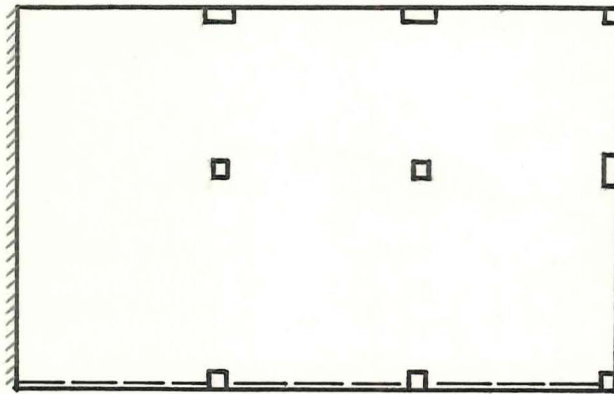


# PELARDÄCK

Program för dimensionering av pelardäck enligt Betonghandboken med kontroll enligt BBK-79.



Bärande Konstruktioner  
Peter Linde Hans Lindgren  
1983

TVBK - 5014

Förord

Detta arbete är utfört vid avdelningen för Bärande Konstruktioner LTH, huvudsakligen under sommaren 1983.

Vi tackar Sture Åkerlund, för genomförda diskussioner och nyttiga synpunkter.

Lund September 1983

Peter Linde    Hans Lindgren

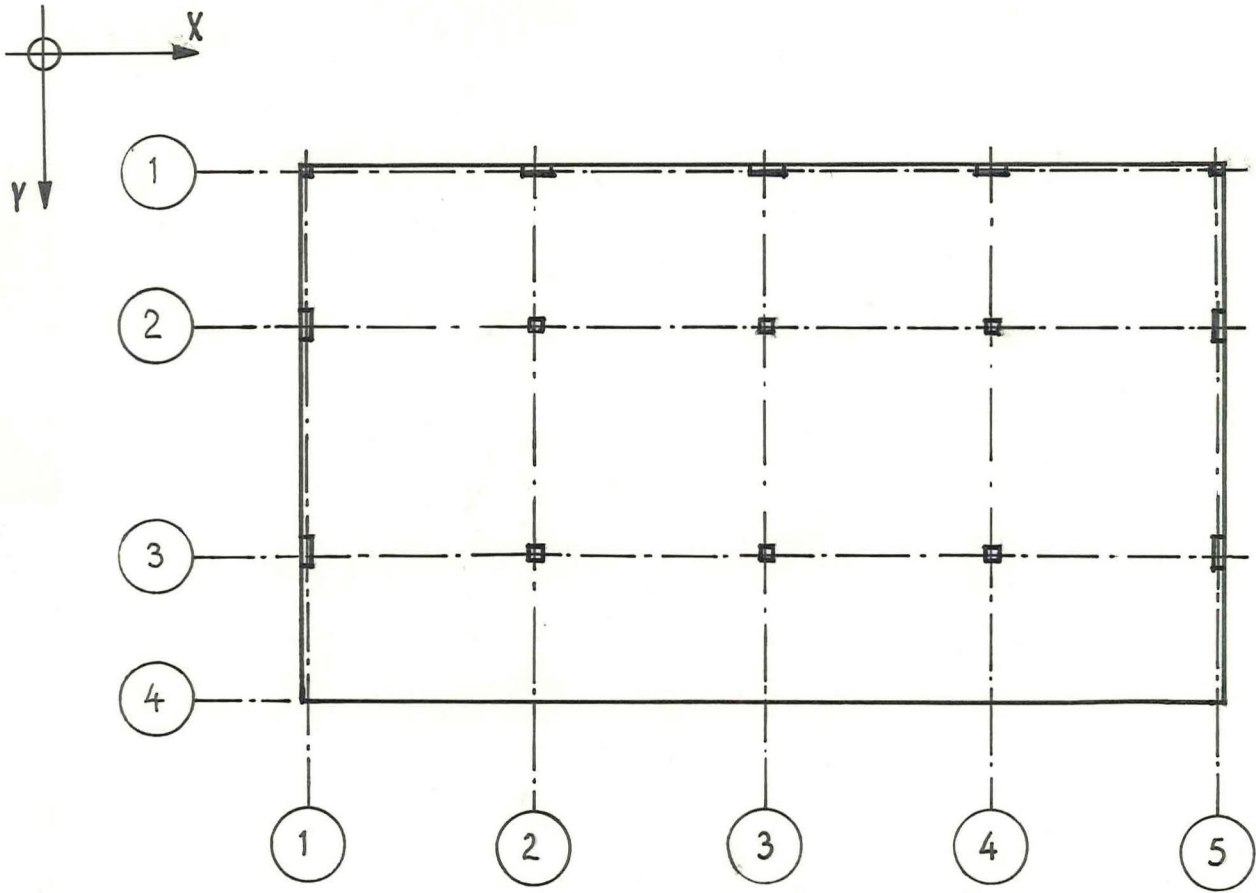
## Innehåll

1. Allmänt
2. Programbeskrivning
3. Beskrivning av indata
4. Beskrivning av utdata
5. Körning av program
6. Exempel på handberäkning
7. Referenslitteratur

## 1. Allmänt

PELARDÄCK är ett program som dimensionerar och kontrollerar pelardäck enligt Betonghandboken respektive BBK-79. Programmet är skrivet i FORTRAN 77 och utfört av Peter Linde och Hans Lindgren på LDC's VAX 11/780 .

Programmet innehåller separata programdelar för hantering av indata, beräkning och ger möjligheter till editering (vilket ger användaren stora friheter), vidare är det utbyggbart med rutiner för uppritning av diagram, utskrift av skräddarsydda resultat och för rutiner som ändrar i databaser innehållande materialkvaliteter etc.



SYSTEMLINJER

## 2. Programbeskrivning

### Beräkningsmodell

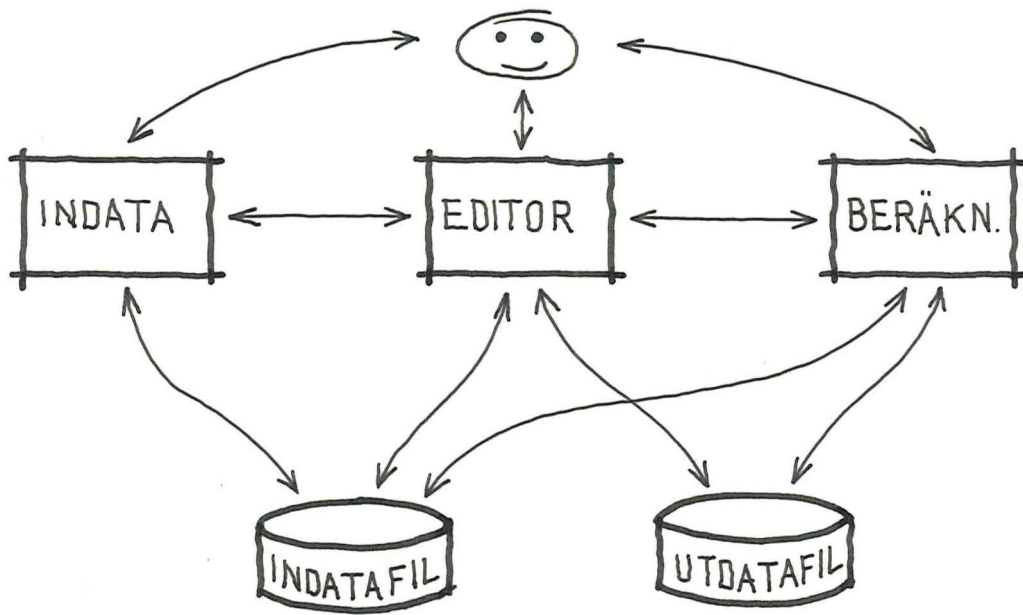
=====

#### Förutsättningar

Pelardäcket som dimensioneras skall vara rektangulärt och tänkes uppbyggt mellan ett antal systemlinjer, som går genom pelarnas centrum, i bägge riktningarna. Vid korsningar mellan systemlinjer finns alltid pelare, förutom för första och sista systemlinjen i varje riktning som utgör pelardäckets kanter. I det fall kantpelare finns gäller även här att systemlinjen går genom pelarnas centrum. Hål i bjälklaget beaktas ej av programmet. Belastningen kan utgöras av jämnt utbredd permanent last samt jämnt utbredda nyttiga laster enligt SBN.

#### Beräkningsmetod

Dimensioneringen består i att beräkning av böjarmering sker samt kontroll av relativa moment (får högst uppgå till 0.34) och genomstansning. Begränsningen av relativa momentet är framtagna ur  $\omega_{bal}$  för Ks600. Uppdelning görs i strimlor i båda riktningarna enligt betonghandboken. Rotationerna som är de primärt obekanta löses genom förskjutningsmetod. Från innerpelarnas fjäderstyvhet bortses, medan kantpelarnas tillgodoräknas. Vid fri kant läggs ett elastiskt element in mellan pelare och däck, för att ta hänsyn till vissa stukningsfenomen (enl ekv 21 kap 6. 5 Betonghandboken). Fältlängder och kantpelarstyvheter räknas för kantstrimlor lika med innerstrimlornas. Stödmoment koncentreras till områden kring pelarna. Hänsyn till farlig placering av fri nyttig last beaktas genom att stödmomenten ökas med en valfri faktor mellan 0 och 30 %. Avkortning sker, för den eventuellt upphissade stödmomentkurvan, så att all stödarmoring kan tillgodoräknas vid genomstansningsberäkningen, medan fältarmeringen läggs oavkortad.



### Kontroll av egenskaper

Brottgränstillstånd: programmet kontrollerar krav som BBK79 uppställer.

Bruksgränstillstånd: fordringar såsom nedböjning och sprickbildning kontrolleras ej.

### Användning av programmet

=====

Programmet är avsett att användas i projekteringssammanhang.

### Funktion

=====

### Dokumentation

Alla rutiner som ingår, har försetts med en deklARATION av innehåll med ett standardmässigt utseende. I denna förklaras kortfattat rutinens uppgift, variabelnamnens betydelse, vilka rutiner som anropas och slutligen vem som skrivit eller reviderat rutinen.

### Kontroll av program

Kontroll av program har gjorts med handberäknade exempel, varav ett visas i kap 6. Dessutom har kontroll av momentberäkningar också utförts med hjälp av CALFEM, som är ett program i Lundfem-paketet på LDC.

### Dataflöde

Här bredvid ges en enkel skiss på hur en användare kan hantera dataflödet.

### Datalagring

Data lagras under exekvering på interna filer, för att till slut läggas över på de datafiler som användaren har begärt och sedan är det fritt att hantera dessa datafiler.



Gränssnitt

Kommunikation med andra programpaket är en möjlighet, som ännu inte framtagits men som senare kan bli aktuell.

Underhåll

Vid förfrågningar eller felaktigheter hänvisas till Bärande Konstruktioner LTH.

### 3. Beskrivning av indata

Detta kapitel är i första hand till för att vägleda den som tar in indatafilen i en editor och där skapar eller korrigerar, men kan med fördel även användas när man kör indata delen. Den som ej kört programmet bör först köra indata delen minst en gång.

Nedan beskrivs innehåll på indatafilen. I de fall flera indata skrivs på samma rad åtskiljs de av minst en blank. Kommentarrader kan skjutas in på valfritt ställe och markeras med ett C följt av ett eller flera blanka. Svar av typ ja eller nej kan förkortas till j eller n. Såväl indata del som beräkningsdel reagerar på felaktiga indata och ger ett felmeddelande om orsak. Mått som skall anges i mm godtas endast som heltal. Indataraderna blir i tur och ordning enligt följande (understruket ord symboliserar en rad):

#### Materialparametrar

=====

#### Betongkvalitet

Kvaliteter från och med K8 till och med K80.

#### Stålkvalitet

Det mesta utom Ss-stål går bra.

#### Säkerhetsklass

Säkerhetsklasser enligt SBN.

#### Platthöjd

Anges i mm, från 160 till 600 . Obs! Endast hela mm godtas.

#### Fältdiameter

Mått mellan 8 och 16 mm.

Stöddiameter

Mått mellan 10 och 16 mm.

Geometri

=====

Pelarebredd i x-led för innerpelare

Mått mellan 200 och 1000 mm.

Pelarebredd i y-led för innerpelare

Mått mellan 200 och 1000 mm.

Antal systemlinjer med riktning i y-led

Får vara 3 till 11 stycken. Kanterna inkluderas oavsett om där finns pelare eller ej.

Längder i x-led

Samtliga mått i m mellan systemlinjer i y-led. Om en grupp intilliggande längder har samma mått kan man skriva antalet för dessa direkt följt av en stjärna, i sin tur följt av längden. Y-axeln definieras positivt neråt och längderna skall anges i den ordning de förekommer längs axelns positiva riktning.

Antal systemlinjer med riktning i x-led

Enligt ovan.

Längder i x-led

Enligt ovan.

Här följer åtta rader, två rader för varje kant, med ordning enligt följande: övre kant, undre kant, vänster kant och höger kant.

De två raderna för varje kant ser ut som följer:

Ja/Nej (pelarbredd x-riktn pelarbredd y-riktn fjäderstyvhet)

Ja, medför att kantpelare finns och i detta fall skall på samma rad även anges pelarbredd i x- respektive y-led i mm, samt undre och eventuellt övre kantpelare sammanlagda fjäderstyvhet i kNm. Nej, medför att kantpelare ej finns och inläsningen fortsätter på nästa rad.

Ja/Nej (fjäderstyvhet för kantupplag)

Ja, tolkas som att kantupplag finns. I detta fall skall på denna rad även anges upplagets fjäderstyvhet per breddmeter.

Enhet: kNm/m.

Nej, innebär att kantupplag ej förekommer.

Användaren bör härvid uppmärksamma att ett negativt svar på både kantpelare och kantupplag ej kan ges.

Huvudriktning för armeringen

Skall anges med X alternativt Y.

Laster

=====

Permanent last

Här anges permanenta laster. Enhet:  $\text{kN/m}^2$ . Observera att pelardäcksplattan ej skall räknas hit.

Bunden last

Bunden last, normalt efter SBN. Enhet:  $\text{kN/m}^2$ .

Fri last

Fri last, vanligast väljer man efter SBN. Enhet:  $\text{kN/m}^2$ .

Resultat

=====

Alternativ

Tre alternativ föreligger. Dessa är enligt följande:

1 = Enbart momenten redovisas

2 = Armerings- och genomstansredovisning

3 = Både moment, armering och genomstansberäkning redovisas

En av siffrorna 1, 2 eller 3 skrivs in på raden.

#### 4. Beskrivning av utdata

Redovisningen av resultat består av två delar. Den första är en allmän del som innehåller parametrar från indatafil plus en del utökningar av dessa. Den andra delen är ej fixerad utan kan bestå av endera av följande alternativ vilket anges på indata:

1. Enbart momentredovisning
2. Armerings- och genomstansredovisning
3. Fullständig redovisning

##### Momentredovisning

=====

Dimensionerande stöd- och fältmoment redovisas för varje strimla i båda riktningarna. För ytterfack gäller att då inget positivt moment förekommer redovisas noll för fältmoment.

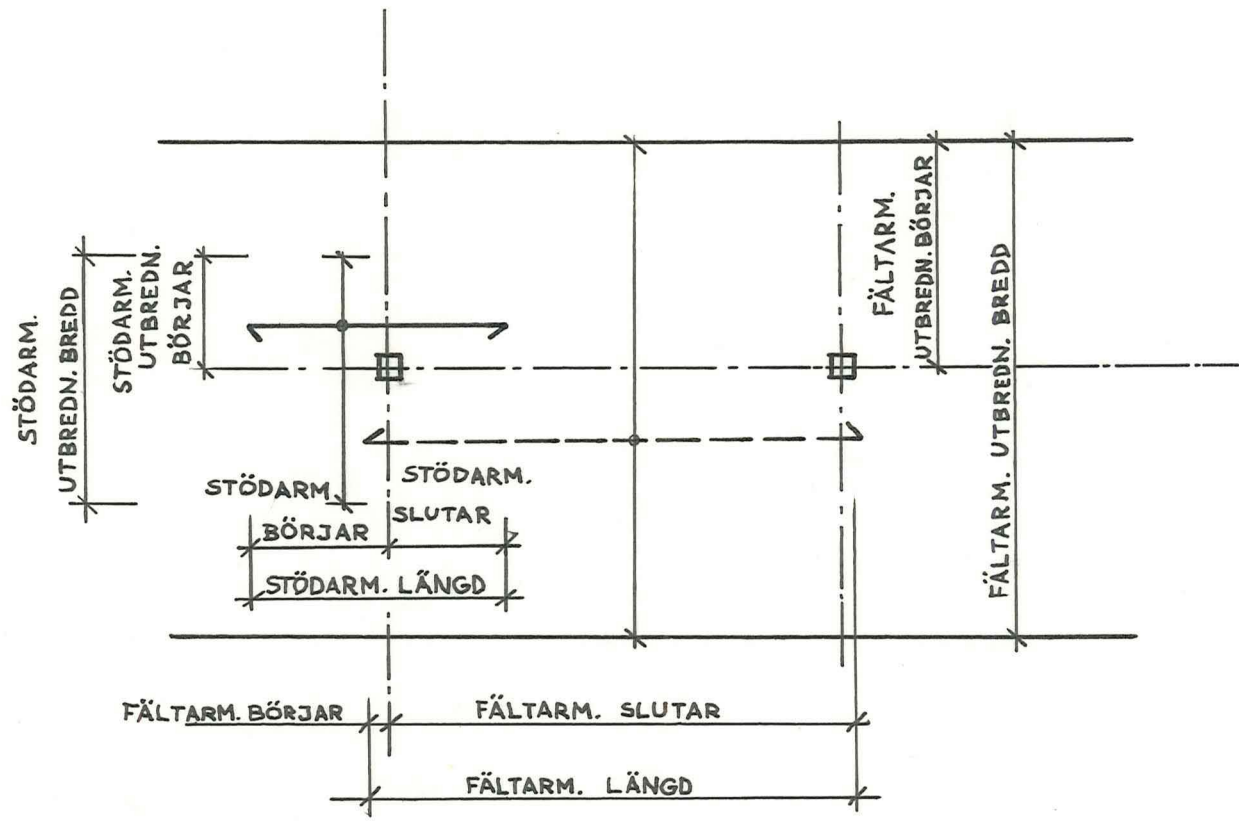
##### Armering

=====

Armeringen redovisas separat för x- och y-riktning. I båda riktningarna redovisas först stöd- och sedan fältmoment, för varje strimla. Tolkningen av redovisningen görs enligt följande.

Strimlan följer riktningen för den systemlinje som anges och oavsett om systemlinjen har riktning i x- eller y-led så tänks strimlan lagd horisontellt, med origo åt vänster. Observera att det är den del av armeringen som ligger i systemlinjens riktning redovisas.

Beträffande armeringens längder utgår man vid stödarmering från stöd och vid fältarmering från vänster stöd. Med stöd avses systemlinjen vinkelrät mot aktuell systemlinje.



REDOVISNING AV ARMERING

"Börjar" avser mått åt vänster, från armeringens början till stöd. "Slutar" avser mått åt höger, från stöd till armeringens slut. "Längd" är lika med klipplängd, dvs summan av de två ovanstående.

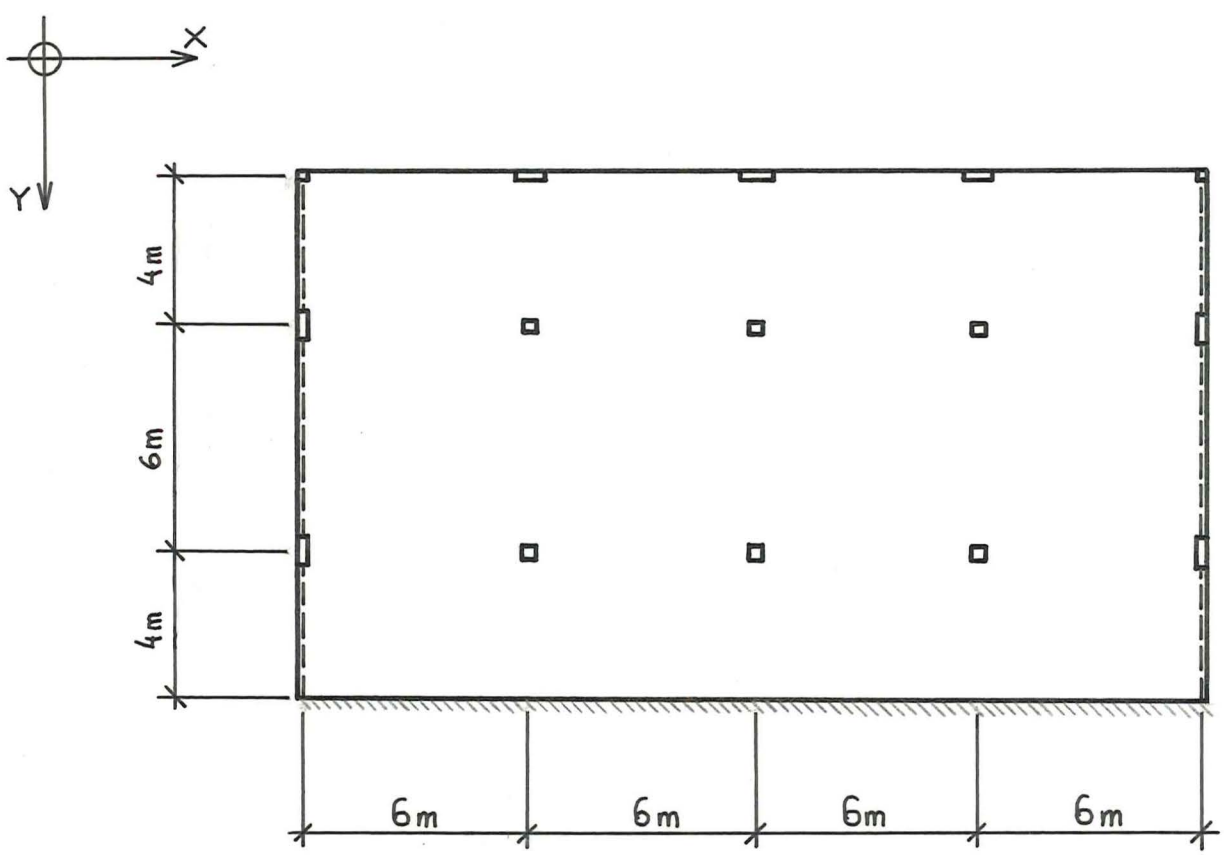
För utbredning anges ett mått "börjar", som går uppåt från den horisontellt betraktade systemlinjen till systemlinjens början. Slutligen anges "bredd" som syftar på utbredningens totala bredd, dvs måttet som sträcker sig från utbredningens början, över systemlinjen, till utbredningens slut.

#### Genomstansning

=====

För varje pelare redovisas dimensionerande genomstansningskraft ( $V_d$ ) i kN samt tillåten genomstansningskraft ( $V_u$ ). Vid varje pelare som ej klarar genomstansningen skrivs texten " $V_d > V_u$ " ut, dessutom kommer en lista på lämpliga åtgärder.





EXEMPEL PÅ PELARDÄCK

## 5. Körning av program

Här visas ett exempel på hur man kör programmet. Pelardäcket enligt figur skall dimensioneras. En handberäkning görs i nästa kapitel av samma pelardäck. På grund av den stora arbetsinsatsen som krävs, så handräknas dock endast en del av pelardäcket.

Förutsättningar:

Betong K45

Säkerhetsklass 1

Armering Ks400S

fi 10 för stöd    fi 8 för fält

Täckskikt 15 mm

Plattjocklek 200 mm

Innerpelare 300 x 300 mm

Kantpelare 350 x 200 mm

Fjäderstyvhet för kantpelare: 12360 kNm (se handberäkning)

Huvudriktning för armeringen: y

Övriga mått enligt figur

På följande sidor visas körning av indatafil och beräkningsdel samt utseende för tillhörande resultatfil.

\*\*\* INDATADEL \*\*\*  
\*\*\* FÖR PELARDÄCK \*\*\*

Ge filnamn på indatafilen (max 9 tecken) >KULLE  
\*\*\* KULLE \*\*\*

Skriv in dina egna kommentarer med en rad åt gången.  
Avsluta med blank rad.  
Text>DEMONSTRATIONSEXEMPEL  
Text>

skala 1:1

\*\*\*\*\* MATERIALPARAMETRAR \*\*\*\*\*

Ange betongkvalitet (ex K30) >K45  
\*\*\* K45 \*\*\*

Ange stälkvalitetet (ej Ss) (ex Ks400S) >KS400S  
\*\*\* KS400S \*\*\*

Ange säkerhetsklass (1,2 eller 3) >1  
\*\*\* 1 \*\*\*

Ange plattjocklek (mm) >200  
\*\*\* 200 \*\*\*

Diameter för fältarmering i platta (mm) >8  
\*\*\* 8 \*\*\*

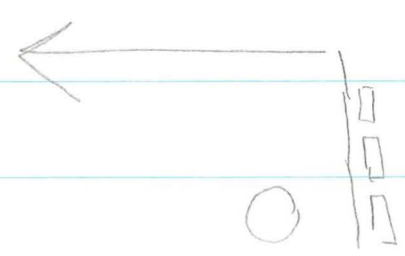
Diameter för stödarmring i platta (mm) >10  
\*\*\* 10 \*\*\*

Ange täckskikt (mm) >15  
\*\*\* 15 \*\*\*

\*\*\*\*\* GEOMETRI \*\*\*\*\*

Pelarebredd i x-led för innerpelare (mm) >300  
\*\*\* 300 \*\*\*

Pelarebredd i y-led för innerpelare (mm) >300  
\*\*\* 300 \*\*\*



Antal systemlinjer med riktning i y-led >5  
\*\*\* 5 \*\*\*

Avstånd i x-led mellan systemlinjer med riktning i y-led  
(m) >4\*6  
\*\*\* 6.000 6.000 6.000 6.000 \*\*\*

Antal systemlinjer med riktning i x-led >4  
\*\*\* 4 \*\*\*

Avstånd i y-led mellan systemlinjer med riktning i x-led  
(m) >4 6 4  
\*\*\* 4.000 6.000 4.000 \*\*\*

\*\*\* FÖR ÖVRE KANT \*\*\*

Finns kantpelare? (J/N blank=J) >  
\*\*\* J \*\*\*

Pelarebredd i x-riktning (mm) >350  
\*\*\* 350 \*\*\*

Pelarebredd i y-riktning (mm) >200  
\*\*\* 200 \*\*\*

Fjäderstyvhet för övre och undre kantpelare.  
Fast insp.=1E10, fritt uppl.=0 (kNm) >12360  
\*\*\* 12360 \*\*\*

Finns utbredd kantupplag (J/N blank=J) >N  
\*\*\* N \*\*\*

\*\*\* FÖR UNDRE KANT \*\*\*

Finns kantpelare? (J/N blank=J) >N  
\*\*\* N \*\*\*

Ange fjäderstyvhet för anslutande kant.  
Fast insp.=1E10, fritt uppl.=0 (kNm/m) >1E10  
\*\*\* 1E10 \*\*\*

\*\*\* FÖR VÄNSTER KANT \*\*\*

Finns kantpelare? (J/N blank=J) >

Pelarebredd i x-riktning (mm) >200  
\*\*\* 200 \*\*\*

Pelarebredd i y-riktning (mm) >350  
\*\*\* 350 \*\*\*

Fjäderstyvhet för övre och undre kantpelare.  
Fast insp.=1E10, fritt uppl.=0 (kNm) >12360  
\*\*\* 12360 \*\*\*

Finns utbredd kantupplag (J/N blank=J) >  
\*\*\* J \*\*\*

Ange fjäderstyvhet för anslutande kant.  
Fast insp.=1E10, fritt uppl.=0 (kNm/m) >0  
\*\*\* 0 \*\*\*

\*\*\* FÖR HÖGER KANT \*\*\*

Finns kantpelare? (J/N blank=J) >  
\*\*\* J \*\*\*

Pelarebredd i x-riktning (mm) >200  
\*\*\* 200 \*\*\*

Pelarebredd i y-riktning (mm) >350  
\*\*\* 350 \*\*\*

Fjäderstyvhet för övre och undre kantpelare.  
Fast insp.=1E10, fritt uppl.=0 (kNm) >12360  
\*\*\* 12360 \*\*\*

Finns utbredd kantupplag (J/N blank=J) >  
\*\*\* J \*\*\*

Ange fjäderstyvhet för anslutande kant.  
Fast insp.=1E10, fritt uppl.=0 (kNm/m) >0  
\*\*\* 0 \*\*\*

Huvudriktning för armeringen (X/Y) >Y  
\*\*\* Y \*\*\*

Ange permanent last (tex golvbelaggning) (kN/m2) >0  
\*\*\* 0.000 \*\*\*

Ange bunden lastdel (q-bunden) (kN/m2) >1.5  
\*\*\* 1.500 \*\*\*

Ange fri lastdel (q-fri) (kN/m2) >1  
\*\*\* 1.000 \*\*\*

Med hur manga procent skall stödmoment ökas för att  
ta hänsyn till farlig lastställning? >10  
\*\*\* 10 \*\*\*

\*\*\*\*\* RESULTAT \*\*\*\*\*

Välj ett av följande alternativ:

- 1 = Enbart moment redovisas
- 2 = Enbart armeringsredovisning
- 3 = Armering och moment redovisas

Ange alternativ (1+2 eller 3) >3  
\*\*\* 3 \*\*\*

Vill du se på dina indata? (J/N blank=J) >

1:C DEMONSTRATIONSEXEMPEL

2:C MATERIALPARAMETRAR

3:K45

4:KS400S

5:1

6:200

7:8

8:10

9:15

10:C GEOMETRI

11:300

12:300

13:5

14:6.000 6.000 6.000 6.000

15:4

16:4.000 6.000 4.000

17:1 750 000 10710

18:N  
19:N  
20:J 1E10  
Skall nästa sida visas? (J/N blank=J) >  
21:J 200 350 12360  
22:J 0  
23:J 200 350 12360  
24:J 0  
25:Y  
26:C LASTER  
27:0.000 1.500 1.000  
28:10  
29:C RESULTAT  
30:3  
31:SLUT

OBS!  
1:1

Skall första sidan visas? (J/N blank=J) >N  
Skall någon rad ändras? (J/N blank=J) >N  
\*\*\* Indata finns nu på filen KULLE \*\*\*  
\*\*\* SLUT PÅ INDATADELEN \*\*\*

C DEMONSTRATIONSEXEMPEL

C MATERIALPARAMETRAR

K45

KS400S

1

200

8

10

15

C GEOMETRI

300

300

5

6.000 6.000 6.000 6.000

4

4.000 6.000 4.000

J 350 200 12360

N

N

J 1E10

J 200 350 12360

J 0

J 200 350 12360

J 0

Y

C LASTER

0.000 1.500 1.000

10

C RESULTAT

3

SLUT



\*\*\* BERÄKNINGSDEL \*\*\*  
\*\*\* FÖR PELARDACK \*\*\*

Ge namn på indatafil (max 9 tecken) >KULLE  
\*\*\* KULLE \*\*\*

Ge namn på resultatfil (max 9 tecken) >KALLE  
\*\*\* KALLE \*\*\*

Skriv in dina egna kommentarer med en rad åt gången.

Avsluta med blank rad.

Text>DEMONSTRATIONSEXEMPEL

Text>

\*\*\* Resultat finns nu på filen KALLE \*\*\*

```
*****  
***                               ***  
***   Utskrift från               ***  
***   P E L A R D Å C K          ***  
***   Version 830816             ***  
***                               ***  
*****
```

## DEMONSTRATIONSEXEMPEL

Från filen KULLE har indata lästs enligt följande:

Även parametrar som direkt kan beräknas ur indata

## Materialparametrar

Säkerhetsklass: 1	Gamma=1.0
Betongkvalitet: K45	Stålkvalitet: Ks4008
f <sub>cc</sub> =21.3 MPa	f <sub>st</sub> =364 MPa
f <sub>ct</sub> =1.40 MPa	E <sub>s</sub> =190 GPa
E <sub>c</sub> =27.5 GPa	Fältdiameter: 8 mm
Täckskikt: 15 mm	Stöddiameter: 10 mm

## Effektiva höjder

Verklig plattjocklek: 200 mm	Huvudriktning för armering: Y
Eff. höjd, stöd,x-riktning: 170 mm	Eff. höjd, stöd,y-riktning: 180 mm
Eff. höjd, fält,x-riktning: 173 mm	Eff. höjd, fält,y-riktning: 181 mm

## Geometri

Antal systemlinjer med riktning i y-led:	5
Längder i x-led mellan ovanstående:	
L( 1)  L( 2)  L( 3)  L( 4)	
6.000  6.000  6.000  6.000	
Antal systemlinjer med riktning i x-led:	4
Längder i y-led mellan ovanstående:	
L( 1)  L( 2)  L( 3)	
4.000  6.000  4.000	

Övre systemlinje i x-led har fri kant.

Undre systemlinje i x-led är inspänd. Fjäderstyvheten är 0.100E+11 kNm/m.

Vänster systemlinje i y-led är fritt upplagd.

Höger systemlinje i y-led är fritt upplagd.

## Pelare

Bredd för innerpelare är i x-led 300 mm, och i y-led 300 mm.

Pelare i övre systemlinje i y-led: Fjäderstyvheten är 0.124E+05 kNm.

Bredd i x-led är 350 mm och i y-led 200 mm.

Pelare i undre systemlinjen saknas.

Pelare i vänster systemlinje i x-led: Fjäderstyvheten är 0.124E+05 kNm.

Bredd i x-led är 200 mm och i y-led 350 mm.

Pelare i höger systemlinje i x-led: Fjäderstyvheten är 0.124E+05 kNm.

Bredd i x-led är 200 mm och i y-led 350 mm.

## Laster

Permanent last: 0.0 kN/m<sup>2</sup>

Bunden last: 1.5 kN/m<sup>2</sup>

Fri last: 1.0 kN/m<sup>2</sup>

Egentyngd, bjälklag: 4.8 kN/m<sup>2</sup>

$$Q = 1.0 ( Q_{egen} + Q_{perm} ) + 1.3 ( Q_{bund} + Q_{fri} ) = 8.1 \text{ kN/m}^2$$

Hänsyn till farlig lastställning har tagits genom att öka stödmomenten med 10 %.

## \*\*\*\*\* R E S U L T A T \*\*\*\*\*

## Dimensionerande stöd- och fältmoment

## Strimlor i x-led:

Strimla nr: 1

Stödmoment (kNm/m)

-11.3 -28.0 -22.0 -28.0 -11.3

1 ---- 2 ---- 3 ---- 4 ---- 5

15.9 10.0 10.0 15.9

Max fältmoment (kNm/m)

Strimla nr: 2

Stödmoment (kNm/m)

-4.4 -30.0 -21.0 -30.0 -4.4

1 ---- 2 ---- 3 ---- 4 ---- 5

18.7 9.7 9.7 18.7

Max fältmoment (kNm/m)

Strimla nr: 3

Stödmoment (kNm/m)

-4.7	-29.9	-21.0	-29.9	-4.7				
1	----	2	----	3	----	4	----	5
18.6	9.7	9.7	18.6					

Max fältmoment (kNm/m)

Strimlor i y-led

Strimla nr: 2

Stödmoment (kNm/m)

-0.5	-21.6	-20.4	-6.2			
1	----	2	----	3	----	4
5.7	13.6	3.5				

Max fältmoment (kNm/m)

Strimla nr: 3

Stödmoment (kNm/m)

-0.6	-21.6	-20.4	-6.2			
1	----	2	----	3	----	4
5.7	13.6	3.5				

Max fältmoment (kNm/m)

Strimla nr: 4

Stödmoment (kNm/m)

-0.5	-21.6	-20.4	-6.2			
1	----	2	----	3	----	4
5.7	13.6	3.5				

Max fältmoment (kNm/m)

## BÖJARMERING

## ARMERING I X-LED

Stödarmering, FI 10

Moment	Antal	S	Börjar	Slutar	Längd	Utbredn	Utbredn
(kNm/m)	järn	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	börjar	bredd
						(mm)	(mm)

SYSTEMLINJE 1

Stöd nr 1	-11.3	4		908			
Stöd nr 2	-28.0	10	83	1680	1910	3590	0 800
Stöd nr 3	-22.0	8	106	1648	1648	3296	0 800

Stöd nr	4	-28.0	10	83	1910	1680	3590	0	800
Stöd nr	5	-11.3	4		908				

## SYSTEMLINJE 2

Stöd nr	1	-4.4	5			517			
Stöd nr	2	-30.0	36	77	1673	2012	3685	1200	2700
Stöd nr	3	-21.0	25	112	1621	1621	3241	1200	2700
Stöd nr	4	-30.0	36	77	2012	1673	3685	1200	2700
Stöd nr	5	-4.4	5		517				

## SYSTEMLINJE 3

Stöd nr	1	-4.7	5			534			
Stöd nr	2	-29.9	33	77	1673	2008	3681	1500	2500
Stöd nr	3	-21.0	23	111	1622	1622	3244	1500	2500
Stöd nr	4	-29.9	33	77	2008	1673	3681	1500	2500
Stöd nr	5	-4.7	5		534				

## Fältarmering. FI 8

Moment	Antal	S	Börjar	Slutar	Längd	Utbredn	Utbredn
(kNm/m)	järn	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	börjar	bredd
						(mm)	(mm)

## SYSTEMLINJE 1

Fält nr	1	15.9	9	197	173	6173	6346	0	1600
Fält nr	2	10.0	6	312	173	6173	6346	0	1600
Fält nr	3	10.0	6	312	173	6173	6346	0	1600
Fält nr	4	15.9	9	197	173	123	296	0	1600

## SYSTEMLINJE 2

Fält nr	1	18.7	33	167	173	6173	6346	2400	5400
Fält nr	2	9.7	17	325	173	6173	6346	2400	5400
Fält nr	3	9.7	17	325	173	6173	6346	2400	5400
Fält nr	4	18.7	33	167	173	123	296	2400	5400

## SYSTEMLINJE 3

Fält nr	1	18.6	30	168	173	6173	6346	3000	5000
Fält nr	2	9.7	16	324	173	6173	6346	3000	5000
Fält nr	3	9.7	16	324	173	6173	6346	3000	5000
Fält nr	4	18.6	30	168	173	123	296	3000	5000

## SYSTEMLINJE 4

Fält nr	1	0.0	5	400	173	6173	6346	2000	2000
Fält nr	2	0.0	5	400	173	6173	6346	2000	2000
Fält nr	3	0.0	5	400	173	6173	6346	2000	2000
Fält nr	4	0.0	5	400	173	123	296	2000	2000

## ARMERING I Y-LED

Stödarmering. FI 10		Antal järn	S (mm)	Börjar (mm)	Slutar (mm)	Längd (mm)	Utbredn börjar (mm)	Utbredn bredd (mm)
Moment (kNm/m)								

## SYSTEMLINJE 2

Stöd nr 1	-0.5	1			340			
Stöd nr 2	-21.6	29	115	1785	1502	3287	1800	3300
Stöd nr 3	-20.4	27	122	1448	1930	3378	1800	3300
Stöd nr 4	-6.2	9		867				

## SYSTEMLINJE 3

Stöd nr 1	-0.6	1			345			
Stöd nr 2	-21.6	27	115	1787	1501	3288	1500	3000
Stöd nr 3	-20.4	25	122	1448	1931	3379	1500	3000
Stöd nr 4	-6.2	8		867				

## SYSTEMLINJE 4

Stöd nr 1	-0.5	1			340			
Stöd nr 2	-21.6	29	115	1785	1502	3287	1500	3300
Stöd nr 3	-20.4	27	122	1448	1930	3378	1500	3300
Stöd nr 4	-6.2	9		867				

## Fältarmering. FI 8

Fältarmering. FI 8		Antal järn	S (mm)	Börjar (mm)	Slutar (mm)	Längd (mm)	Utbredn börjar (mm)	Utbredn bredd (mm)
Moment (kNm/m)								

## SYSTEMLINJE 1

Fält nr 1	0.0	6	400	181	4181	4362	0	2400
Fält nr 2	0.0	6	400	181	6181	6362	0	2400
Fält nr 3	0.0	6	400	181	4181	4362	0	2400

## SYSTEMLINJE 2

Fält nr 1	5.7	17	400	181	4181	4362	3600	6600
Fält nr 2	13.6	28	241	181	6181	6362	3600	6600
Fält nr 3	3.5	17	400	181	4181	4362	3600	6600

## SYSTEMLINJE 3

Fält nr 1	5.7	15	400	181	4181	4362	3000	6000
Fält nr 2	13.6	25	241	181	6181	6362	3000	6000
Fält nr 3	3.5	15	400	181	4181	4362	3000	6000

## SYSTEMLINJE 4

Fält nr 1	5.7	17	400	181	4181	4362	3000	6600
Fält nr 2	13.6	28	241	181	6181	6362	3000	6600
Fält nr 3	3.5	17	400	181	4181	4362	3000	6600

## SYSTEMLINJE 5

Fält nr 1	0.0	6	400	181	4181	4362	2400	2400
Fält nr 2	0.0	6	400	181	6181	6362	2400	2400
Fält nr 3	0.0	6	400	181	4181	4362	2400	2400

## KONTROLL AV GENOMSTANSNING

Vd är dimensionerande genomstansningskraft för pelare.  
Vu är bärförmåga för pelare.

Vd och Vu angivna i kN :

## SYSTEM-

LINJE 1 2 3 4 5

1 Vd :	85	77	85		
Vu :	117	114	117		
2 Vd :	284	257	284		
Vu :	270	261	270		
	Vd>Vu		Vd>Vu		
3 Vd :	262	238	262		
Vu :	269	260	269		
4 Vd :					
Vu :					

Genomstansningen klarar sig ej. Man kan dock åtgärda det genom följande:

1. öka pelardimensionerna
2. Om kantpelare, minska fjäderstyvheten
3. öka platthöjden
4. Bättre betongkvalitet

# HANDBERÄKNING AV EXEMPEL

Beräkna för pelardäcket (fig. på nästa sida)  
erforderlig stöd- och fältarmering samt  
kontrollera genomstansning

Data: Betong K45

Armering Ks400S

$\phi 8$  i fält och  $\phi 10$  över stöd

Täckskikt 15 mm

Säkerhetsklass 1

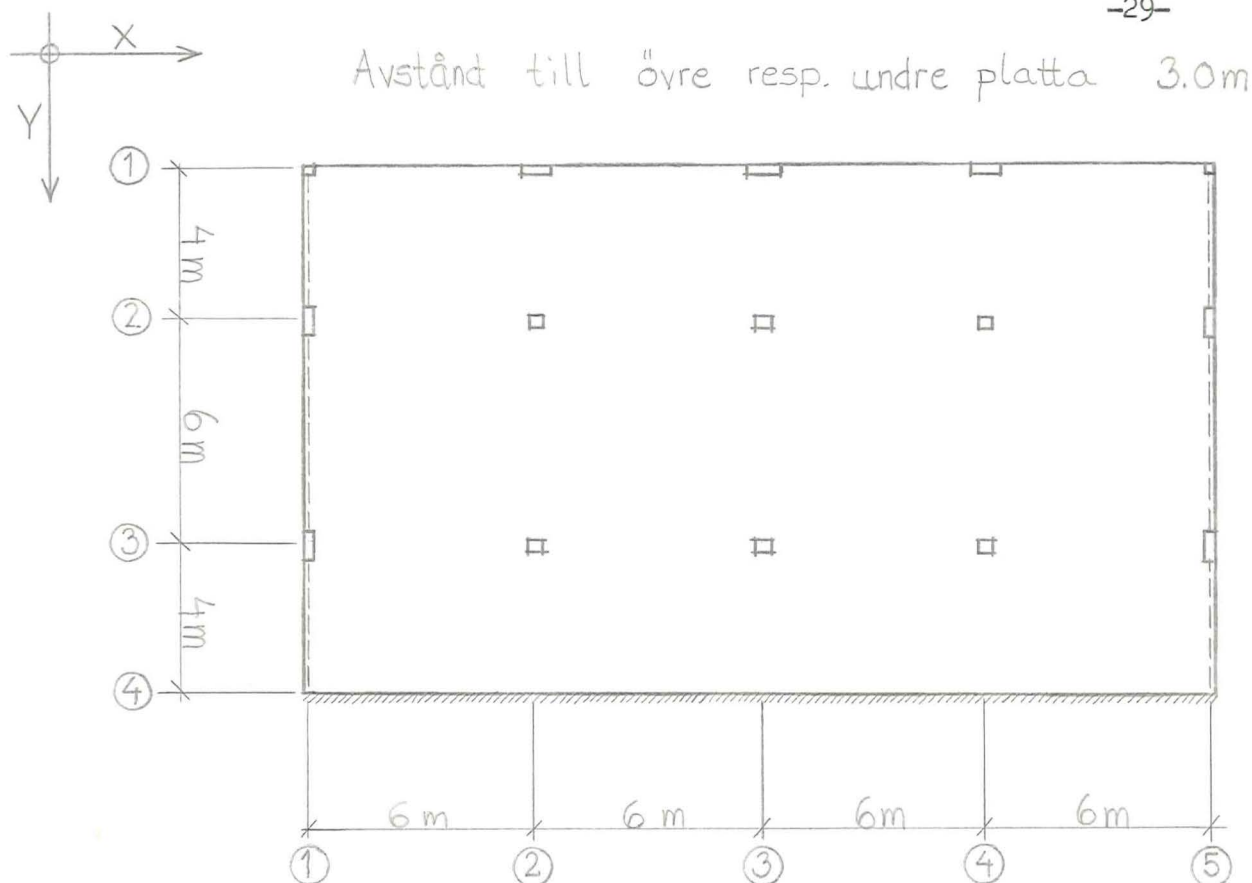
Plattjocklek 200

Huvudriktning för armering är y-led  
(enl. fig.)

Nyttig last: Bunden del  $1.5 \text{ kN/m}^2$   
Fri del  $1.0 \text{ kN/m}^2$

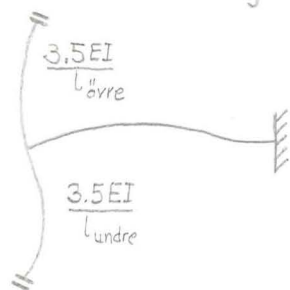
Vi nöjer oss med att handberäkna en pelar-  
rad och väljer strimla 2 i y-led.





Pelarmått (mm)	x-led	y-led
Inre	300	300
Vänster kant	200	350
Övre	350	200
Höger	200	350
Undre	saknas	

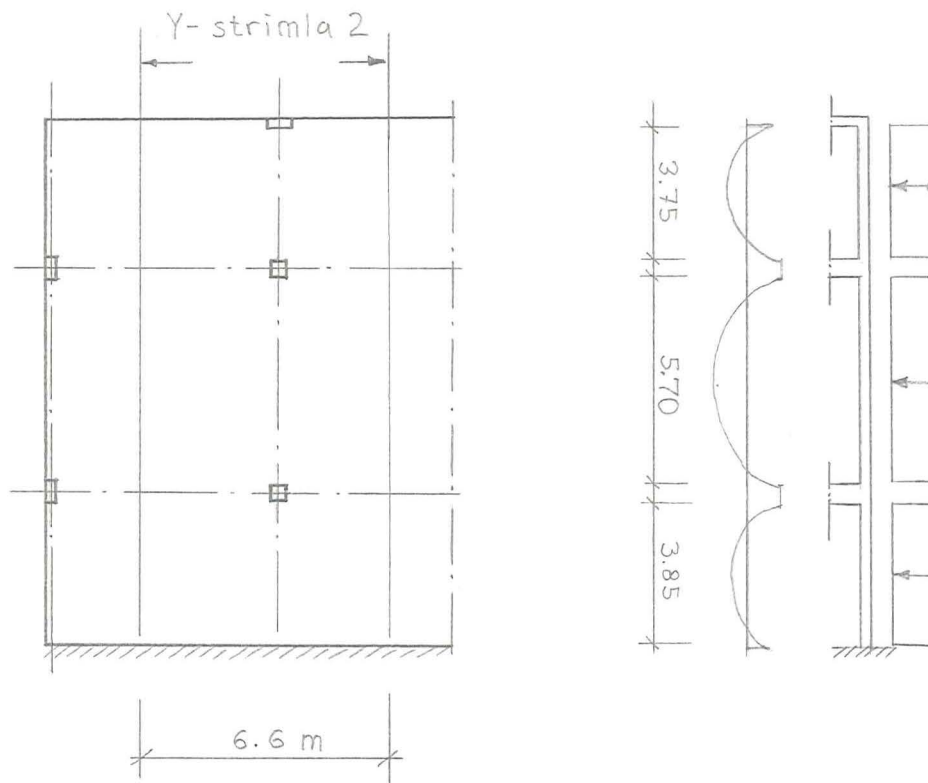
Pelarnas fjäderstyvhet (kantpelare)



$$s = 3.5 \cdot 22,7E6 \cdot \frac{0,35 \cdot 0,2^3}{12} \cdot \left( \frac{1}{3,0} + \frac{1}{3,0} \right)$$

$$s = 12\,360 \text{ kNm (per radian)}$$

Kantpelarna i övre systemlinjen får styvheten reducerad enligt Betonghandboken (s632-), genom att ett elastiskt element läggs in mellan pelare och platta.



STRIMLEBREDD ERHÅLLES UR :

$$0.6 \cdot 6 \text{ m} + 0.5 \cdot 6 \text{ m} = 6.6 \text{ m}$$

DET ELASTISKA ELEMENTET HAR STYVHETEN :

$$S = \frac{(3 \cdot 0.35 + 5 \cdot 0.2) \cdot 22.7 \text{ E}6 \cdot 0.200}{6.6 - 0.35} = 59570 \text{ kNm}$$

$$\frac{1}{S_{\text{stutl.}}} = \frac{1}{12360} + \frac{1}{59570} \Rightarrow S_{\text{stutl.}} = 10200 \text{ kNm}$$

$$S_{\text{SLUTL}/\text{m}} = \frac{10200}{6.6} = 1550 \text{ kNm/m}$$

DIMENSIONERANDE LAST :

$$1.0 \cdot (24 \cdot 0.2) + 1.3 (1.0 \cdot 1.5 + 1.0 \cdot 1.0) = 8.05 \text{ kN/m}^2$$

## MOMENTEN I STRIMLAN LÖSES MED FÖRSKJUTNINGSMETOD

## STYVHETSMATRIS

$$\begin{bmatrix} 4EI \frac{1}{3.75} + 1550 & 2EI \frac{1}{3.75} & 0 & 0 \\ 2EI \frac{1}{3.75} & 4EI \left( \frac{1}{3.75} + \frac{1}{5.7} \right) & 2EI \frac{1}{5.7} & 0 \\ 0 & 2EI \frac{1}{5.7} & 4EI \left( \frac{1}{5.7} + \frac{1}{3.85} \right) & 2EI \frac{1}{3.85} \\ 0 & 0 & 2EI \frac{1}{3.85} & 4EI \frac{1}{3.85} + 1E10 \end{bmatrix}$$

$$EI = 22.7E6 \cdot \frac{1.0 \cdot 0.2^3}{12}$$

## LASTVEKTOR

$$\begin{bmatrix} -3.75^2 \\ 3.75^2 - 5.7^2 \\ 5.7^2 - 3.85^2 \\ 3.85^2 \end{bmatrix} \cdot \frac{8.05}{12}$$

## EKVATIONSSYSTEM ATT LÖSA

$$\begin{bmatrix} 17693 & 8071 & 0 & 0 \\ 8071 & 26762 & 5309 & 0 \\ 0 & 5309 & 26342 & 7861 \\ 0 & 0 & 7861 & 1E10 \end{bmatrix} \bar{u} = \begin{bmatrix} -9.4336 \\ -12.3618 \\ 11.8519 \\ 9.9434 \end{bmatrix}$$

-32-

MATRISBERÄKNING GER FÖRSKJUTNINGSVEKTORN  $\bar{u} =$

$$\begin{bmatrix} -0,3167 E-3 \\ -0,4746 E-3 \\ 0,5456 E-3 \\ 0,5655 E-9 \end{bmatrix} \text{ radianer}$$

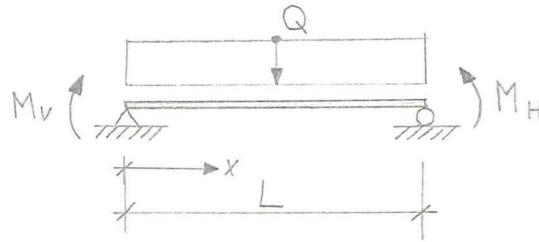
UR ROTATIONERNA BERÄKNAS FÖLJANDE MOMENT

$$m = \begin{bmatrix} -(-0,3167E-3) \cdot 4 \cdot EI \cdot \frac{1}{3,75} & -(-0,4746E-3) \cdot 2 \cdot EI \cdot \frac{1}{3,75} & -\frac{8,05 \cdot 3,75^2}{12} \\ -(-0,4746E-3) \cdot 4 \cdot EI \cdot \frac{1}{5,7} & -(-0,5456E-3) \cdot 2 \cdot EI \cdot \frac{1}{5,7} & -\frac{8,05 \cdot 5,7^2}{12} \\ -(0,5456E-3) \cdot 4 \cdot EI \cdot \frac{1}{3,85} & -(0,5655E-9) \cdot 2 \cdot EI \cdot \frac{1}{3,85} & -\frac{8,05 \cdot 3,85^2}{12} \\ 0,5655E-9 \cdot 4 \cdot EI \cdot \frac{1}{3,85} & + 0,5456E-3 \cdot 2 \cdot EI \cdot \frac{1}{3,85} & -\frac{8,05 \cdot 3,85}{12} \end{bmatrix}$$

$$m = \begin{bmatrix} -0,49 \\ -19,65 \\ -18,52 \\ -5,65 \end{bmatrix} \text{ kNm/m}$$

UR DESSA TAR VI FRAM FÄLTMOMENT :

ALLMÄNT FALL :



$$M(x) = \frac{QL}{2}x - \frac{Qx^2}{2} + M_V + \frac{M_H - M_V}{L}x$$

$$\frac{\partial M(x)}{\partial x} = \frac{QL}{2} - Qx + \frac{M_H - M_V}{L} = 0$$

$$\Rightarrow x = \frac{L}{2} + \frac{M_H - M_V}{QL}$$

$$\text{fält 1 : } x = \frac{3.75}{2} + \frac{-19.65 - (-0.49)}{8.05 \cdot 3.75} = 1.24 \text{ m}$$

$$\Rightarrow m_f = 5.7 \text{ kNm/m}$$

$$\text{fält 2 : } x = \frac{5.70}{2} + \frac{-18.52 - (-19.65)}{8.05 \cdot 5.70} = 2.87 \text{ m}$$

$$\Rightarrow m_f = 13.6 \text{ kNm/m}$$

$$\text{fält 3 : } x = \frac{3.85}{2} + \frac{-5.65 - (-18.52)}{8.05 \cdot 3.85} = 2.34 \text{ m}$$

$$\Rightarrow m_f = 3.5 \text{ kNm/m}$$

För att ta hänsyn till farlig lastställning ökas stödmomenten med 10% och blir därmed:

$$m_{dim} = \begin{array}{|l} - 0.54 \\ - 21.62 \\ - 20.37 \\ - 6.22 \end{array} \quad \text{kNm/m}$$

## ARMERINGSBERÄKNING

Använda formler :  $\bar{m} = \frac{M_u}{b d^2 f_{cc}}$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\bar{m}}$$

$$A_s = \frac{M_u}{f_{st} d \left(1 - \frac{\omega}{2}\right)}$$

### STÖDARMERING :

Dim. moment, överst denna sida multipliceras med 2.

Stöd    antal    s-avstånd (mm)

1	1	
2	29	115
3	27	125
4	9	

För kantupplag och/eller kantpelare fördelas järnen geometriskt enligt betonghandboken.

### FÄLTARMERING :

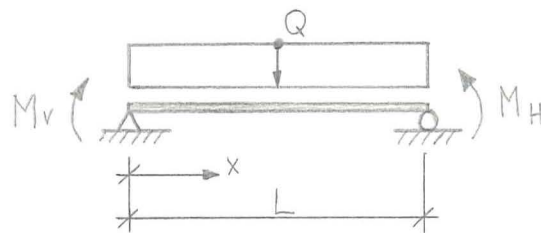
Fält

1	17	400	(min.-armering)
2	28	241	
3	17	400	( " )

## AVKORTNING AV ARMERING

Avkortning sker på stödarmeringen så att järnen ligger med ett mått (= effektiva höjden) utanför momentnollpunkterna på ömse sidor om stöden.

För beräkningen av nollpunkterna tar vi fram en tjuvig liten formel.



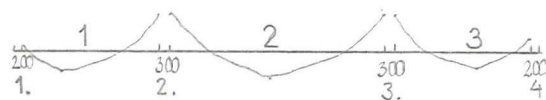
enligt tidigare

$$M(x) = \frac{QL}{2}x - \frac{Q}{2}x^2 + M_v + \frac{(M_H - M_v)}{L}x$$

$$M(x) = 0 \Rightarrow$$

$$x = \left( \frac{L}{2} + \frac{M_H - M_v}{QL} \right) \pm \sqrt{\left( \frac{L}{2} + \frac{M_H - M_v}{QL} \right)^2 + \frac{2M_v}{Q}}$$

FAK	7	L	M <sub>v</sub>	M <sub>H</sub>	x <sub>v</sub>	x <sub>H</sub>
1	8.05	3.75	-0.54	-21.62	0.058	2.295
2	8.05	5.7	-21.62	-20.37	1.172	4.582
3	8.05	3.85	-20.37	-6.22	1.600	3.163



(Punkterna markerar stödnummer)

Återstår till sist att göra om  $x_v$  och  $x_h$  till mått som refererar till systemlinjerna vid stöd.

Effektiva höjden läggs dessutom till som förankringslängd.

Stöd	Börjar	(m)
1		
2	$3.750 - 2.295 + 0.300/2 + 0.180 =$	1.785
3	$5.700 - 4.582 + 0.300/2 + 0.180 =$	1.448
4	$3.850 - 3.163 + 0.180 =$	0.867

Stöd	Slutar	(m)
1	$0.058 + 0.200/2 + 0.180 =$	0.338
2	$1.172 + 0.300/2 + 0.180 =$	1.502
3	$1.600 + 0.300/2 + 0.180 =$	1.930
4		

Härur erhålles klipplängder för stödarmering:

Stöd	Längd (m)
1	
2	3.287
3	3.378
4	

Fältarmering dras förbi pelarnas centrumlinjer med avstånd av effektiva höjden.



## ARMERINGENS UTBREDNING I SIDLED

Fältarmeringen läggs inom ett område som är lika med strimlebredden, dvs om vi ser strimlan i y-riktning ( $\downarrow$ )  $0.6 \cdot 6.0 = 3.6 \text{ m}$  åt vänster med total utbredning  $0.5 \cdot 6.0 + 0.6 \cdot 6.0 = 6.6 \text{ m}$ .

Stödarmeringen koncentreras kring pelarna med den metod som anvisas av Betonghandboken. Sålunda  $3.6 \text{ m} / 2 = 1.8 \text{ m}$  åt vänster och  $6.6 \text{ m} / 2 = 3.3 \text{ m}$  som total utbredning.

BÖJARMERING

ARMERING 1 Y-STRIMLA 2

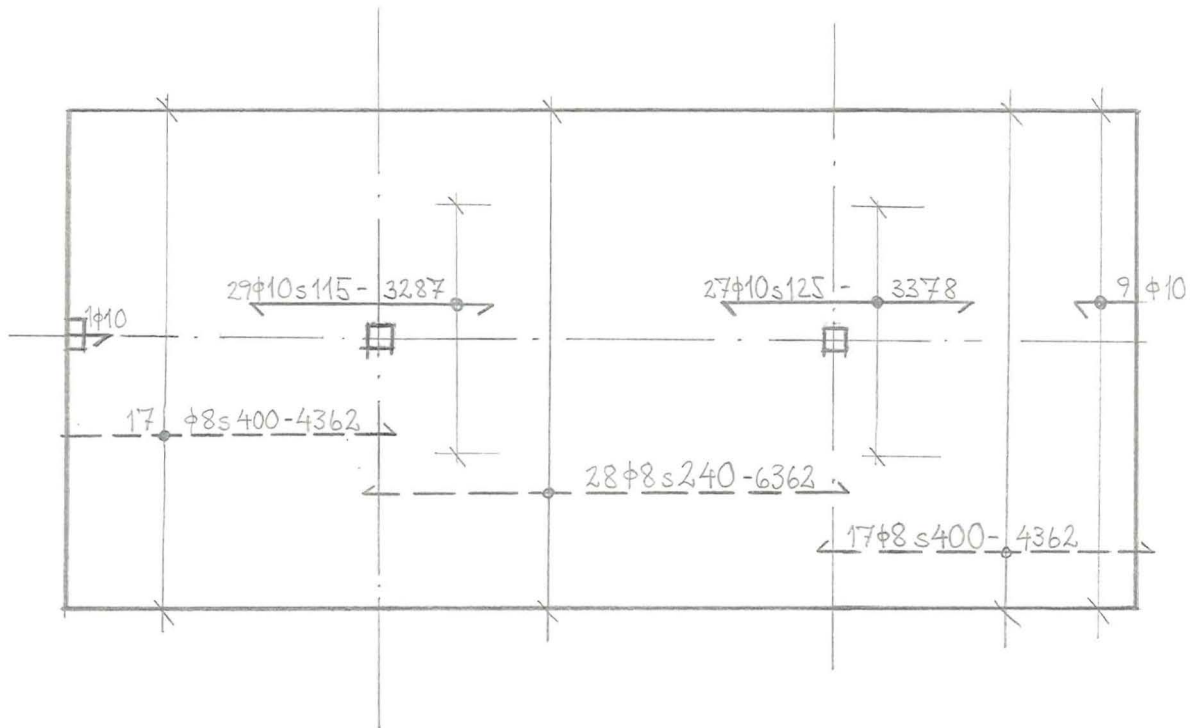
(mätt i mm)

STÖDARMERING

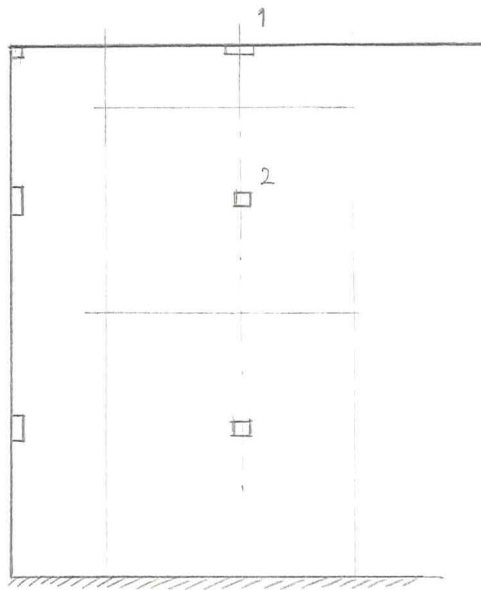
Stöd nr	Dim.moment (kNm/m)	Antal järn	s	Börjar	Slutar	Längd	Utbredning börjar	slutar
1	-0,54	1			338			
2	-21,62	29	115	1785	1502	3287	1800	3300
3	-20,37	27	125	1448	1930	3378	1800	3300
4	-6,22	9		867				

FÄLTARMERING

Fält nr	Dim.moment (kNm/m)	Antal järn	s	Börjar	Slutar	Längd	Utbredning börjar	slutar
1	5,7	17	400	181	4181	4362	3600	6600
2	13,6	28	241	181	6181	6362	3600	6600
3	3,5	17	400	181	4181	4362	3600	6600



## KONTROLL AV GENOMSTANSNING



Vi kontrollerar pelare 1 och 2.

Pelare 1:  $V_d = 6.6 \cdot 0.4 \cdot 4 \cdot 8.05 = 85 \text{ kN}$

$$a_x = \min \begin{cases} 350/2 = 175 \\ 1.4 \cdot 175 \end{cases} = 175 \text{ mm}$$

$$a_y = \min \begin{cases} 200 \\ 350/2 = 175 \\ 2.8 \cdot 175 - 175 \end{cases} = 175 \text{ mm}$$

$$C_x = 0 \quad C_y = 25 \text{ mm}$$

$$\xi = 1.4 \quad f_{ct} = 1.4 \text{ E}3 \text{ kPa}$$

$$\rho_x = \frac{\pi \cdot 10^2 / 4}{83 \cdot 170} = 5.57 \cdot 10^{-3} \quad (\text{83 erh. enl. datorkörning})$$

$$\rho_y = \frac{\pi \cdot 10^2 / 4}{9797 \cdot 180} = 4.45 \cdot 10^{-4} \quad (\text{teor. s-arst för 1 järn})$$

$$\rho = \sqrt{\rho_x \cdot \rho_y} = 4.98 \cdot 10^{-4}$$

$$fV_y = 1.4 (1 + 50 \cdot 4.98 \cdot 10^{-4}) \cdot 0.4 \cdot 1.4 \text{E}3 = 804 \text{ kPa}$$

$$fV_x = 1.4 (1 + 50 \cdot 5.56 \cdot 10^{-3}) \cdot 0.3 \cdot 1.4 \text{E}3 = 752 \text{ kPa}$$

$$M_y = -0.3167 \cdot 10^{-3} \cdot 1550 \cdot 6.6 = 3.24$$

$$e_y = \text{Max} \begin{cases} 0.020 \\ 3.24/85 \end{cases} = 0.038$$

$$\eta = \frac{1}{1 + \frac{1.5 |e_y|}{\sqrt{200 \cdot 350 \cdot 10^{-3}}}} = 0.822$$

$$V_u = 0.82 \left( \left( 2 \cdot 0.175 + 2 \cdot 0.175 + \pi \cdot 0.175/2 \right) \cdot 0.175 \cdot 804 + 2 \cdot 0.025 \cdot 0.180 \cdot 752 \right) = 118 \text{ kN}$$

$$\text{Pelare 2: } V_d = (0.6 \cdot 4 + 0.5 \cdot 6) \cdot 6.6 \cdot 8.05 = 286.9$$

$$a_x = \min \begin{cases} 300/2 \\ 1.4 \cdot 175 \end{cases} = 150$$

$$a_y = \min \begin{cases} 300 \\ 300/2 \\ 2.8 \cdot 300 - 175 \end{cases} = 150$$

$$c_x = c_y = 0$$

$$\rho_x = \frac{\pi \cdot 10^2 / 4}{77 \cdot 170} = 6.00 \cdot 10^{-3} \quad (77 \text{ erh. fr. datorkörning})$$

$$\rho_y = \frac{\pi \cdot 10^2 / 4}{115 \cdot 180} = 3.79 \cdot 10^{-3}$$

$$\rho = \sqrt{\rho_x \cdot \rho_y} = 4.77 \cdot 10^{-3}$$

$$fV_1 = 1.4 (1 + 50 \cdot 4.77 \cdot 10^{-3}) \cdot 0.4 \cdot 1.4E3 = 971 \text{ kN}$$

$$\eta = \frac{1}{1 + \frac{1.5 \cdot 0.02}{0.300}} = 0.91$$

$$V_u = 0.91 (4 \cdot 0.15 + 4 \cdot 0.15 + \pi \cdot 0.175) \cdot 0.175 \cdot 971$$

$$= 270 \text{ kN}$$

$$V_d \text{ justeras till } 286.9 - (0.300 + 0.175 \cdot 2)^2 \cdot 8.05$$

$$= 283 \text{ kN}$$

" Kantpelaren klarar sig men innerpelaren klarar ej genomstansning.

## 7. Referenslitteratur

Bestämmelser för betongkonstruktioner, BBK-79.  
/Statens betongkommite/

Betonghandboken  
/AB Svensk Byggtjänst/

Betongkonstruktioner del 1 och 2, kompendier i Bärande  
Konstruktioner FK 2.  
/Avdelningen för Bärande Konstruktioner, LTH/

Programmering i Fortran 77  
/Ekman Eriksson/

VAX/VMS Guide to Using Command Procedures  
/digital equipment corporation/