

Beräkningsrapport

- Kontroll lastkapacitet studiogolv

Beställare: Studio Fares, Trollhättan

Upprättad av: *Abdullahi Nuur*

Granskad av: *Joakim Kuist*

Innehåll

1.	Inledning	3
2.	Beskrivning av konstruktionen	3
3.	Beräkningsförutsättningar	3
3.1.	<i>Normer och bestämmelser.....</i>	3
4.	Material	4
4.1.	<i>Betong.....</i>	4
4.2.	<i>Fibrer.....</i>	4
5.	Beskrivning av dimensionering och antaganden	6
5.1.	<i>Böjande moment under korttidslast (hjullasten)</i>	7
5.2.	<i>Genomstansning under korttidslast (punktlasten)</i>	8
6.	Resultat.....	8

1. Inledning

På uppdrag av Studio Fares, har PE Teknik och Arkitektur AB fått i uppdrag att kontrollera vilken lastkapacitet ett studiogolv klarar. Syftet är att utreda vilket axeltryck från lastbil som kan belasta plattan.

2. Beskrivning av konstruktionen

Enligt konstruktionshandlingar har bottenplattan en höjd på 140mm. Hänvisningar på ritning indikerar att plattan är fiberarmerad. Plattan är också isolerad med 100mm cellplast.

Bärförmåga för marken bedöms god då det är nära till berg.

Rapport sammanfattar analys och kontroll av fiberarmerad betongplatta med fokus på lastkapacitet. Kontroll görs av plattans momentkapacitet och genomstansning. Syftet är att ta fram en tillåten storlek på punktlast.

Då uppgifter saknas gällande fiberarmeringsmängd och egenskaper för cellplasten har antaganden gjorts som är på säkra sidan

3. Beräkningsförutsättningar

3.1. Normer och bestämmelser

Boverkets byggregler. BBR 29

Boverkets tillämpningsregler. EKS 12, BFS 2020:4

Eurokoder:

EN 1990 Eurokod 0 Grundläggande dimensioneringsregler för bärverk

EN 1991 Eurokod 1 Laster på bärverk

EN 1992 Eurokod 2 Dimensionering av betongkonstruktioner

EN 1993 Eurokod 3 Dimensionering av stålkonstruktioner

4. Material

4.1. Betong

Säkerhetsklasser

Se EN 1990:2002 Bilaga NB Text ur BFS 2004:10 _EBS.

Säkerhetsklass 3 $\gamma_d = 1$

- Bärande huvudsystem
- Stabiliserande byggnadsdelar: takskivor, bjälklag, balkar, pelare och väggskivor.

Säkerhetsklass 2 $\gamma_d = 0,91$

- Grundläggning
- Golv på mark

Säkerhetsklass 1 $\gamma_d = 0,83$

Övrigt

Livslängdsklass

Ej inspekterbara delar Livslängdskategori 5 (100år)

Inspekterbara delar Livslängdskategori 4 (50år)

Konsekvensklass

CC2a enligt Tabell A.1 SS-EN 1991-1-7:2006, Bilaga A.

4.2. Fibrer

Valet av stålfibrer bör ske i samråd med betongleverantören och/eller fiberleverantören. Eftersom det saknas underlag om vilken typ och mängd stålfibrer som har använts, har vi i denna rapport valt att utgå från en fibermängd på 25 kg/m^3 . Denna mängd kan, i bästa fall, uppnå en hållfasthetsklass motsvarande $R3 = 3,0 \text{ MPa}$. Böjdraghållfastheten $R3$ utgör grunden för beräkning av momentkapacitet och genomstansningskapacitet i ett fiberarmerat golv. Se tabell 1.

Tabell 1 : Böjdraghållfasthetsklasser (R-klasser) för fiberarmerad betong

Class R ₁	$f_{R,1}$ (MPa)	Class R ₃	$f_{R,3}$ (MPa)	Class R ₄	$f_{R,4}$ (MPa)
R ₁ 1	1,0	R ₃ 1	1,0	R ₄ 1	1,0
R ₁ 2	2,0	R ₃ 2	2,0	R ₄ 2	2,0
R ₁ 3	3,0	R ₃ 3	3,0	R ₄ 3	3,0
R ₁ 4	4,0	R ₃ 4	4,0	R ₄ 4	4,0
R ₁ 5	5,0	R ₃ 5	5,0	R ₄ 5	5,0
R ₁ 6	6,0	R ₃ 6	6,0	R ₄ 6	6,0

Note 1 Residual flexural tensile strength is the characteristic value obtained from beam testing in accordance to SS-EN 14651 at a CMOD (crack mouth opening displacement) of 0,5; 2,5 and 3,5 mm respectively for $f_{R,1}$, $f_{R,3}$ and $f_{R,4}$, see Figure 3.1.

Note 2 Higher residual flexural tensile strength than given in the table may be utilised if the specified value is verified by test results according to SS-EN 14651.

Note 3 The following conditions must be satisfied: $C_1 = 100 \cdot f_{R,1} / f_{ctk,0.05} \geq 50 \%$ and $100 \cdot f_{R,3} / f_{R,1} \geq 50 \%$. The intention is to ensure a certain minimum ductility of the fibre concrete.

Note 4 In most cases $f_{R,1}$ is higher than or equal to $f_{R,3}$ and $f_{R,1}$ is lower than $f_{ct,L}^f$, so called bending softening behaviour, see Figure 3.1.

5. Beskrivning av dimensionering och antaganden

Beräkningarna nedan är baserade på en fiberarmerad betongplatta som är 140 mm tjock. Belastningen på de olika kontrollerade delarna skiljer sig varpå noggrannare kontroller har utförts på de med högre belastning.

För isolering under ett industrigolv antas expanderad eller extruderad polystyrencellplast (EPS eller XPS). Vid val av kvalitet skall hänsyn tas till aktuella krav på tryckhållfasthet vid kort- respektive långtidslast. Korttidstryckhållfastheten fkk skall normalt vara större än 200 kPa. Se tabell 2 för karakteristiska elasticitetsmodul för isolering med tryckhållfasthet med 200 kPa.

Tabell 2

Egenskapsnivå	Typ A	Typ B	Typ C	Typ D	Typ E	Typ F	Typ G
Tryckhållfasthet kPa	60	80-100	150	200	250	300	400
Karakteristisk elasticitetsmodul MPa							
Korttidslast E_{kk}	1,5	2,5	3,5	5,4	7,0	8,0	10,0
Långtidslast E_{kl}	0,7	1,0	1,5	2,5	3,5	3,6	5,0
Karaktäristisk skjuvmodul MPa	1,0	1,5	2,0	6,7	3,5	8,5	13,3
Karaktäristisk skjuvhållfasthet kPa	≥ 50	≥ 75	≥ 110	≥ 200	≥ 220	≥ 250	≥ 350
Dynamisk hållfasthet kPa							
Utvidningskoefficient m/mK	70×10^{-6}	70×10^{-6}	70×10^{-6}	70×10^{-6}	70×10^{-6}	70×10^{-6}	70×10^{-6}
Högsta användningstemp °C	80	80	80	80	80	80	80
Ånggenomsläpplighet m^2/s	0,9-1,4 x	0,9-1,4 x	0,9-1,4 x	0,9-1,4 x	0,9-1,4 x	0,9-1,4 x	0,9-1,4 x
Vattenabsorbtion Vol%	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}
Euroklass, standardkvalitet (brandegenskaper)	<5 F	<5 F	<5 F	<5 F	<5 F	<5 F	<5 F

5.1. Böjande moment under korttidslast (hjullasten)

Inga uppgifter finns om punktlastens eller hjullastens belastningsarea, varför en antagen belastningsbredd på $b=150\text{mm}$ används som utgångspunkt. Vidare framgår det av Betongrapport nr 4 att det är nödvändigt att ställa högre krav på seghet för att hantera sprickbildning som kan uppstå till följd av förhindrad krympning. Vid dimensionering ska fibertyper och fiberhalter väljas enligt kapitel 3.2 i denna rapport.

Fiberbetongens dimensionerings-värde för böjdraghållfasthet vid uppsprickning f_{flcr} sätts till $f_{flcr} = f_{c, fld}$, där $f_{c, fld}$ = böjdraghållfastheten för motsvarande betong C 30/37 utan fibrer. För denna beräkning antas dock att fiberbetong som når residualhållfasthetsfaktorerna R10,30 och R10,50 når värdena 50 resp. 40 %.

Tabell 2. Maximal enstaka last (inre) & Maximal enstaka last (kant)

Parameter	Värde	Förklaring
Böjdraghållfasthet, $f_{c, flk}$	2 MPa	Karakteristisk böjdraghållfasthet för betong C30/37 utan fibrer.
Residualhållfasthetsfaktor, R1,50	40 %	Enligt Betongrapport nr 4, motsvarande en krympspricka på 1,5 mm.
Fiberbetongens dimensioneringsvärde, $f_{fl, cr}$	0,8 MPa	Beräknat som $f_{c, flk} \cdot R1,50 / 100$
Momentkapacitet, m_{dm}	2,613 kNm/m	Fiberbetonggolvet momentkapacitet.
Maximal enstaka last (inre)	35 kN	Maximal enstaka last som plattan klarar mitt på fältet.
Maximal enstaka last (kant)	16 kN	Maximal enstaka last som plattan klarar kanten.

5.2. Genomstansning under korttidslast (punktlasten)

Genomstansning av en betongplatta kan ske vid flera olika lastfall. Det enklaste fallet innefattar en enkel, rund punktblastning. Detta kan utökas till att inkludera flera olika laster och former på lasten. Vid stora, koncentrerade laster är genomstansning ofta den dimensionerande brotttypen.

Bärförmågan, V_u kan enligt BBK 04 beräknas med följande formel:

$$V_u = \eta \cdot u_1 \cdot d \cdot f_{v1}$$

- η : Excentricitetsfaktor (oftast $\eta = 1$ för centrisk last).
- u_1 : Medelomkretsen för den utstansade konen (i meter).
- d : Den armerade betongplattans effektiva höjd (i meter).
- f_{v1} : Formell skjuvhållfasthet (i MPa).

där η är en excentricitetsfaktor (oftast kan η sättas till $\eta = 1$, centrisk last), u_1 är medel-omkretsen för den utstansade konen, d den armerade betongplattans effektiva höjd och f_{v1} formell skjuvhållfasthet.

För stålfiberarmerad betong

$$f_{v1} = \frac{\xi}{1.4} \cdot C \cdot \frac{f_{ctR}}{\zeta}$$

- $\xi = 1,4$ gäller för $d < 0,2m$
- $\zeta = 2 - R/100$
- $C = 0,45$
- $R = 40\%$. Vid bestämning av spricksäkerhets-faktorn ζ använder vi det högre kravet på seghet, nämligen $R_{10,50}$, som här har värdet $R = 40\%$.

Parameter	Symbol	Värde	Enhet	Förklaring
Skjuvhållfasthet	f_{v1}	0,563	MPa	-
Betonggolvets kapacitet	V_u	66	kN	Kapaciteten V_u på 66 kN representerar den maximala punktlast som plattan kan hantera innan genomstansning sker.

6. Resultat

Momentkapacitet platta blir dimensionerande och ger tillåten punktlast till 35kN, vilket motsvarar ett axeltryck på 7 ton.