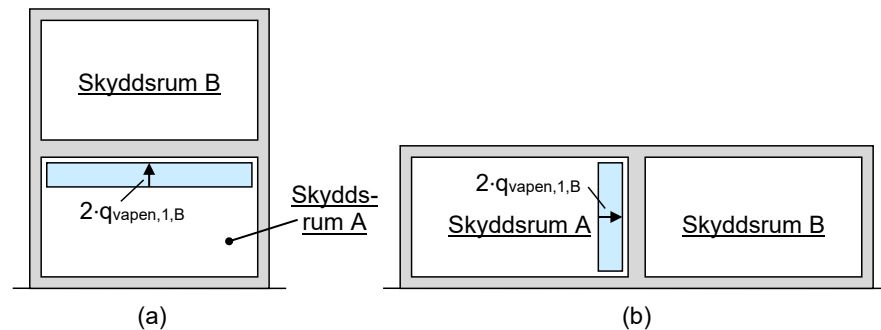
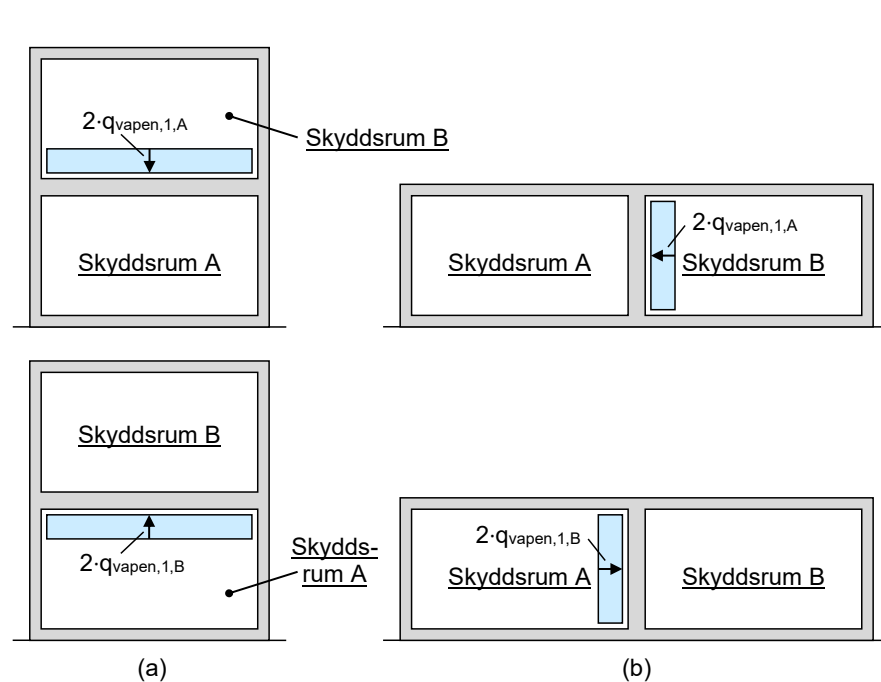


Vapenlast och raslast

- Gemensam vägg/bjälklag mellan två SR
 - För gemensam vägg/bjälklag mellan två skyddsrum dubblas vapenlasten



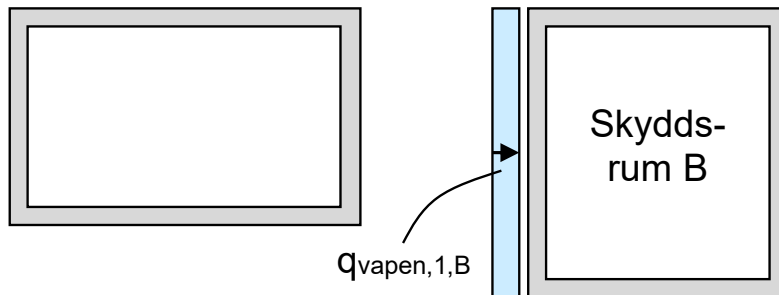
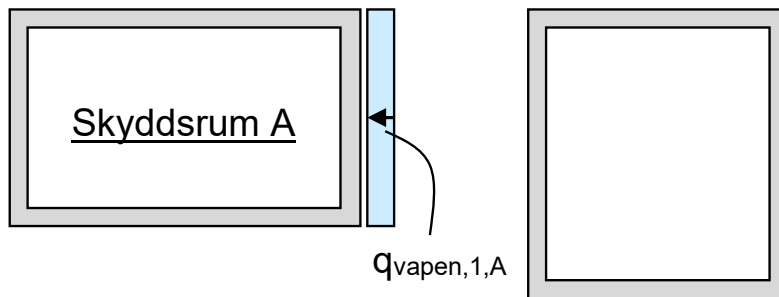
Definition



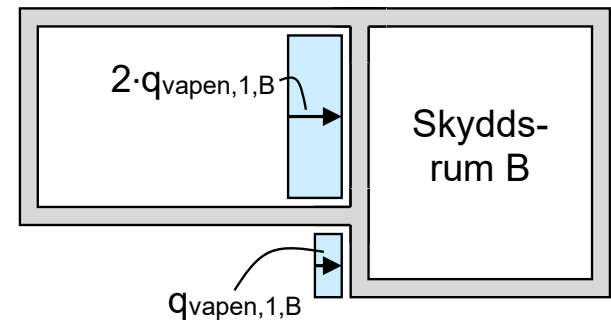
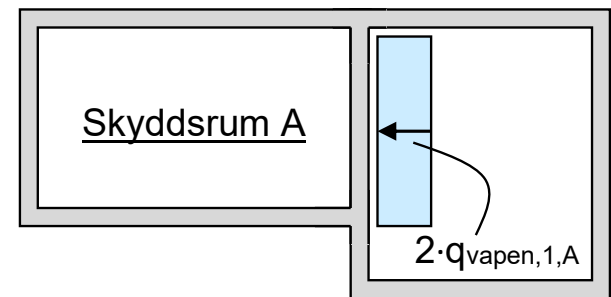
Belastning

Vapenlast och raslast

- Delvis gemensam vägg mellan två skyddsrum



Två enskilda SR



Två SR med gemensam vägg

Vapenlast och raslast

- Reducerad vapenlast mot golv

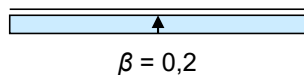
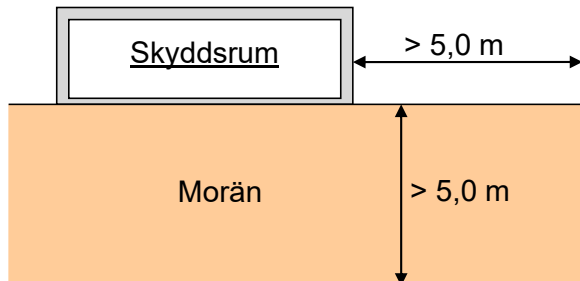
$$q_{v,red} = \beta \cdot q_{vapen,1}$$

Grundtyp	Beskrivning	Lastfaktor β (-)	
		$r \geq 5,0$ m	$r < 5,0$ m
1	berg, sprängbotten, sprängsten, grus ($\geq 1,0$ m)	0,0	0,2
2	grus ($< 1,0$ m), morän, sand, silt, fast lera ($C_{uk} \geq 50$ kPa)	0,2	0,4
3	ej fast lera ($C_{uk} < 50$ kPa), luftfyllt tomrum	1,0	1,0

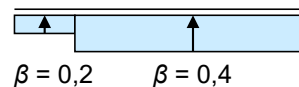
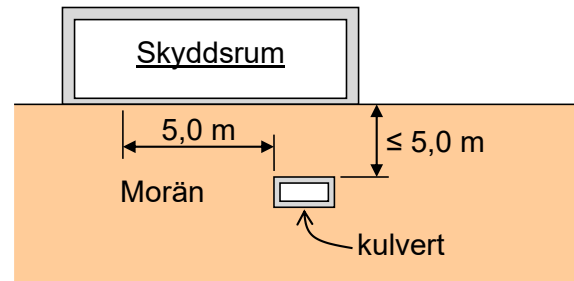
- Olika lastvärden mot olika delar av golv godtas
- Den ogynnsammaste grundtypen inom 5 m ska tillämpas

Vapenlast och raslast

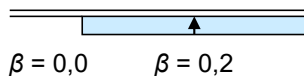
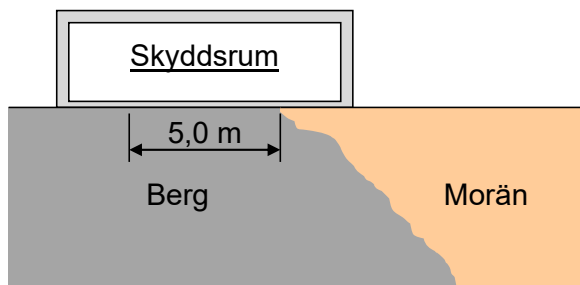
- Reducerad vapenlast mot golv
 - Exempel: Berg (grundtyp 1), Morän (grundtyp 2)



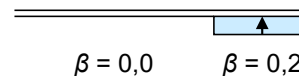
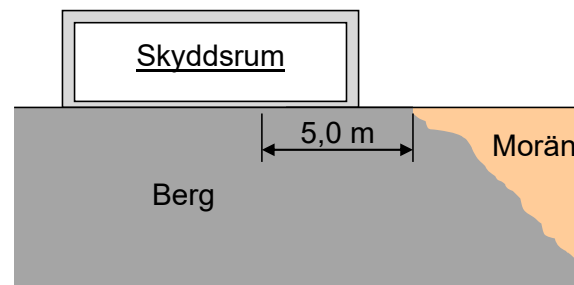
(a)



(b)



(c)



(d)

Vapenlast och raslast

- Raslast, grundvärde

- Ovanliggande byggnad

$$q_{b,1} = (0,7 \cdot \sqrt{h_t} + 1) \cdot m_b$$

- Näraliggande byggnad, rasmassa känd

$$q_{n,1} = (0,7 \cdot \sqrt{h_t} + 1) \cdot m_n$$

- Näraliggande byggnad, rasmassa okänd

$$q_{\max} = 1,5 \cdot \sqrt{h_n^3} + 3,0 \cdot h_n$$

- Total raslast

$$q_{ras} = \max(q_b, \eta_n \cdot q_n, 50)$$

$$q_b = \min(q_{b,1}, q_{\max})$$

$$q_n = \begin{cases} \min(q_{n,1}, q_{\max}) \\ q_{\max} \end{cases}$$

- Maximal raslast begränsas av $m' = m / h = 3,0 \text{ kN/m}^3$

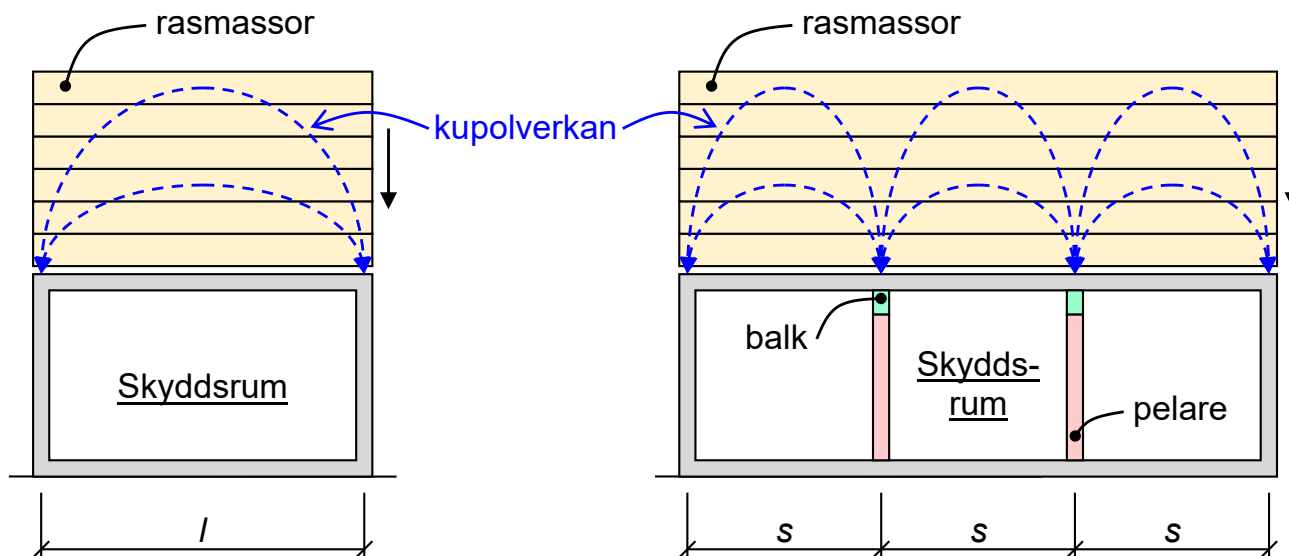
Vapenlast och raslast

- Reducerad raslast

- Kupolverkan i rasmassorna ger reducerad last mot bjälklag

$$q_{r,red} = \max(\alpha_{ras} \cdot q_{ras}, 50)$$

$$\alpha_{ras} = \frac{3b}{h} \leq 1,0$$



- Koncept förutsätter linjeupplag av vägg/balk

Pass 4: 14.00-14.50

Dimensioneringslösning

- D02-103: Vapenlast och raslast (forts.)
- D04-102: Dimensionering av takplatta

Vapenlast och raslast

- Beräkningsexempel

- Ovanliggande byggnad

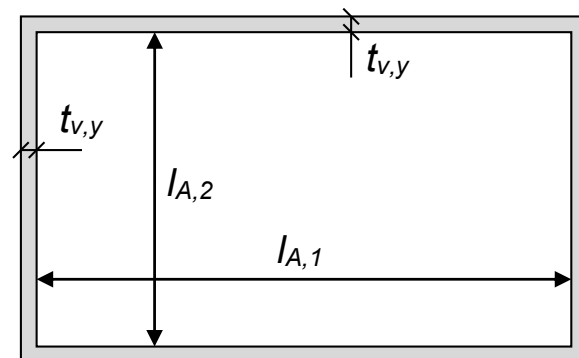
- Antal våningar: $n = 5$ st
 - Våningshöjd: $h_{\text{vån}} = 3,2$ m
 - Statiska laster
 - Bjälklag: $g_b = 5,0$ kN/m²
 - Installationer: $g_{\text{in}} = 0,5$ kN/m²
 - Innerväggar: $g_{\text{v,i}} = 0,5$ kN/m²
 - Fasad: $g_{\text{fasad}} = 2,5$ kN/m²
 - Nyttig last: $q_n = 2,0$ kN/m²
 - Snölast: $q_s = 2,0$ kN/m²

Vapenlast och raslast

- Skyddsrummets geometri

- Skyddsrum A (rektangulär form, fall R4)

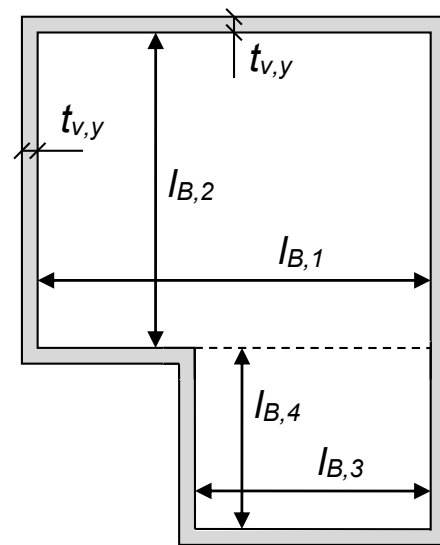
- $l_{A,1} = 13,5 \text{ m}$, $l_{A,2} = 8,0 \text{ m}$
 - $A_{V,A} = 15,5 \text{ m}^2$, $A_{S,A} = 108,0 \text{ m}^2$
 - Fasadvägg: $l_{v,y} = l_{A,1} = 13,5 \text{ m}$



Skyddsrum A

- Skyddsrum B (L-form, fall L1)

- $l_{B,1} = 10,0 \text{ m}$, $l_{B,2} = 8,0 \text{ m}$, $l_{B,3} = 6,0 \text{ m}$, $l_{B,4} = 4,7 \text{ m}$
 - $A_{V,B} = 16,4 \text{ m}^2$, $A_{S,B} = 108,2 \text{ m}^2$
 - Fasadvägg: $l_{v,y} = l_{B,1} = 10,0 \text{ m}$



Skyddsrum B

Vapenlast och raslast

- Lastkombinering

- Exceptionell lastsituation (olycksfall)

$$Q_d = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + A_d + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,i} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

- G_k = Karakteristisk last av egentyngd
 - A_d = Dimensionerande last av vapenlast eller raslast
 - Q_k = Karakteristisk last av variabel last
 - För bostad och kontor fås
 - $\psi_{1,nyttig} = 0,5$ (vapenlast och raslast är en känd olyckslast)
 - $\psi_{2,nyttig} = 0,3$
 - $\psi_{2,snö} = 0,2$

Vapenlast och raslast

- Vapenlast
 - Grundvärde
 - Zongräns: $r \geq 5,0 \text{ m} \rightarrow q_{\text{vapen},1} = 50 \text{ kN/m}^2$
 - Inget gemensamt bjälklag mellan två skyddsrum $\rightarrow$ normal last
 - Raslast kommer vara dimensionerande mot tak

Vapenlast och raslast

- Raslast, grundvärde

– Rasmassa m_b

Typ av last	Beskrivning	Beteckning	q_k [kN/m ²]	ψ [-]	q_d [kN/m ²]	n [st]	$n \cdot q_d$ [kN/m ²]
Permanent	Bjälklag	g_b	5.0	1.0	5.0	5	25.0
Permanent	Installation med mera	g_{in}	0.5	1.0	0.5	5	2.5
Permanent	Innervägg	$g_{v,i}$	0.5	1.0	0.5	5	2.5
Permanent	Yttervägg	$g_{v,y}$	0.9	1.0	0.9	5	4.5
Variabel	Nyttig last, en våning	$q_{n,1}$	2.0	0.5	1.0	1	1.0
Variabel	Nyttig last, övriga vån	$q_{n,2}$	2.0	0.3	0.6	4	2.4
Variabel	Snö	q_s	2.0	0.2	0.4	1	0.4
Total	Rasmassa	m_b					38.3

- Yttervägg:

$$g_{v,y} = \frac{g_{fasad} \cdot (h_{vån} \cdot (l_1 + 2 \cdot t_{v,y}))}{A_S + A_V} = \frac{2,5 \cdot (3,2 \cdot 14,2)}{108,0 + 15,5} \approx 0,9 \text{ kN/m}^2$$

Vapenlast och raslast

- Raslast, grundvärde

- Byggnadshöjd: $h_n = n \cdot h_{vån} = 5 \cdot 3,2 = 16,0 \text{ m}$

- Tyngdpunkt: $h_t = h_n/2 = 16,0/2 = 8,0 \text{ m}$

- En noggrann beräkning ger $h_t = 9,0 \text{ m} > 8,0 \text{ m}$

- Det godtas dock att använda förenklad metod → använd $h_t = 8,0 \text{ m}$

$$h_t = \frac{\sum_i (q_i \cdot z_i)}{\sum_i q_i}$$

- Raslast

$$q_{b,1} = (0,7 \cdot \sqrt{h_t} + 1) \cdot m_b = (0,7 \cdot \sqrt{8,0} + 1) \cdot 38,3 = 114 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\max} = 1,5 \cdot \sqrt{h_n^3} + 3,0 \cdot h_n = 1,5 \cdot \sqrt{16,0^3} + 3,0 \cdot 16,0 = 144 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\text{ras}} = 114 \text{ kN/m}^2$$

- Rasmassornas tunghet: $m'_b = m_b/h_n = 38,3/16,0 = 2,4 \text{ kN/m}^3$

- Jämför med $m'_{b,\max} = 3,0 \text{ kN/m}^3$ som ger maximal raslast $q_{\max}$

Vapenlast och raslast

- Reducerad raslast, grundfall

$$q_{r,red} = \max(\alpha_{ras} \cdot q_{ras}, 50)$$

$$\alpha_{ras} = \frac{3b}{h} \leq 1,0$$

- Kriterium för lastreduktion

$$b < \frac{h_n}{3} = \frac{16,0}{3} = 5,33 \text{ m}$$

- Skyddsrum A

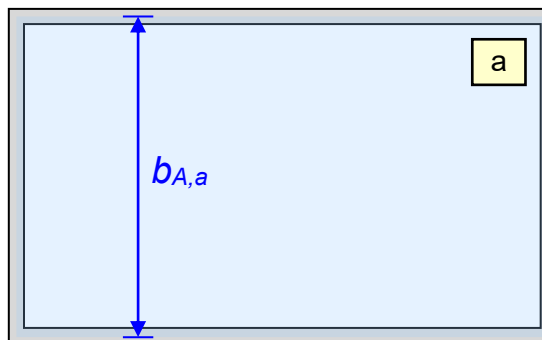
- $b_{A,a} = 8,35 \text{ m}$

- Skyddsrum B

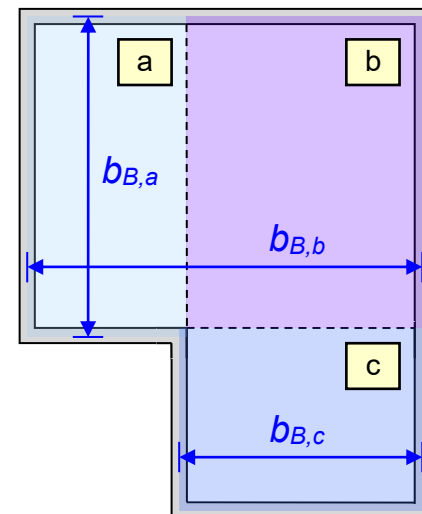
- $b_{B,a} = 8,35 \text{ m}$

- $b_{B,b} = 13,85 \text{ m}$

- $b_{B,c} = 6,35 \text{ m}$



Skyddsrum A



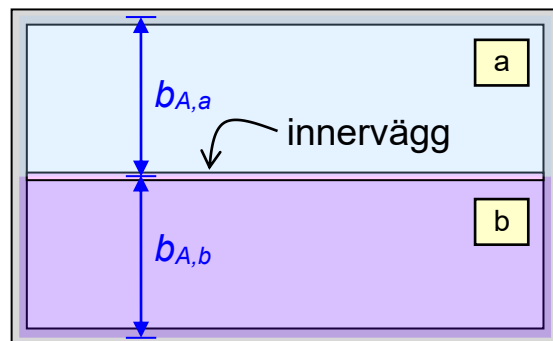
Skyddsrum B

- $b > 5,33 \text{ m} \rightarrow q_{ras} = q_{r,red} = 114 \text{ kN/m}^2$

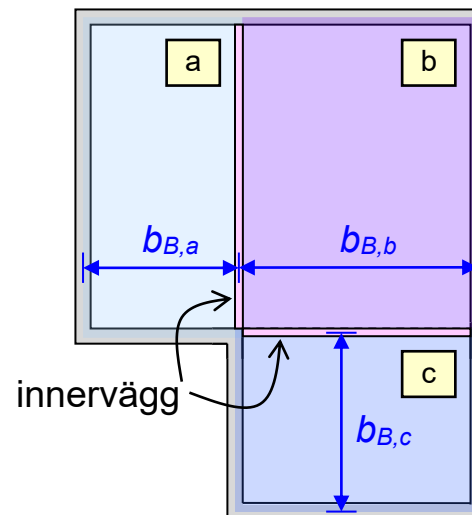
- Undersök effekt av bärande innerväggar

Vapenlast och raslast

- Reducerad raslast, **bärande innerväggar**



Skyddsrum A



Skyddsrum B

– Tillåten vägg tjocklek

- Skyddsrum A: $A_{\text{övr}} = 2,5 \text{ m}^2$, $l_{v,i} = 13,5 \text{ m} \rightarrow t_{v,i} = 2,5/13,5 = 0,185 \text{ m}$
- Skyddsrum B: $A_{\text{övr}} = 2,7 \text{ m}^2$, $l_{v,i} = 14,0 \text{ m} \rightarrow t_{v,i} = 2,7/14,0 = 0,192 \text{ m}$
- **Välj $t_{v,i} = 0,16 \text{ m}$ för båda skyddsrummen**

Vapenlast och raslast

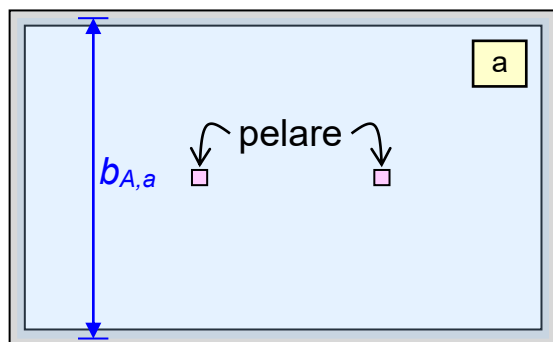
- Reducerad raslast, **bärande innerväggar**

Skyddsrum	Del	l_{fri} [m]	t_1 [m]	t_2 [m]	b [m]	h_n [m]	α_{ras} [-]	$q_{r,red}$ [kPa]
A	a	3,92	0,35	0,16	4,18	16,0	0,78	89
	b	3,92	0,35	0,16	4,18	16,0	0,78	89
B	a	3,84	0,35	0,16	4,10	16,0	0,77	88
	b	6,00	0,35	0,16	6,26	16,0	1,00	114
	c	4,54	0,35	0,16	4,80	16,0	0,90	103

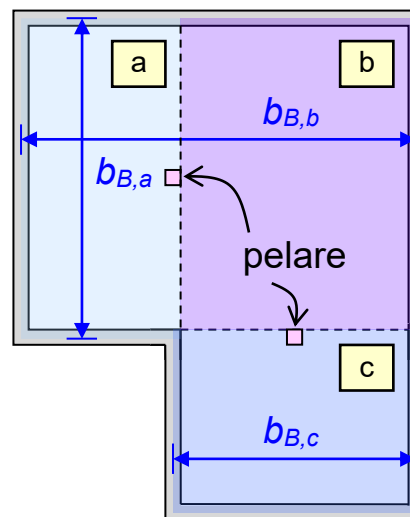
- $q_{r,red}$ verkar mot bjälklag
- $q_{ras} = 114 \text{ kN/m}^2$ verkar mot väggar
- Fortsatta beräkningar görs enbart för skyddsrum A

Vapenlast och raslast

- Reducerad raslast, **pelardäck**
 - Alternativ till bärande väggar
 - Reducerad spännvidd för beräkning av moment och tvärkraft
 - Får ej tillgodoräknas för beräkning av spännvidd för reducerad raslast (inget linjeupplag)



Skyddsrum A

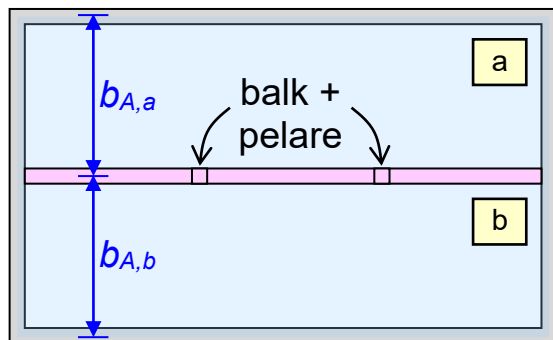


Skyddsrum B

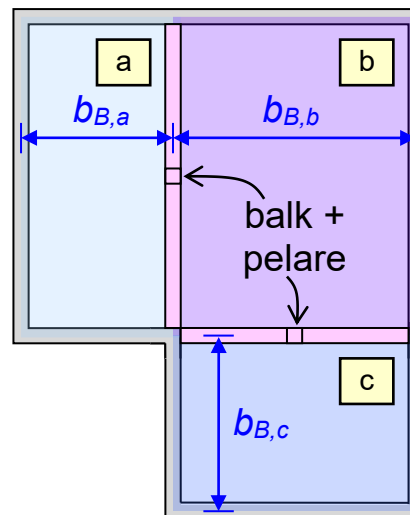
- Raslast kan inte reduceras

Vapenlast och raslast

- Reducerad raslast, **pelare + balkar**
 - Alternativ till bärande väggar
 - Reducerad spännvidd för beräkning av moment och tvärkraft
 - Får tillgodoräknas för beräkning av spännvidd (linjeupplag uppfylls)



Skyddsrum A



Skyddsrum B

- Raslast kan reduceras

Dimensioneringslösning

- D04-102: Dimensionering av takplatta
 - Krav i SR
 - Beräkningsmodell för platta (Strimlemetoden)
 - Beräkningsexempel
 - Lastkombinering
 - Lastfördelning i platta
 - Material och geometri
 - Erforderlig armeringsmängd
 - Momentkapacitet
 - Vald momentfördelning i platta

Dimensionering av takplatta

- Krav i SR

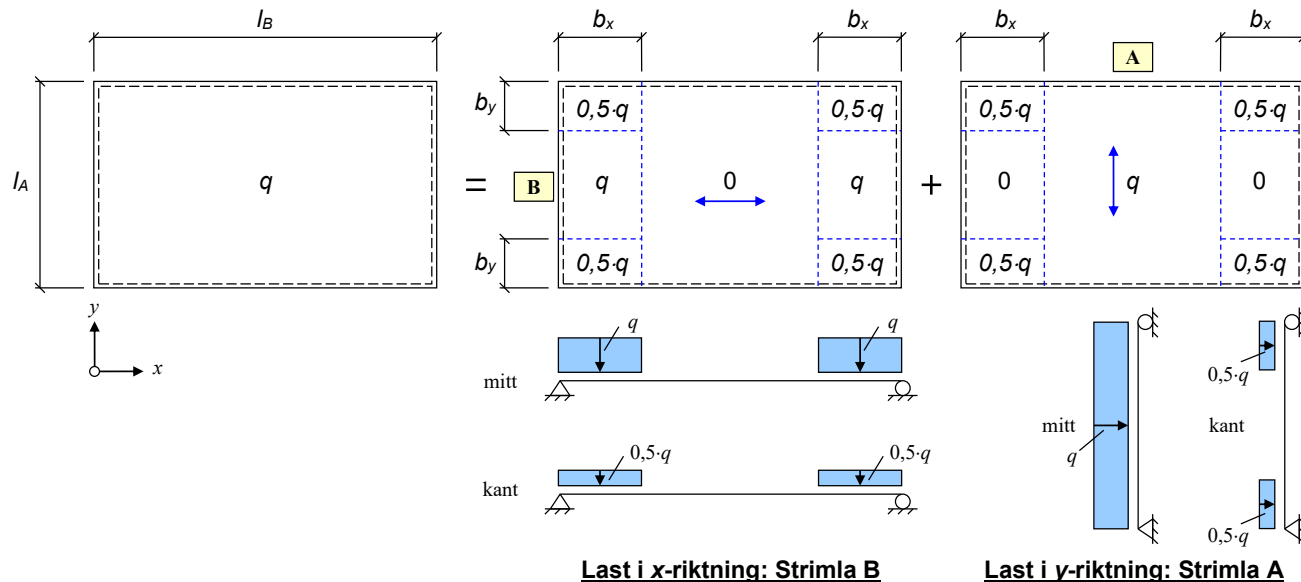
- Betong: Minst C25/30, max C50/60
 - $c_{insida} \leq 50 \text{ mm}$
- Armering: Kamstänger K500C, får ej svetsas
 - $f_{yd} = 1,0 \cdot f_{yk}$, $\phi \geq 10 \text{ mm}$, $s \leq 200 \text{ mm}$
 - $\rho_{s,min} = \max(26 \cdot f_{ctm} / f_{yk}, 0,14)$, $\rho_{s,max} = 20 \cdot f_{cd} / f_{yd} [\%]$
 - Dubbelarmerat tvärsnitt
- Betongens tvärkraftskapacitet: $V_{Rd,c,dyn} = 1,1 \cdot V_{Rd,c,sta}$
- Momentfördelning i balk/platta: $m_{Rd,stöd} \leq 1,5 \cdot m_{Rd,fält}$
- Momentfördelning i pelardäck: $m_{Rd,stöd,m} \leq 1,0 \cdot m_{Rd,fält}$

Dimensionering av takplatta

- Beräkningsmodell för platta
 - Elastisk respons:
 - En "unik" lösning (specialfall)
 - (lastdiagram), (lasttabeller), FEM
 - Plastisk respons: flera möjliga lösningar
 - Plastisk omlagring beaktas → flera möjliga lösningar
 - Strimlemetoden, Brottlinjemetoden

Dimensionering av takplatta

- Strimlemetoden, enkel lastfördelning
 - Vridmoment bortses från
 - Plattan delas in i strimlor i två huvudriktningar
 - Lasten fördelas mellan två vinkelrätt placerade strimlor
 - Strimlor dimensioneras som tvåsidigt upplagd plattstrimla



Dimensionering av takplatta

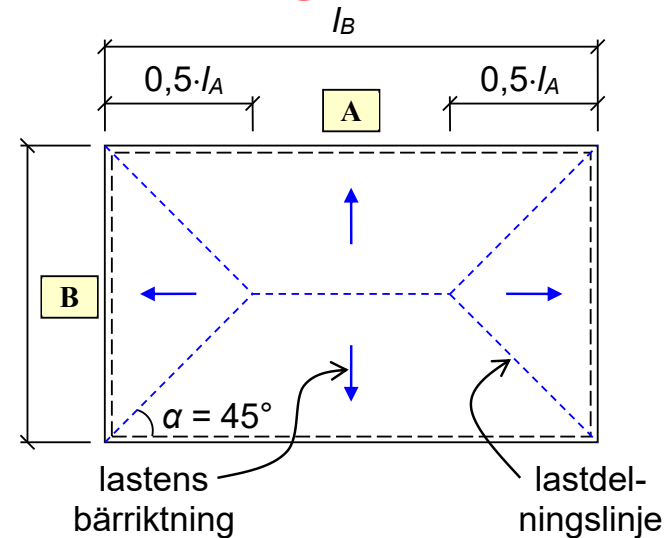
- Strimlemetoden, **justerad lastfördelning**

- Naturliga lastdelningslinjer

- Tvärkraft: $v = 0 \text{ kN/m}$

- Ansätt stödmoment $m_s = 0 \text{ kNm/m}$ l_A

- Vinkel: $\alpha = 45^\circ$



Dimensionering av takplatta

- Strimlemetoden, **justerad lastfördelning**

- Naturliga lastdelningslinjer

- Tvärkraft: $v = 0$ kN/m

- Ansätt stödmoment $m_s = 0$ kNm/m l_A

- Vinkel: $\alpha = 45^\circ$

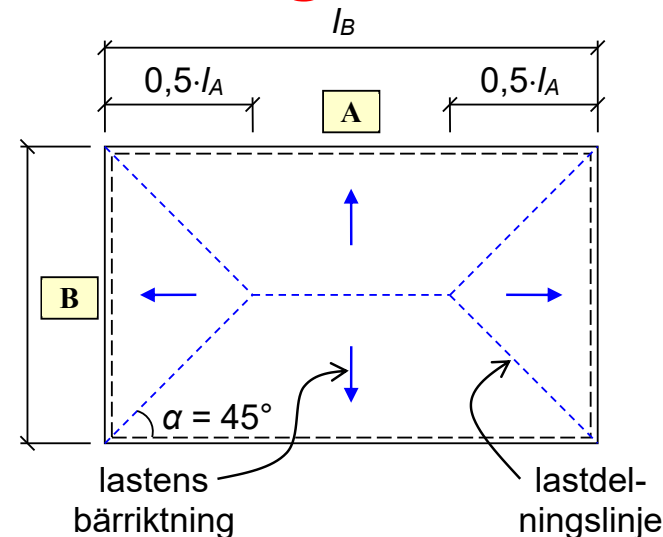
- Medelvärde för moment/tvärkraft beräknas i strimla via jämvikt

- Inverkan av $m_s \neq 0$ kNm/m beaktas senare

- Fördelning av moment/tvärkraft väljs för kant- och mittdel

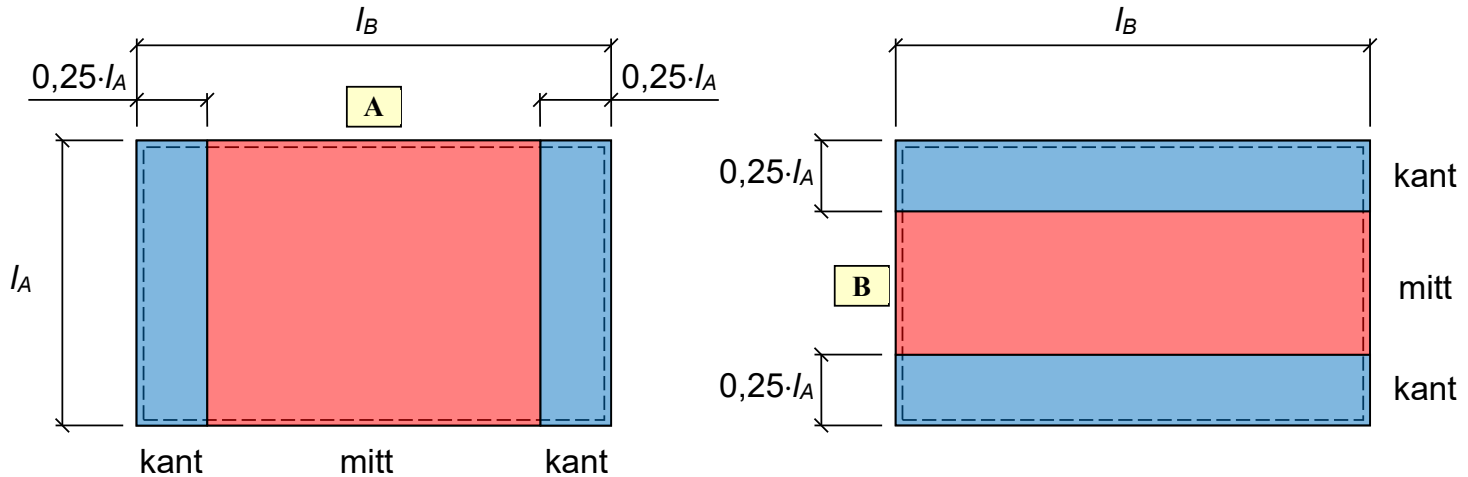
- Moment: $m_{kant} = 0,5 \cdot m_{mitt}$

- Tvärkraft: $v_{kant} = 0,5 \cdot v_{mitt}$



Dimensionering av takplatta

- Strimlemetod, Moment och tvärkraft

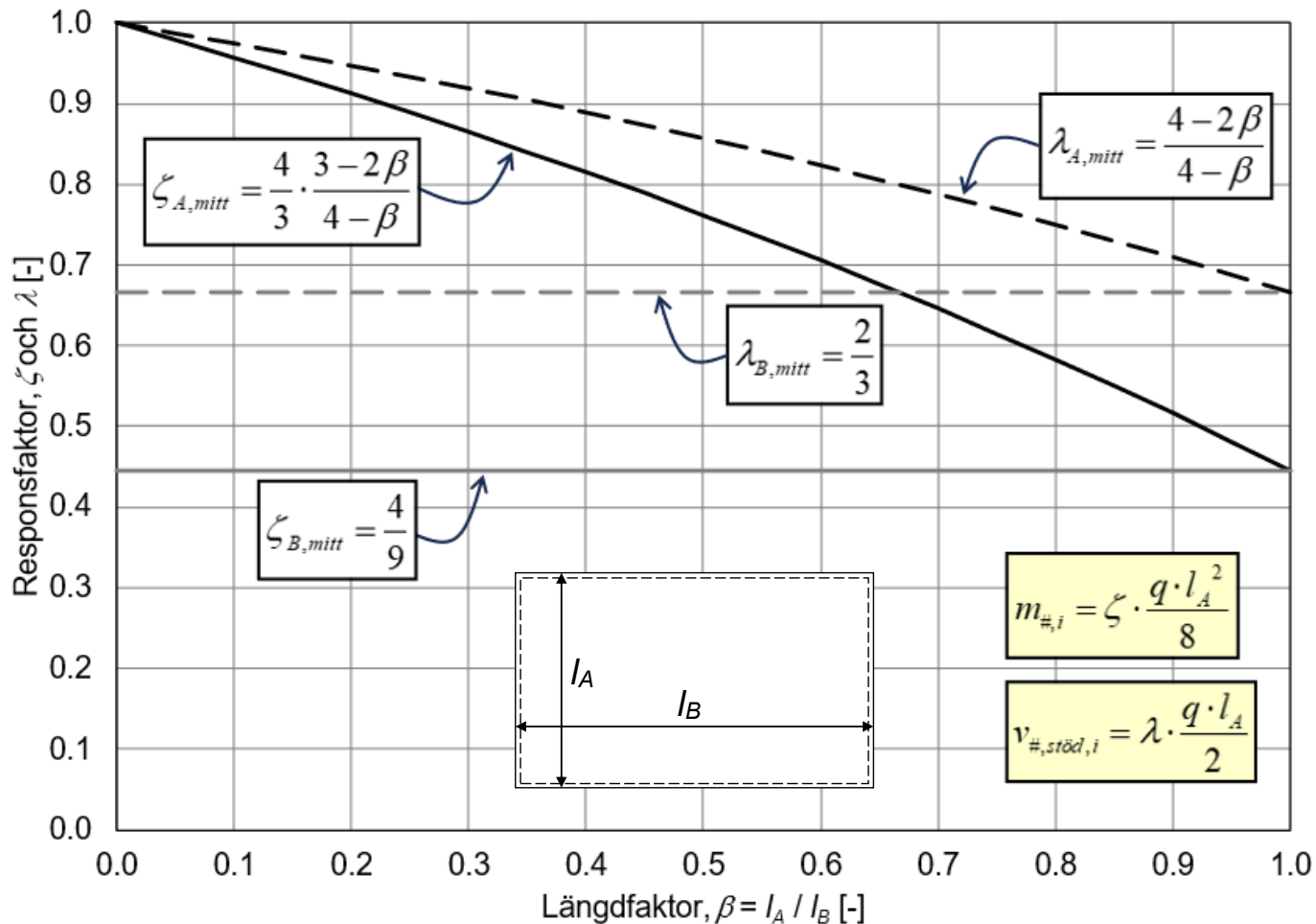


Strimla	Moment, $m_{\#,i} = \zeta \cdot \frac{q \cdot l_A^2}{8}$		Tvärkraft, $v_{\#,stöd,i} = \lambda \cdot \frac{q \cdot l_A}{2}$	
	Mitt	Kant	Mitt	Kant
A	$\zeta_{A,mitt} = \frac{4}{3} \cdot \frac{3-2\beta}{4-\beta}$	$\zeta_{A,kant} = \frac{2}{3} \cdot \frac{3-2\beta}{4-\beta}$	$\lambda_{A,mitt} = \frac{4-2\beta}{4-\beta}$	$\lambda_{A,kant} = \frac{2-\beta}{4-\beta}$
B	$\zeta_{B,mitt} = \frac{4}{9}$	$\zeta_{B,kant} = \frac{2}{9}$	$\lambda_{B,mitt} = \frac{2}{3}$	$\lambda_{B,kant} = \frac{1}{3}$

$$\beta = \frac{l_A}{l_B}$$

Dimensionering av takplatta

- Strimlemetod, Moment och tvärkraft

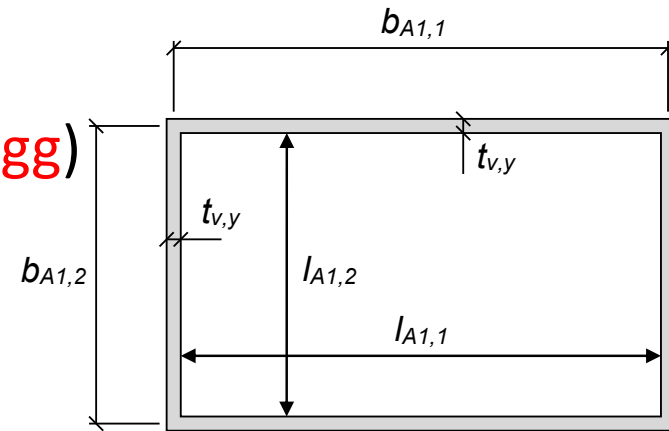


Dimensionering av takplatta

• Beräkningsexempel

– Skyddsrum A1 (utan bärande innervägg)

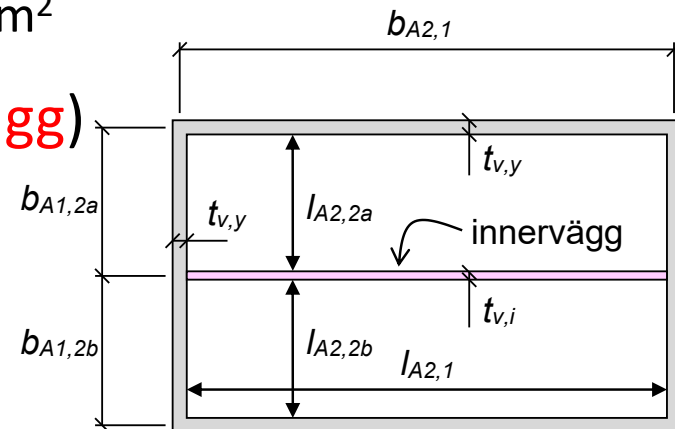
- $t_{v,y} = 0,35 \text{ m}$, $t_t = 0,35 \text{ m}$
- $l_{A,1} = 13,5 \text{ m} \rightarrow b_{A1,1} = 13,85 \text{ m}$
- $l_{A,2} = 8,0 \text{ m} \rightarrow b_{A1,2} = 8,35 \text{ m}$
- $q_{vapen,1} = 50 \text{ kN/m}^2$, $q_{ras} = q_{r,red} = 114 \text{ kN/m}^2$



Skyddsrum A1

– Skyddsrum A2 (med bärande innervägg)

- $t_{v,y} = 0,35 \text{ m}$, $t_{v,i} = 0,16 \text{ m}$, $t_t = 0,35 \text{ m}$
- $l_{A,2} = 13,5 \text{ m} \rightarrow b_{A2,1} = 13,85 \text{ m}$
- $l_{A2,2} = 3,92 \text{ m} \rightarrow b_{A2,2} = 4,175 \text{ m}$
- $q_{vapen,1} = 50 \text{ kN/m}^2$, $q_{ras} = 114 \text{ kN/m}^2$, $q_{r,red} = 89 \text{ kN/m}^2$



Skyddsrum A2

Dimensionering av takplatta

- Lastkombinering

$$Q_d = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + A_d + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,i} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

- Vapenlast

- Kombinera vapenlast med egentyngd + nyttig last

$$q_{d,vapen} = (q_t + q_{v,i}) + q_{vapen,1} + \psi_{1,n} \cdot q_n = (8,8 + 0,5) + 50 + 0,5 \cdot 2,0 = 60,3 \text{ kN/m}^2$$

- Raslast

- Kombinera raslast med egentyngd skyddsrumstak

$$q_{d,ras,A1} = q_{v,i} + q_{r,red,A1} = 8,8 + 114 \approx 123 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{d,ras,A2} = q_{v,i} + q_{r,red,A2} = 8,8 + 89 \approx 98 \text{ kN/m}^2$$

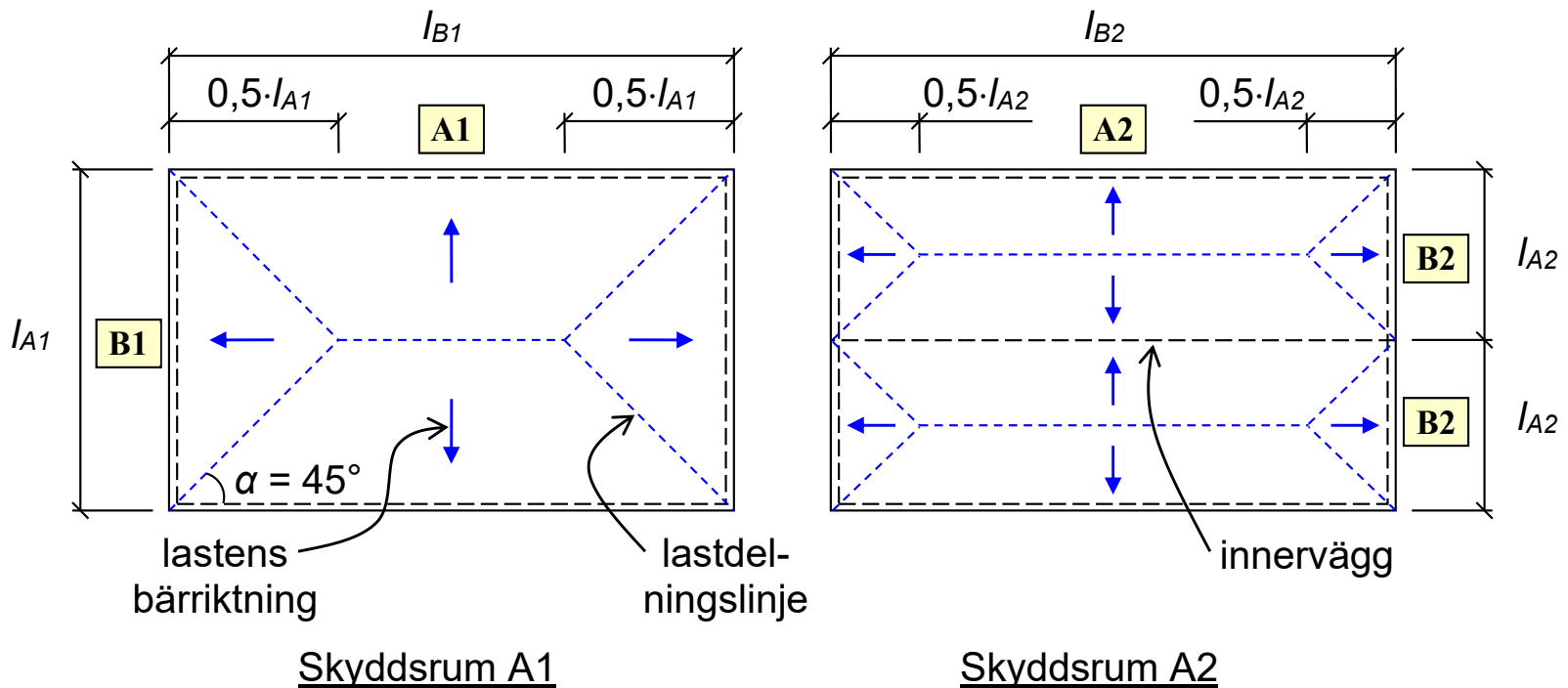
- Raslast dimensionerande

Dimensionering av takplatta

- Lastfördelning i platta

- SR A1: $l_{A1} = 8,35 \text{ m}$, $l_{B1} = 11,85 \text{ m}$, $q_{d,ras,A1} = 123 \text{ kN/m}^2$

- SR A2: $l_{A2} = 4,175 \text{ m}$, $l_{B1} = 13,85 \text{ m}$, $q_{d,ras,A1} = 98 \text{ kN/m}^2$



Dimensionering av takplatta

- Lastfördelning i platta
 - Nyttja tidigare visade samband

Skyddsrum	Raslast		Strimla	Moment			Tvärkraft		
	$q_{d,ras}$ [kN/m ²]	q_{d,ras_red} [kN/m ²]		m_m [kNm/m]	m_{mitt} [kNm/m]	m_{kant} [kNm/m]	$v_{stöd,m}$ [kN/m]	$v_{stöd,mitt}$ [kN/m]	$v_{stöd,kant}$ [kN/m]
A1	123	123	A	641	755	378	369	432	212
			B	357	476	238	257	343	172
A2	123	98	A	171	185	93	174	188	94
			B	71	95	48	103	138	69

- Stora snittkrafter i Skyddsrum A1 → Gå vidare med A2

Dimensionering av takplatta

- Material och geometri (I)

- Täckande betongskikt

- Vidhäftning: $c_{min,b} = 12 \text{ mm}$ ($\phi \leq 12 \text{ mm}$ antas)
 - Miljöpåverkan: XC1, L50 $\rightarrow c_{min,dur} = 10 \text{ mm}$
 - Tolerans: $\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$
 - Totalt: $c_{nom} = \max(c_{min,b}, c_{min,dur}) + \Delta c_{dev} = 12 + 10 = 22 \text{ mm}$ ($\leq 50 \text{ mm}$)

- Material

- Betong C25/30: $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$, $\gamma_C = 1,2$
 $\rightarrow f_{cd} = 20,8 \text{ MPa}$, $f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$
 - Armering K500C: $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $\gamma_S = 1,0$
 $\rightarrow f_{yd} = 500 \text{ MPa}$, $E_s = 200 \text{ GPa}$

Dimensionering av takplatta

- Material och geometri (II)

- Geometri

- Takplatta: $h_{tak} = 350 \text{ mm}$
 - Yttervägg: $h_{vägg} = 350 \text{ mm}$

- Centrum armering

- Yttre lagret (Strimla A): $c'_A = c_{nom} + 0,5 \cdot \phi = 22 + 0,5 \cdot 12 = 28 \text{ mm}$
 - Inre lagret (Strimla B): $c'_B = c_{nom} + 1,5 \cdot \phi = 22 + 1,5 \cdot 12 = 40 \text{ mm}$

- Effektiv höjd

- Yttre lagret (Strimla A): $d_A = 350 - 28 = 322 \text{ mm}$
 - Inre lagret (Strimla B): $d_B = 350 - 40 = 310 \text{ mm}$

Dimensionering av takplatta

- Erforderlig armeringsmängd (I)

- $\phi \geq 10 \text{ mm}, s \leq 200 \text{ mm}$

- $\phi 10 \text{ s} 200 \rightarrow A'_{s,min} = 393 \text{ mm}^2/\text{m}$

- $\phi 12 \text{ s} 200 \rightarrow A'_{s,min} = 565 \text{ mm}^2/\text{m}$

- Minsta armeringsinnehåll

$$\rho_{s,min} = 26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 26 \cdot \frac{2,6}{500} = 0,135 \% \rightarrow \rho_{s,min} = 0,14\%$$

- Minsta armeringsmängd, strimla med $b = 1,0 \text{ m}$ ger

$$A_{s,min} = \rho_{s,min} \cdot b \cdot d$$

- Strimla A: $d_A = 322 \text{ mm} \rightarrow A'_{s,A,min} = 451 \text{ mm}^2/\text{m}$

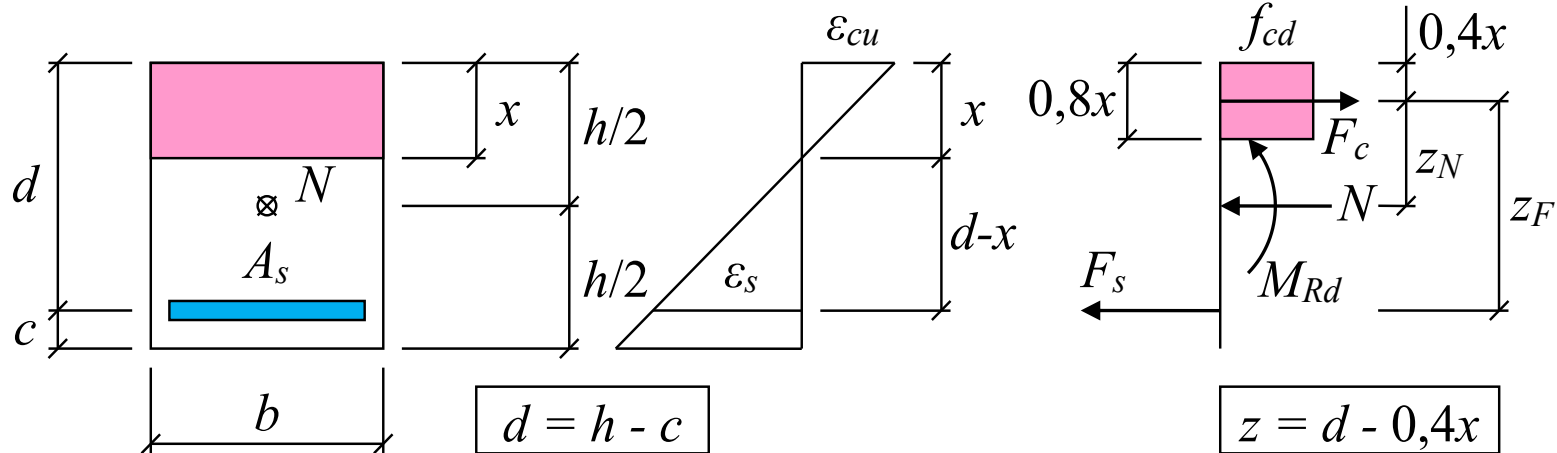
- Strimla B: $d_B = 310 \text{ mm} \rightarrow A'_{s,B,min} = 434 \text{ mm}^2/\text{m}$

Dimensionering av takplatta

- Erforderlig armeringsmängd (II)
 - Strimla A
 - $\phi = 10 \text{ mm}$: $A'_{s,A} = 451 \text{ mm}^2/\text{m}$ (välj $\phi 10 \text{ s}170 \rightarrow A'_s = 462 \text{ mm}^2/\text{m}$)
 - $\phi = 12 \text{ mm}$: $A'_{s,A} = 565 \text{ mm}^2/\text{m}$ ($\phi 12 \text{ s}200$)
 - Strimla B
 - $\phi = 10 \text{ mm}$: $A'_{s,B} = 434 \text{ mm}^2/\text{m}$ (välj $\phi 10 \text{ s}180 \rightarrow A'_s = 436 \text{ mm}^2/\text{m}$)
 - $\phi = 12 \text{ mm}$: $A'_{s,B} = 565 \text{ mm}^2/\text{m}$ ($\phi 12 \text{ s}200$)
 - SR kräver dubbelarmerade tvärsnitt $\rightarrow$ minst denna armering placeras på båda sidor i tvärsnittet

Dimensionering av takplatta

- Momentkapacitet (vid minimiarmering)



- Strimla A

- $A'_s = \phi 10 \text{ s}170 = 462 \text{ mm}^2/\text{m}$: $m_{Rd,A} = 73 \text{ kNm/m}$
- $A'_s = \phi 12 \text{ s}200 = 565 \text{ mm}^2/\text{m}$: $m_{Rd,A} = 89 \text{ kNm/m}$

- Strimla B

- $A'_s = \phi 10 \text{ s}180 = 436 \text{ mm}^2/\text{m}$: $m_{Rd,B} = 66 \text{ kNm/m}$
- $A'_s = \phi 12 \text{ s}200 = 565 \text{ mm}^2/\text{m}$: $m_{Rd,B} = 86 \text{ kNm/m}$

Dimensionering av takplatta

- Kontroll av momentkapacitet

- I modell med plastisk omlagring kan konstruktören själv välja hur moment fördelas mellan stöd och fält

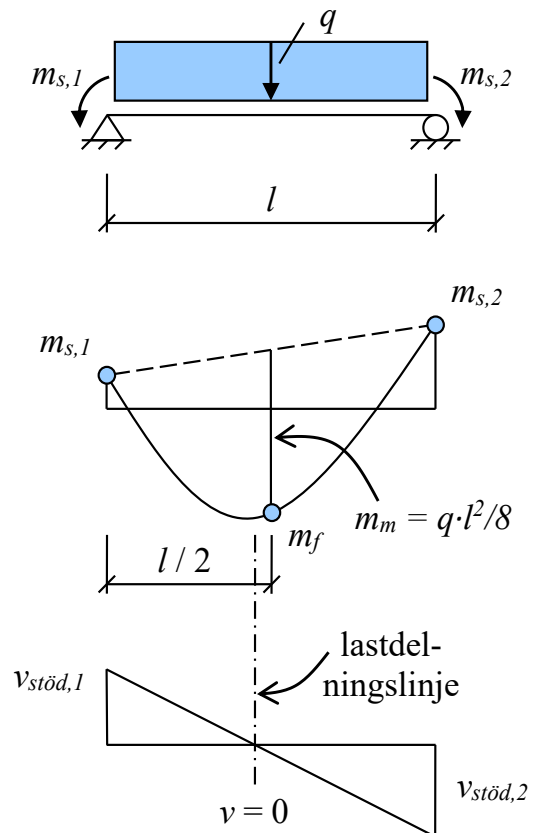
- Totalt moment m_{Ed} bärs gemensamt av $m_{Rd,s,1}$, $m_{Rd,s,2}$ och $m_{Rd,f}$

$$m_{Ed} \leq \frac{(m_{Rd,s,1} + m_{Rd,s,2})}{2} + m_{Rd,f}$$

- Krav i SR

$$\gamma_M = \frac{m_{Rd,s}}{m_{Rd,f}} \leq 1,50$$

- Anpassa till $A_{s,min}$ (?)
 - Anpassa till $m_{Rd,s,vägg}$ (?)



Dimensionering av takplatta

- Momentkapacitet vid stöd i vägg
 - $A'_s = \phi 10 \text{ s} 180 = 436 \text{ mm}^2/\text{m}$, $d = 310 \text{ mm}$ (från D07-103)
 - $N = [0, 50, 100, 200] \text{ kN/m}$
 - $m_{Rd,vägg} = [66, 75, 83, 98] \text{ kNm/m}$
 - Här används $N = [50, 100] \text{ kN/m}$ för [kant, mitt] i strimla
 - $m_{Rd,vägg} = [75, 83] \text{ kNm/m}$
 - En momentfördelning i stöd och fält kan därmed väljas

Dimensionering av takplatta

- Vald momentfördelning i platta

$$m_{Ed} \leq \frac{(m_{Rd,s,1} + m_{Rd,s,2})}{2} + m_{Rd,f}$$

- Strimla A, Mitt: Utgå från $m_{Rd,vägg} + m_{Rd,tak}(A'_{s,min})$
- Övriga delar: Välj att $m_{s,1} = m_{s,2} = m_f$

Skyddsrum	Strimla	Del	Dimensionerande moment				Momentkapacitet	
			m_{Ed}	$m_{s,1}$	$m_{s,2}$	m_f	$m_{Rd,\phi10}$	$m_{Rd,\phi12}$
			[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]
A2	A	Mitt	185	83 ¹⁾	109 ²⁾	89 ³⁾	73	89
		Kant	93	46	46	47		
	B	Mitt	95	47	47	48		
		Kant	48	24	24	24	66	86

Dimensionering av takplatta

- Kompletterande armering
 - Strimla A, Mitt
 - $A'_s = \phi 12 \text{ s } 160 = 707 \text{ mm}^2/\text{m} \rightarrow m_{Rd,A} = 111 \text{ kNm/m} > 109 \text{ kNm/m ok!}$
 - Momentkvot
 - $\gamma_M = m_{Rd,s}/m_{Rd,f} = 111/89 = 1,25 < 1,50 \text{ ok!}$
 - Vald fördelning kan godtas

Dimensionering av takplatta

• Alternativa val på momentfördelning

Skyddsrum	Strimla	Del	Alt	Dimensionerande moment				Momentkapacitet	
				m_{Ed}	$m_{s,l}$	$m_{s,l}$	m_f	$m_{Rd,\phi 10}$	$m_{Rd,\phi 12}$
				[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]
A2	A	Mitt	I ¹⁾	185	83	109	89	73	89
			II ²⁾	185	83	89	99		
			III ³⁾	185	83	96	96		

¹⁾ Momentkapacitet i stöd 1 och fält baseras på minimiarmering $\phi 12$ s200 med extra momentkapacitet i stöd 2, detta motsvarar det alternativ som visas i Tabell 4.2. Denna fördelning används fortsättningsvis.

²⁾ Momentkapacitet i stöd 1 och stöd 2 baseras på minimiarmering $\phi 12$ s200 med extra momentkapacitet i fält.

¹⁾ Momentkapacitet i stöd 1 baseras på minimiarmering $\phi 12$ s200 med extra momentkapacitet i stöd 2 och fält som väljs att vara lika.

– Kontroll av tvärkraftskapacitet ska göras, visas inte här