

D02-102	Last mot skyddsrum Reducerad raslast av kupolverkan
----------------	----------------------------------------------------------------------

1 Orientering	2
1.1 Bakgrund	2
1.2 Om detta dokument	3
2 Anvisningar enligt SR	3
3 Beräkningsexempel	4
3.1 Förutsättningar	4
3.2 Bärande enhet	5
3.3 Reduktionsfaktor α	6
3.4 Slutlig raslast	6
4 Val av spännvidd b vid komplex geometri	7
5 Revideringslista	9

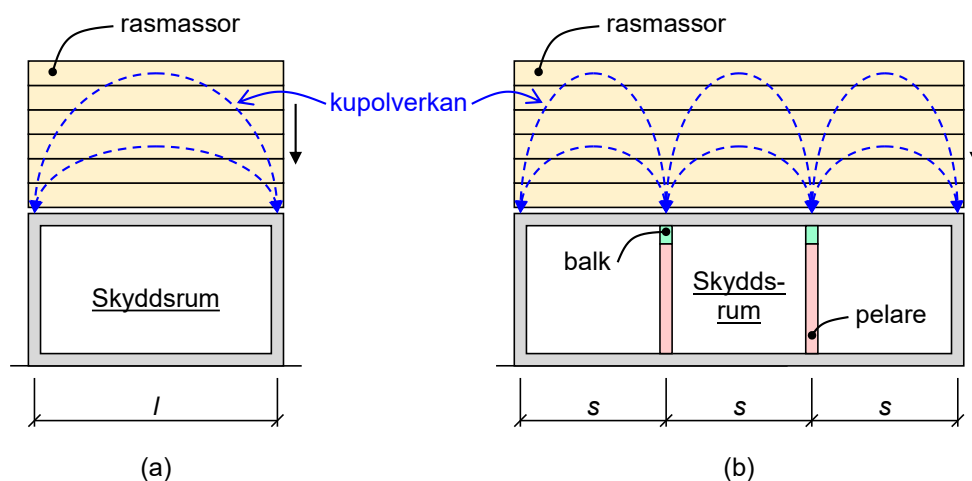
1 Orientering

1.1 Bakgrund

I SR ges möjlighet att reducera raslasten med hänsyn till gynnsamma effekter av kupolverkan som uppstår i rasmassorna, se Figur 1.1 för schematisk illustration av konceptuellt kraftspel. Konceptet för detta är att en kupolliknande lastbärning bildas i rasmassan mellan två stöd (bärande enheter) i skyddsrummet, exempelvis mellan väggar eller balkar/pelare. Som en effekt av detta bärs delar av raslasten direkt till kupolens stöd, vilket medför att raslasten kan reduceras mot bjälklag och eventuella balkar/pelare placerade däremellan. Stöden ska dock fortsatt dimensioneras för en oreducerad raslast. Lastreduktionens storlek beror på den uppkomna kupolens geometriska utformning (en brantare kupolform ger ökad lastreduktion), vilket i SR uttrycks som en funktion av takplattans spännvidd (l och s i Figur 1.1) och den nedfallande byggnadens höjd ovan skyddsrummets tak.

Normalfallet är att stödet för kupolverkan utgörs av skyddsrummets väggar (motsvarar Figur 1.1a), varvid en reducerad raslast kan användas för dimensionering av bjälklag samt eventuella mellanliggande invändiga balkar/pelare. Kupolens stöd kan dock även utgöras av balkar/pelare i kombination med väggar (motsvarar Figur 1.1b). För en sådan situation kan den reducerade raslasten emellertid enbart användas för bjälklaget medan den oreducerade raslasten fortsatt ska antas verka mot både balkar/pelare och väggar. Båda dessa synsätt godtas och vilket som är mest lämpligt att använda kan variera från fall till fall.

För alternativ enligt Figur 1.1a fås en viss lastreduktion, baserad på spännvidden l , mot både bjälklag och eventuella invändiga balkar och pelare. För alternativ enligt Figur 1.1b är spännvidden s mellan de bärande enheterna (balkar/pelare och väggar) mindre än spännvidden l i Figur 1.1a, vilket medför att den reducerade raslasten kan minska ytterligare. Nackdelen med detta alternativ är dock att både balkar/pelare och väggar behöver dimensioneras för en oreducerad raslast.



Figur 1.1 Schematisk illustration av kupolverkan som bär mellan bärande enheter när dessa utgörs av (a) skyddsrummets bärande ytterväggar och (b) balkar/pelare och bärande ytterväggar.

1.2 Om detta dokument

I detta dokument presenteras anvisningar för hur reducerad raslast vid kupolverkan ska beräknas enligt SR. Fokus ligger på att schematiskt illustrera hur olika val av bärande enheter påverkar de raslasterna som ska beaktas vid dimensionering. Med beaktande av detta presenteras inte någon detaljerad redovisning av förutsättningar eller beräkningar av till exempel ingående rasmassa eller storlek på reducerad raslast – för information om hur detta kan göras hänvisas istället till andra dimensioneringslösningar.

2 Anvisningar enligt SR

Raslasten q_{ras} är en vertikal last som ska antas verka mot skyddsrumstak eller takplatta till en förstärkt utrymningsväg. Denna last kan dock reduceras med hänsyn till kupolverkan, varvid reducerad raslast beräknas som

$$q_{r,red} = \alpha_{ras} \cdot q_{ras} \quad (1)$$

där α_{ras} är en reduktionsfaktor beräknad som

$$\alpha_{ras} = \frac{3b}{h} \leq 1,0 \quad (2)$$

varvid b är minsta avståndet mellan bärande enheters centrumlinjer och h är byggnadshöjd, räknat från takplattans överkant, hos byggnad som gett upphov till raslast q_{ras} . Bärande enhet kan utgöras av såväl bärande väggar (både ytter- och innerväggar) som invändiga balkar/pelare.

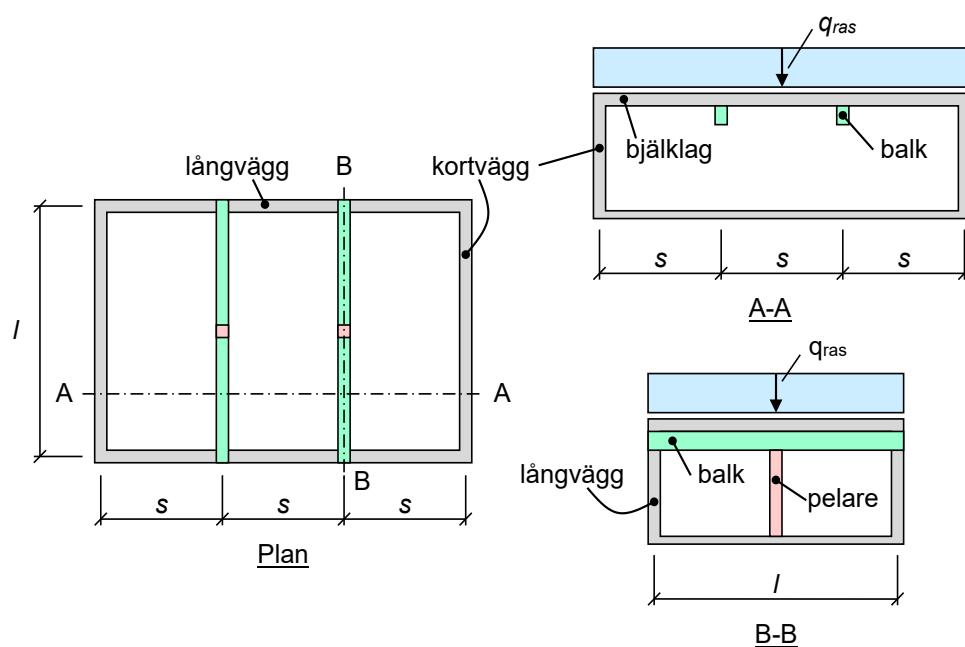
Värdet på raslast q_{ras} kan variera mot olika delar av skyddsrummet, till exempel på grund av olika avstånd till en eller flera näraliggande byggnader. Det godtas dock att samma reduktionsfaktor α_{ras} används, oavsett värde på q_{ras} , för en given kombination av b och h .

3 Beräkningsexempel

3.1 Förutsättningar

I detta exempel visas en situation för hur raslasten q_{ras} reduceras vid två olika val av bärande enheter. I Figur 3.1 visas skyddsrummets geometri i plan och sektion, varvid följande värden används:

- Längd hos kortvägg: $l = 8$ m
- Avstånd mellan balkar/pelare och kortväggar: $s = 4$ m
- Byggnadshöjd ovan skyddsrumstak: $h = 30$ m
- Oreducerad raslast: $q_{ras} = 300$ kN/m²



Figur 3.1 Geometrisk utformning hos studerat skyddsrum.

3.2 Bärande enhet

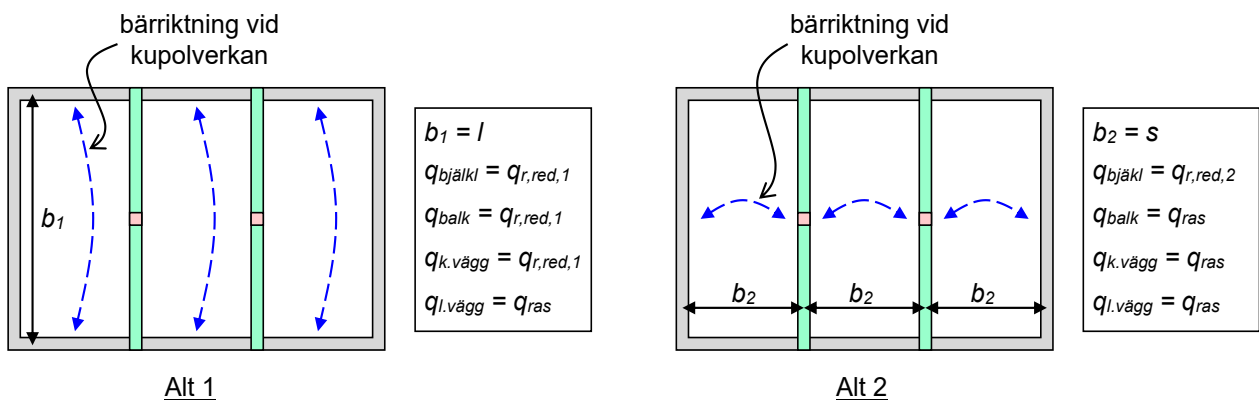
Kupolverkan kan antas verka i två olika riktningar, så som schematiskt illustreras i Figur 3.2:

Alt 1: Bärande enhet = långväggar

- Kupolverkan mellan skyddsrummets långväggar medför följande raslaster:
 - Reducerad raslast, $q_{r,red,1}$, mot bjälklag, balkar/pelare och kortväggar.
 - Oreducerad raslast, q_{ras} , mot långväggar.

Alt 2: Bärande enhet = balkar/pelare + kortväggar

- Kupolverkan mellan skyddsrummets balkar/pelare och kortväggar medför följande raslaster:
 - Reducerad raslast, $q_{r,red,2}$, mot bjälklag.
 - Oreducerad raslast, q_{ras} , mot balkar/pelare och kortväggar¹.



Figur 3.2 Alternativa lastvägar vid kupolverkan med nyttjande av olika bärande enheter. Eftersom $b_1 > b_2$ fås att $q_{r,red,1} > q_{r,red,2}$.

¹ Mot långväggar verkar både reducerad och oreducerad raslast – reducerad last via lastpåförning från bjälklag och oreducerad last via lastpåförning från balkar. Det huvudsakliga lastbidraget mot långvägg kommer dock via balkar.

3.3 Reduktionsfaktor α

Reduktionsfaktorn α_{ras} beräknas enligt ekvation (2), varvid $b_1 = l = 8$ m för Alt 1 och $b_2 = s = 4$ m för Alt 2. Med $h_n = 30$ m fås då att reduktionsfaktorn för Alt 1 och Alt 2 kan beräknas som

$$\alpha_{ras,1} = \frac{3b_1}{h_n} = \frac{3 \cdot 8}{30} = 0,80 \quad (\text{Alt 1}) \quad (3)$$

$$\alpha_{ras,2} = \frac{3b_2}{h_n} = \frac{3 \cdot 4}{30} = 0,40 \quad (\text{Alt 2}) \quad (4)$$

3.4 Slutlig raslast

Utifrån raslast $q_{ras} = 300$ kN/m² och reduktionsfaktor α_{ras} enligt avsnitt 3.3 kan reducerad raslast $q_{r,red}$ beräknas enligt ekvation (1), vilket ger följande lastvärden:

$$q_{r,red,1} = \alpha_{ras,1} \cdot q_{ras} = 0,80 \cdot 300 = 240 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{Alt 1}) \quad (5)$$

$$q_{r,red,2} = \alpha_{ras,2} \cdot q_{ras} = 0,40 \cdot 300 = 120 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{Alt 2}) \quad (6)$$

Av detta kan det konstateras att Alt 2 ger en reducerad raslast som är hälften så stor som för Alt 1. Som anges i avsnitt 3.2 kan reducerad raslast i Alt 1 dock användas för både bjälklag, balkar/pelare och kortväggar medan reducerad raslast i Alt 2 enbart kan användas för bjälklaget.

Sammanfattningsvis fås följande raslaster för de båda alternativen:

Alt 1: Bärande enhet = långväggar

- Bjälklag: $q_{bjäkl} = q_{r,red,1} = 240$ kN/m²
- Balk/pelare: $q_{balk} = q_{r,red,1} = 240$ kN/m²
- Kortvägg: $q_{k.vägg} = q_{r,red,1} = 240$ kN/m²
- Långvägg: $q_{l.vägg} = q_{ras} = 300$ kN/m²

Alt 2: Bärande enhet = balkar + pelare + kortväggar

- Bjälklag: $q_{bjäkl} = q_{r,red,2} = 120$ kN/m²
- Balk/pelare: $q_{balk} = q_{ras} = 300$ kN/m²
- Kortvägg: $q_{k.vägg} = q_{ras} = 300$ kN/m²
- Långvägg: $q_{l.vägg} = q_{ras} = 300$ kN/m²

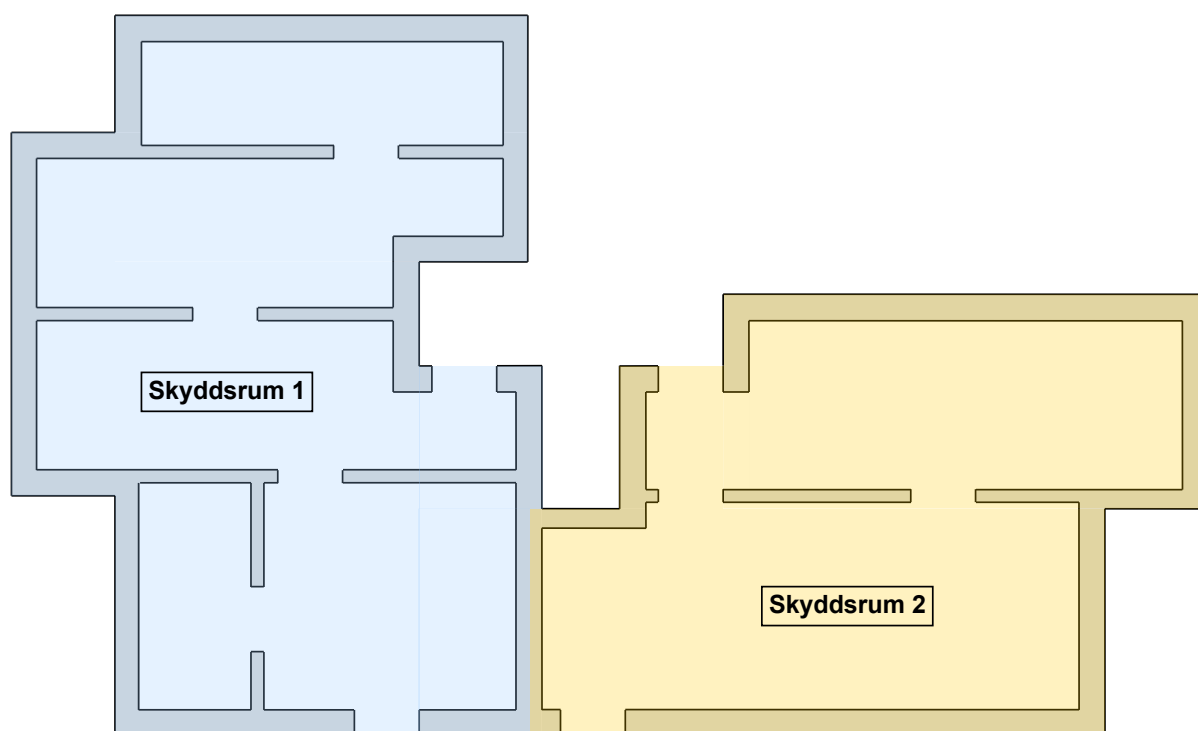
Båda dessa alternativ godtas. Raslasten får dock enbart reduceras en gång med kupolverkan, det godtas ej att reducera samma raslast mer än en gång genom att bilda flera kupoler på varandra.

4 Val av spännvidd b vid komplex geometri

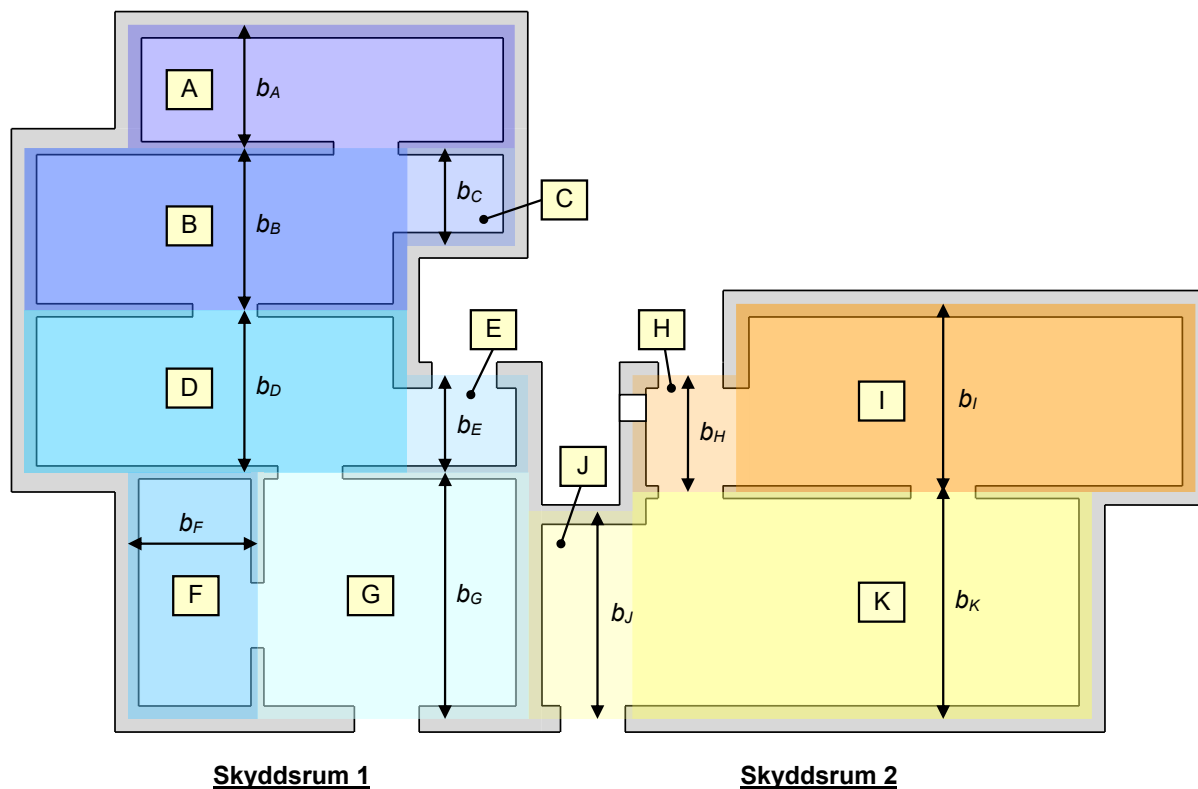
I kapitel 3 ges ett exempel på hur den reducerade raslasten kan bestämmas. I exemplet har det aktuella skyddsrummet dock en enkel geometri, vilket inte alltid är fallet. I detta kapitel presenteras därför hur den reducerade raslasten kan bestämmas vid en mer komplex geometri.

I Figur 4.1 visas geometrisk utformning i plan hos två skyddsrum med komplex geometri hos sina begränsningsväggar. Vidare finns det inne i skyddsrummet även bärande innerväggar, vilka kan fungera som stöd vid bestämning av reducerad raslast. Här antas vidare att väggöppningarna är tillräckligt små, dvs. att $b_{\text{öppning}} \leq \max(b / 3, 1,5 \text{ m})$ så att krav i SR på dessa uppfylls.

För att bestämma reduktionsfaktorn α delas skyddsrummen upp i separata rektangulära delar A till K, så som illustreras i Figur 4.2. För varje del kan därefter en minsta spännvidd b_A till b_K bestämmas, varvid tillhörande reduktionsfaktorer α_A till α_K kan bestämmas enligt ekvation (2) för respektive del. Det är således möjligt att ha olika reduktionsfaktorer i olika delar av ett och samma skyddsrum.



Figur 4.1 Geometrisk utformning i plan hos studerade skyddsrum.



Figur 4.2 Uppdelning av skyddsrum i separata rektangulära delar för bestämning av spännvidd b vid beräkning av reducerad raslast.

5 Revideringslista

Datum	Avsnitt	Revidering
2024-11-01	D02-102	Första version, anpassad till SR 15 (2024)