

# Statiske beregninger

## Stålspær



**Bjerring Silo Construction ApS**

**Bjerring Hede 12**

**8850 Bjerringbro**

**17/11 2017**

---

**Lene Brogaard**

## Spæreftervisning.

Denne beregning omfatter eftervisning af ældre stålspær.

Produktionsåret kendes ikke.

Da det ikke vides hvor spærene skal monteres, hvilken beklædning eller hvilken spærafstand de opstilles med, er der truffet nogle forudsætninger. Er disse forudsætninger anderledes, skal der foretages en revidering af beregningerne. Det er købers ansvar at sikre at alle forudsætninger er korrekte, samt at nødvendige ændringer udføres.

Spærenes stand skal vurderes. Skæve eller skadede spær skal repareres hvis disse benyttes. Det anbefales at rense spærene ved sandblæsning eller andet og få dem malet for at sikre mod yderligere korrosion. Efter sandblæsning vurderes det om der er mindre godstykkelser end forudsat pga. korrosion gennem årene.

Der skal etableres en ny samleplade i kip med en tykkelse på 20 mm, den eksisterende har ikke tilstrækkelig tykkelse.

Samlepladerne i hjørner er udført i 2 stk 12 mm plader, der både er boltet og svejst sammen. Beregningerne viser, at der enten skal benyttes 1 stk 6 mm samleplade eller 2 stk 15 mm bolteplader med 16 mm bolte. På trods af at pladerne kun er 12 mm, vurderes det, at sammensvejsningen hjælper tilstrækkeligt til at opveje den manglende tykkelse på 3 mm. Det skal sikres at boltene min. 16 mm.

Åselapperne er kun med hul til én bolt. Tømmeren skal bekræfte, at dette er tilstrækkeligt til fastholdelse af åse. Der skal monteres 2 stk. større beslag med 4 huller på hvert spær til gaffellejring, for at sikre mod kipning. Placering af disse kan ses i beregningerne.

### Forudsætninger:

Moderat konsekvensklasse CC2

Terrænkategori 2,  $z = 0,05$

Stålkvaliteten vurderes til S235.

Last fra beklædning:  $25 \text{ kg/m}^2$

Spærafstand: max. 4500 mm

Vindkryds i fag nr 2 fra begge ender.

Silosøjler er angivet som et forslag.

# RAMME 1



# Stålramme nr 1

## Norm-check af ramme 1

[X:\CAD\_new\1000- Div småsager\Spær- Beregning\OprindeligP1.HTM]  
[HALBER \* 17-nov-2017]

### Projekt

*Kunde* Spær

*Dokumentation* Bjerring Silo Construction ApS

### Normgrundlag

Dansk Standard DS/EN:2007

### Bygningsdata

Konsekvensklasse CC2, Moderat  
Materialekontrol Normal  
Afstand til vestkysten >25 km  
Terrænklasse II. z0 = 0.05  
Haltype Symmetrisk saddeltag  
Benkiletype Opplidsede eller opsvejste kiler  
Rigelkiletype Opplidsede eller opsvejste kiler  
Udhængskiletype Påsvejste kiler

### Hallens hovedgeometri

Spændvidde 25000 mm  
Benhøjde 3000 mm  
Taghældning 20.00°  
Tagopbygning 350 mm  
Facadeopbygning 350 mm

### Placering

Rammens placering 0 mm  
Startpunkt belastning 0 mm  
Slutpunkt belastning 2250 mm

**Understøtninger, horisontale fastholdelser og charniéer**

	<u>Venstre side</u>	<u>Højre side</u>
Charniér i kip	Nej	-
Charniér i hjørne	Nej	Nej
Kip horisontalt fastholdt	Nej	-
Hjørne horisontalt fastholdt	Nej	Nej
Fodpunkt indspændt	Nej	Nej

**Flydespændinger, åse og kippingsbetingelser****Ben**

Karakt. flydespænding ( $t \leq 16$  mm) 235 MPa

Kippingsbetingelse Bunden

Antal åse 0

**Rigel**

Karakt. flydespænding ( $t \leq 16$  mm) 235 MPa

Kippingsbetingelse Bunden

Antal åse 14

Ås nr	Indbyrdes afstand [mm]	Kippingsfastholdelse
1	-500	Ingen
2	1070	Ingen
3	1070	Ingen
4	1070	Ingen
5	1070	Gaffel
6	1070	Ingen
7	1070	Gaffel
8	1070	Ingen
9	1070	Ingen
10	1070	Ingen
11	1070	Ingen
12	1070	Ingen
13	1070	Ingen
14	700	Ingen

## Søjler

Antal søjler	4
Karakt. flydespænding ( $t \leq 16$ mm)	235 MPa
Antal åse	0
Fodpunktets beliggenhed	0 mm
Indv. overtryk , c-koefficient	0.20
Indv. undertryk , c-koefficient	0.30
Indre søjler (ej ydre vindlast)	Nej

Søjle nr	Indbyrdes afstand [mm]	Diagonal	Belastningsbredde [mm]	Kipningsbetingelse
1	4750	Ingen	4750	Fri
2	4750	Ingen	5375	Fri
3	6000	Ingen	5375	Fri
4	4750	Ingen	4750	Fri
Rest	4750	Ingen	-	-

## Beklædning

### Ben

Yderbeklædning	25.0 kg/m <sup>2</sup>
Åse	0.0 kg/m <sup>2</sup>
Isolering / dampspærre	0.0 kg/m <sup>2</sup>
Inderbeklædning	0.0 kg/m <sup>2</sup>
Diverse	0.0 kg/m <sup>2</sup>
Elementfacade	Nej

### Rigel

Yderbeklædning	25.0 kg/m <sup>2</sup>
Åse	0.0 kg/m <sup>2</sup>
Isolering / dampspærre	0.0 kg/m <sup>2</sup>
Inderbeklædning	0.0 kg/m <sup>2</sup>
Diverse	0.0 kg/m <sup>2</sup>

## Lastspecifikationer

### Taglast

Venstre side Højre side

Permanent fladelast på taget 0.00 kN/m<sup>2</sup> 0.00 kN/m<sup>2</sup>

Variabel fladelast på taget 0.00 kN/m<sup>2</sup> 0.00 kN/m<sup>2</sup>

### Vind og snelast

Venstre side Højre side

Basis vindlast 0.79 kN/m<sup>2</sup>

Indvendigt overtryk, formfaktor  $c_o$  0.20

Indvendigt undertryk, formfaktor  $c_u$  0.30

Basis snelast 0.90 kN/m<sup>2</sup>

Formfaktor  $\mu_1$  0.80 0.80

### Ingen løsvarelast

### Ingen kraner

### Beregnet vindtrykfordeling

Vindlast (sug) på tag og vægge [kN/m]									
Basis vindlasttilfælde		Venstre væg	tag						Højre væg
7	Vind fra venstre min. sug på læ tagflade og indvendigt undertryk	-3.58	-	-	-----	-----	-	-----	0.06
8	Vind fra venstre max. sug på læ tagflade og indvendigt undertryk	-3.58	-	-	-----	-----	1.90	0.36	0.06
9	Vind fra venstre og indvendigt overtryk	-1.81	3.29	1.66	-----	-----	3.67	2.13	1.83
10	Vind på langs excl. sug på venstre facade og indvendigt overtryk	0.71	3.08	-----	-----	-----	-----	3.08	3.85
11	Vind på langs excl. sug på højre facade og indvendigt overtryk	3.85	3.08	-----	-----	-----	-----	3.08	0.71
12	Vind på langs og indvendigt undertryk	0.71	0.71	-----	-----	-----	-----	0.71	0.71
13	Vind fra højre min. sug på læ tagflade og indvendigt undertryk	0.06	-----	-	-----	-----	-	-	-3.58
14	Vind fra højre max. sug på læ tagflade og indvendigt undertryk	0.06	0.36	1.90	-----	-----	-	-	-3.58
15	Vind fra højre og indvendigt overtryk	1.83	2.13	3.67	-----	-----	1.66	3.29	-1.81

## Basislasttilfælde og kombinationer

Lasttilfælde	
Nr	Beskrivelse
1	Egenvægt af modell. stål
2	Egenvægt i øvrigt
3	Brugerdefineret last
4	Sne, jævnt fordelt
5	Sne, omfordelt-1
6	Sne, omfordelt-2
7	Vind ven./-sug h.tag/u.tr
8	Vind ven./+sug h.tag/u.tr
9	Vind fra venstre/overtryk
10	Vind langs/-sug v.fac/o.t
11	Vind langs/-sug h.fac/o.t
12	Vind på langs/undertryk
13	Vind høj./-sug v.tag/u.tr
14	Vind høj./+sug v.tag/u.tr
15	Vind fra højre/overtryk

Lastkombinationer															
Komb. nr	Lasttilfælde														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1.00	1.00	1.20	1.50	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2	1.00	1.00	1.20	4	1.50	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3	1.00	1.00	1.20	4	5	1.50	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	1.00	1.00	1.20	4	5	6	1.50	8	9	10	11	12	13	14	15
5	1.00	1.00	1.20	4	5	6	7	1.50	9	10	11	12	13	14	15
6	1.00	1.00	1.20	4	5	6	7	8	1.50	10	11	12	13	14	15
7	1.00	1.00	1.20	4	5	6	7	8	9	1.50	11	12	13	14	15
8	1.00	1.00	1.20	4	5	6	7	8	9	10	1.50	12	13	14	15
9	0.90	0.90	3	4	5	6	7	8	1.50	10	11	12	13	14	15
10	0.90	0.90	3	4	5	6	7	8	9	1.50	11	12	13	14	15
11	0.90	0.90	3	4	5	6	7	8	9	10	1.50	12	13	14	15
12	1.00	1.00	1.20	1.50	5	6	7	8	9	10	11	0.45	13	14	15
13	1.00	1.00	1.20	1.50	5	6	0.45	8	9	10	11	12	13	14	15
14	1.00	1.00	1.20	1.50	5	6	7	0.45	9	10	11	12	13	14	15

<b>Lastkombinationer</b>															
<b>Komb.</b>	<b>Lasttilfælde</b>														
<b>nr</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
15	1.00	1.00	1.20	1.50	5	6	7	8	0.45	10	11	12	13	14	15
16	1.00	1.00	1.20	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1.50	14	15
17	1.00	1.00	1.20	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1.50	15
18	1.00	1.00	1.20	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	1.50
19	0.90	0.90	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	1.50
20	1.00	1.00	1.20	1.50	5	6	7	8	9	10	11	12	0.45	14	15
21	1.00	1.00	1.20	1.50	5	6	7	8	9	10	11	12	13	0.45	15
22	1.00	1.00	1.20	1.50	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	0.45

## Statisk analyse

### 1. ordens beregning

## Venstre ben

### Profildata

Ben	
Grundprofil	IPE300
Hjørne, udfligning	Ja
- profil	IPE300
- længde	1820 mm
- højde	750 mm

Rigel	
Grundprofil	IPE300
Hjørne, udfligning	Ja
- profil	IPE300
- længde	5000 mm
- højde	740 mm
Kip, udfligning	Nej

**Komponentvægt: 137.4 kg Overflade: 4.10 m<sup>2</sup>**

Sub-komponenter			
Sub-komp	Start/slut, Indre åse	Koordinat [mm]	Kipningsfastholdelse
1	Start	0.0	Gaffel
	Slut	2744.9	Gaffel

Reaktioner			
Retning	Horisontal Rx [kN]	Vertikal Ry [kN]	Moment Mz [kNm]
Minimum	-20.8	-8.1	0.0
Maximum	15.8	31.5	0.0

Tværsnittskontrol											
Sub-komp	Koor. [m]	Last-komb	tv kl	$N_d$ [kN]	$M_{zd}$ [kNm]	$N$ [kN]	$Q$ [kN]	$M$ [kNm]	$h$ [mm]	For-mel	U.G
1	1.18	5	2	1108	129	-3.9	14.7	20.7	300	A	0.16
Maximal udnyttelse											0.16

Kipning									
Sub-komp	Koor. [m]	Last-komb	tv kl	Kipn. type	$M_{Euler}$ [kNm]	$M_{zd}$ [kNm]	$M_{zcd}$ [kNm]	$M$ [kNm]	U.G
1	1.18	17	2	Bund	330.0	117.9	104.6	-18.3	0.18
Maximal udnyttelse									0.18

Søjlecheck														
Sub-komp	Koor. [m]	Last-komb	tv kl	$\lambda_y$	$\lambda_z$	$k_{zz}$	$k_{yz}$	$N_{ycd}$ [kN]	$N_{zcd}$ [kN]	$M_{zcd}$ [kNm]	$N$ [kN]	$M$ [kNm]	For-mel	U.G
1	1.18	17	2	0.00	0.38	1.00	1.00	1016	951	105	-23	-18	D	0.20
Maximal udnyttelse													0.20	

Konklusion for Venstre ben	
Udnyttelsesgrader	
Tværsnittskontrol	0.16
Kipning	0.18
Søjlecheck	0.20
Maximal udnyttelse	$0.20 \leq 1.00$

**Søjle nr 1**

Profil : IPE200

**Komponentvægt: 96.3 kg Overflade: 3.39 m<sup>2</sup>**

Sub-komponenter			
Sub-komp	Start/slut, Indre åse	Koordinat [mm]	Kipningsfastholdelse
1	Start	0.0	Gaffel
	Slut	4569.1	Gaffel

Reaktioner				
Retning	Horisontal R <sub>X</sub> [kN]	Vertikal R <sub>Y</sub> [kN]	Horisontal R <sub>Z</sub> [kN]	Moment M <sub>Z</sub> [kNm]
Minimum	0.0	-19.2	-6.4	0.0
Maximum	0.0	44.2	13.3	0.0

Tværsnittskontrol											
Sub-komp	Koor. [m]	Last-komb	tv kl	N <sub>d</sub> [kN]	M <sub>zd</sub> [kNm]	N [kN]	Q [kN]	M [kNm]	h [mm]	For-mel	U.G
1	2.28	6	2	609	47	-4.7	0.0	-15.2	200	A	0.32
Maximal udnyttelse											0.32

Kipning									
Sub-komp	Koor. [m]	Last-komb	tv kl	Kipn. type	M <sub>Euler</sub> [kNm]	M <sub>zd</sub> [kNm]	M <sub>zcd</sub> [kNm]	M [kNm]	U.G
1	2.28	6	2	Fri	36.4	43.1	27.8	-15.2	0.55
Maximal udnyttelse									0.55

Søjlecheck														
Sub-komp	Koor. [m]	Last-komb	tv kl	λ <sub>y</sub>	λ <sub>z</sub>	k <sub>zz</sub>	k <sub>yz</sub>	N <sub>ycd</sub> [kN]	N <sub>zcd</sub> [kN]	M <sub>zcd</sub> [kNm]	N [kN]	M [kNm]	For-mel	U.G
1	2.28	5	2	2.18	0.59	0.98	0.93	94	470	28	-44	-8	E	0.73
Maximal udnyttelse													0.73	

Konklusion for Søjle nr 1	
Udnyttelsesgrader	
Tværsnittskontrol	0.32
Kipning	0.55
Søjlecheck	0.73
Maximal udnyttelse	0.73 <= 1.00

## Søjle nr 2

Profil : IPE240

Komponentvægt: 185.3 kg Overflade: 5.72 m<sup>2</sup>

Sub-komponenter			
Sub-komp	Start/slut, Indre åse	Koordinat [mm]	Kipningsfastholdelse
1	Start	0.0	Gaffel
	Slut	6298.1	Gaffel

Reaktioner				
Retning	Horisontal Rx [kN]	Vertikal Ry [kN]	Horisontal Rz [kN]	Moment Mz [kNm]
Minimum	0.0	-0.5	-10.0	0.0
Maximum	0.0	46.9	20.1	0.0

Tværsnittskontrol											
Sub-komp	Koor. [m]	Last-komb	tv kl	Na [kN]	Mzd [kNm]	N [kN]	Q [kN]	M [kNm]	h [mm]	For-mel	U.G
1	3.15	6	2	835	78	-6.9	0.0	-31.6	240	A	0.40
Maximal udnyttelse											0.40

Kipning									
Sub-komp	Koor. [m]	Last-komb	tv kl	Kipn. type	MEuler [kNm]	Mzd [kNm]	Mzcd [kNm]	M [kNm]	U.G
1	3.15	6	2	Fri	49.1	71.7	41.2	-31.6	0.77
Maximal udnyttelse									0.77

Søjlecheck														
Sub-komp	Koor. [m]	Last-komb	tv kl	$\lambda_y$	$\lambda_z$	kzz	kyz	N <sub>ycd</sub> [kN]	N <sub>zcd</sub> [kN]	M <sub>zcd</sub> [kNm]	N [kN]	M [kNm]	Formel	U.G
1	3.15	6	2	2.49	0.67	0.96	0.99	102	612	41	-7	-32	E	0.83
Maximal udnyttelse														0.83

Konklusion for Søjle nr 2	
Udnyttelsesgrader	
Tværsnittskontrol	0.40
Kipning	0.77
Søjlecheck	0.83
Maximal udnyttelse	0.83 <= 1.00

## Venstre rigel

### Profildata

Ben	
Grundprofil	IPE300
Hjørne, udfligning	Ja
- profil	IPE300
- længde	1820 mm
- højde	750 mm

Rigel	
Grundprofil	IPE300
Hjørne, udfligning	Ja
- profil	IPE300
- længde	5000 mm
- højde	740 mm
Kip, udfligning	Nej

**Komponentvægt: 602.9 kg Overflade: 17.61 m<sup>2</sup>**

Sub-komponenter			
Sub-komp	Start/slut, Indre åse	Koordinat [mm]	Kipningsfastholdelse

Sub-komponenter			
Sub-komp	Start/slut, Indre åse	Koordinat [mm]	Kipningsfastholdelse
1	Start	300.0	Gaffel
	Indre ås nr 1	570.0	Ingen
	Indre ås nr 2	1640.0	Ingen
	Indre ås nr 3	2710.0	Ingen
	Slut	3780.0	Gaffel
2	Start	3780.0	Gaffel
	Indre ås nr 1	4850.0	Ingen
	Slut	5000.0	Gaffel
3	Start	5000.0	Gaffel
	Slut	5920.0	Gaffel
4	Start	5920.0	Gaffel
	Indre ås nr 1	6990.0	Ingen
	Indre ås nr 2	8060.0	Ingen
	Indre ås nr 3	9130.0	Ingen
	Slut	10055.1	Gaffel
5	Start	10055.1	Gaffel
	Indre ås nr 1	10200.0	Ingen
	Indre ås nr 2	11270.0	Ingen
	Indre ås nr 3	12340.0	Ingen
	Indre ås nr 4	13040.0	Ingen
	Slut	13247.6	Gaffel

Tværsnitkontrol											
Sub-komp	Koor. [m]	Last-komb	tv kl	N <sub>a</sub> [kN]	M <sub>zd</sub> [kNm]	N [kN]	Q [kN]	M [kNm]	h [mm]	Formel	U.G
1	0.30	17	3	1810	389	-21.3	10.7	-38.0	762	B	0.11
2	5.00	5	2	1149	134	6.5	-21.8	-15.0	300	A	0.11
3	5.00	5	2	1108	129	-7.5	13.5	-15.0	300	A	0.12
4	10.06	13	2	1149	134	-4.4	-17.3	-15.5	300	A	0.12
5	10.06	13	2	1149	134	-16.9	17.1	-15.5	300	A	0.12
Maximal udnyttelse											0.12

Kipning									
Sub-komp	Koor. [m]	Last-komb	tv kl	Kipn. type	$M_{Euler}$ [kNm]	$M_{zd}$ [kNm]	$M_{zcd}$ [kNm]	M [kNm]	U.G
1	0.30	17	3	Bund	467.6	356.6	255.9	-38.0	0.15
2	5.00	5	2	Bund	3764.3	123.0	123.0	-15.0	0.12
3	5.00	5	2	Bund	2648.1	117.9	117.9	-15.0	0.13
4	10.06	13	2	Bund	527.0	123.0	118.9	-15.5	0.13
5	10.06	13	2	Bund	760.6	123.0	122.9	-15.5	0.13
Maximal udnyttelse									0.15

Søjlecheck														
Sub-komp	Koor. [m]	Last-komb	tv kl	$\lambda_y$	$\lambda_z$	kzz	kyz	$N_{ycd}$ [kN]	$N_{zcd}$ [kN]	$M_{zcd}$ [kNm]	N [kN]	M [kNm]	Formel	U.G
1	0.30	17	3	0.11	0.26	1.00	1.00	1659	1625	256	-21	-38	D	0.16
2	5.00	14	2	0.05	0.21	1.00	1.00	1054	1051	123	1	-13	D	0.11
3	5.00	5	2	0.29	0.42	0.40	1.00	971	931	118	-7	-15	E	0.13
4	10.06	13	2	0.29	0.43	0.41	1.00	1003	962	119	-4	-16	E	0.13
5	10.06	13	2	0.05	0.27	0.40	1.00	1054	1026	123	-17	-16	E	0.14
Maximal udnyttelse														0.16

Konklusion for Venstre rigel	
Udnyttelsesgrader	
Tværsnittskontrol	0.12
Kipning	0.15
Søjlecheck	0.16
Maximal udnyttelse	$0.16 \leq 1.00$

## Profildata

Ben	
Grundprofil	IPE300
Hjørne, udfligning	Ja
- profil	IPE300
- længde	1820 mm
- højde	750 mm

<b>Rigel</b>	
Grundprofil	IPE300
Hjørne, udfugning	Ja
- profil	IPE300
- længde	5000 mm
- højde	740 mm
Kip, udfugning	Nej

<b>Søjler:</b>	
<b>Søjle</b>	<b>Tværsnitsprofil</b>
1	IPE200
2	IPE240
3	IPE240
4	IPE200

## Reaktioner fra ramme 1

[X:\CAD\_new\1000- Div småsager\Spær- Beregning\OprindeligR1.HTM]  
[HALBER \* 17-nov-2017]

### Projekt

Kunde Spær

Dokumentation Bjerring Silo Construction ApS

### Normgrundlag

Dansk Standard DS/EN:2007

De anførte min/max-værdier gælder kombinerede lasttilfælde

Knode 1: Venstre fodpunkt				
Lasttilfælde/Kombination		Horisontal Rx [kN]	Vertikal Ry [kN]	Moment Mz [kNm]
nr	navn			
L01	Egenvægt af modell. stål	0.53	3.00	0.00
L02	Egenvægt i øvrigt	1.23	7.72	0.00
L03	Brugerdefineret last	0.00	0.00	0.00
L04	Sne, jævnt fordelt	2.95	11.19	0.00
L05	Sne, omfordelt-1	2.21	6.41	0.00
L06	Sne, omfordelt-2	2.21	10.37	0.00
L07	Vind ven./-sug h.tag/u.tr	-10.31	2.33	0.00
L08	Vind ven./+sug h.tag/u.tr	-15.02	-2.67	0.00
L09	Vind fra venstre/overtryk	-8.27	-11.61	0.00
L10	Vind langs/-sug v.fac/o.t	-2.65	-11.83	0.00
L11	Vind langs/-sug h.fac/o.t	7.52	-7.85	0.00
L12	Vind på langs/undertryk	0.83	-2.38	0.00
L13	Vind høj./-sug v.tag/u.tr	6.08	8.83	0.00
L14	Vind høj./+sug v.tag/u.tr	9.39	8.68	0.00
L15	Vind fra højre/overtryk	6.21	-2.77	0.00
K01	Lastkombination nr. 1	6.19	27.50	0.00
K02	Lastkombination nr. 2	5.08	20.34	0.00
K03	Lastkombination nr. 3	5.08	26.27	0.00
K04	Lastkombination nr. 4	-13.70	14.21	0.00
K05	Lastkombination nr. 5	<b>-20.76 min</b>	6.71	0.00

<b>Knude 1: Venstre fodpunkt</b>				
<b>Lasttilfælde/Kombination</b>		<b>Horisontal Rx [kN]</b>	<b>Vertikal Ry [kN]</b>	<b>Moment Mz [kNm]</b>
<b>nr</b>	<b>navn</b>			
K06	Lastkombination nr. 6	-10.65	-6.70	0.00
K07	Lastkombination nr. 7	-2.21	-7.03	0.00
K08	Lastkombination nr. 8	13.05	-1.06	0.00
K09	Lastkombination nr. 9	-10.83	-7.77	0.00
K10	Lastkombination nr. 10	-2.38	<b>-8.10 min</b>	0.00
K11	Lastkombination nr. 11	12.87	-2.13	0.00
K12	Lastkombination nr. 12	6.56	26.43	0.00
K13	Lastkombination nr. 13	1.55	28.55	0.00
K14	Lastkombination nr. 14	-0.57	26.29	0.00
K15	Lastkombination nr. 15	2.47	22.27	0.00
K16	Lastkombination nr. 16	10.89	23.97	0.00
K17	Lastkombination nr. 17	<b>15.84 max</b>	23.74	0.00
K18	Lastkombination nr. 18	11.07	6.57	0.00
K19	Lastkombination nr. 19	10.90	5.49	0.00
K20	Lastkombination nr. 20	8.93	<b>31.47 max</b>	0.00
K21	Lastkombination nr. 21	10.41	31.40	0.00
K22	Lastkombination nr. 22	8.98	26.25	0.00

Knode 16: Søjle 1					
Lasttilfælde/Kombination		Horisontal Rx [kN]	Vertikal Ry [kN]	Horisontal Rz [kN]	Moment Mz [kNm]
nr	navn				
L01	Egenvægt af modell. stål	0.00	3.13	0.00	0.00
L02	Egenvægt i øvrigt	0.00	10.32	0.00	0.00
L03	Brugerdefineret last	0.00	0.00	0.00	0.00
L04	Sne, jævnt fordelt	0.00	13.78	0.00	0.00
L05	Sne, omfordelt-1	0.00	6.10	0.00	0.00
L06	Sne, omfordelt-2	0.00	14.56	0.00	0.00
L07	Vind ven./-sug h.tag/u.tr	0.00	16.73	4.00	0.00
L08	Vind ven./+sug h.tag/u.tr	0.00	20.52	4.00	0.00
L09	Vind fra venstre/overtryk	0.00	-5.85	7.73	0.00
L10	Vind langs/-sug v.fac/o.t	0.00	-16.43	-3.72	0.00
L11	Vind langs/-sug h.fac/o.t	0.00	-20.89	-3.72	0.00
L12	Vind på langs/undertryk	0.00	-4.35	0.00	0.00
L13	Vind høj./-sug v.tag/u.tr	0.00	2.37	1.49	0.00
L14	Vind høj./+sug v.tag/u.tr	0.00	-8.12	1.49	0.00
L15	Vind fra højre/overtryk	0.00	-15.23	5.21	0.00
K01	Lastkombination nr. 1	0.00	34.11	0.00	0.00
K02	Lastkombination nr. 2	0.00	22.61	0.00	0.00
K03	Lastkombination nr. 3	0.00	35.29	0.00	0.00
K04	Lastkombination nr. 4	0.00	38.54	6.00	0.00
K05	Lastkombination nr. 5	0.00	<b>44.23 max</b>	6.00	0.00
K06	Lastkombination nr. 6	0.00	4.68	<b>11.59 max</b>	0.00
K07	Lastkombination nr. 7	0.00	-11.19	<b>-5.59 min</b>	0.00
K08	Lastkombination nr. 8	0.00	-17.88	-5.59	0.00
K09	Lastkombination nr. 9	0.00	3.34	11.59	0.00
K10	Lastkombination nr. 10	0.00	-12.54	-5.59	0.00
K11	Lastkombination nr. 11	0.00	<b>-19.22 min</b>	-5.59	0.00
K12	Lastkombination nr. 12	0.00	32.15	0.00	0.00
K13	Lastkombination nr. 13	0.00	41.64	1.80	0.00
K14	Lastkombination nr. 14	0.00	43.35	1.80	0.00
K15	Lastkombination nr. 15	0.00	31.48	3.48	0.00
K16	Lastkombination nr. 16	0.00	17.00	2.23	0.00
K17	Lastkombination nr. 17	0.00	1.26	2.23	0.00

Knode 16: Søjle 1					
Lasttilfælde/Kombination		Horisontal R <sub>x</sub> [kN]	Vertikal R <sub>y</sub> [kN]	Horisontal R <sub>z</sub> [kN]	Moment M <sub>z</sub> [kNm]
nr	navn				
K18	Lastkombination nr. 18	0.00	-9.39	7.82	0.00
K19	Lastkombination nr. 19	0.00	-10.73	7.82	0.00
K20	Lastkombination nr. 20	0.00	35.18	0.67	0.00
K21	Lastkombination nr. 21	0.00	30.46	0.67	0.00
K22	Lastkombination nr. 22	0.00	27.26	2.35	0.00

Knode 21: Søjle 2					
Lasttilfælde/Kombination		Horisontal R <sub>x</sub> [kN]	Vertikal R <sub>y</sub> [kN]	Horisontal R <sub>z</sub> [kN]	Moment M <sub>z</sub> [kNm]
nr	navn				
L01	Egenvægt af modell. stål	0.00	4.21	0.00	0.00
L02	Egenvægt i øvrigt	0.00	14.39	0.00	0.00
L03	Brugerdefineret last	0.00	0.00	0.00	0.00
L04	Sne, jævnt fordelt	0.00	16.95	0.00	0.00
L05	Sne, omfordelt-1	0.00	9.24	0.00	0.00
L06	Sne, omfordelt-2	0.00	16.17	0.00	0.00
L07	Vind ven./-sug h.tag/u.tr	0.00	6.38	6.05	0.00
L08	Vind ven./+sug h.tag/u.tr	0.00	5.51	6.05	0.00
L09	Vind fra venstre/overtryk	0.00	-7.78	12.10	0.00
L10	Vind langs/-sug v.fac/o.t	0.00	-10.90	-6.05	0.00
L11	Vind langs/-sug h.fac/o.t	0.00	-10.26	-6.05	0.00
L12	Vind på langs/undertryk	0.00	-2.28	0.00	0.00
L13	Vind høj./-sug v.tag/u.tr	0.00	3.02	4.23	0.00
L14	Vind høj./+sug v.tag/u.tr	0.00	-6.28	4.23	0.00
L15	Vind fra højre/overtryk	0.00	-11.49	10.28	0.00
K01	Lastkombination nr. 1	0.00	44.02	0.00	0.00
K02	Lastkombination nr. 2	0.00	32.46	0.00	0.00
K03	Lastkombination nr. 3	0.00	42.86	0.00	0.00
K04	Lastkombination nr. 4	0.00	28.17	9.07	0.00
K05	Lastkombination nr. 5	0.00	26.87	9.07	0.00
K06	Lastkombination nr. 6	0.00	6.93	<b>18.15 max</b>	0.00
K07	Lastkombination nr. 7	0.00	2.25	<b>-9.07 min</b>	0.00
K08	Lastkombination nr. 8	0.00	3.21	-9.07	0.00

Knode 21: Søjle 2					
Lasttilfælde/Kombination		Horisontal Rx [kN]	Vertikal Ry [kN]	Horisontal Rz [kN]	Moment Mz [kNm]
nr	navn				
K09	Lastkombination nr. 9	0.00	5.07	18.15	0.00
K10	Lastkombination nr. 10	0.00	0.39	-9.07	0.00
K11	Lastkombination nr. 11	0.00	1.35	-9.07	0.00
K12	Lastkombination nr. 12	0.00	42.99	0.00	0.00
K13	Lastkombination nr. 13	0.00	<b>46.89 max</b>	2.72	0.00
K14	Lastkombination nr. 14	0.00	46.50	2.72	0.00
K15	Lastkombination nr. 15	0.00	40.52	5.44	0.00
K16	Lastkombination nr. 16	0.00	23.13	6.35	0.00
K17	Lastkombination nr. 17	0.00	9.18	6.35	0.00
K18	Lastkombination nr. 18	0.00	1.37	15.42	0.00
K19	Lastkombination nr. 19	0.00	<b>-0.49 min</b>	15.42	0.00
K20	Lastkombination nr. 20	0.00	45.37	1.90	0.00
K21	Lastkombination nr. 21	0.00	41.19	1.90	0.00
K22	Lastkombination nr. 22	0.00	38.85	4.63	0.00

Knode 28: Søjle 3					
Lasttilfælde/Kombination		Horisontal Rx [kN]	Vertikal Ry [kN]	Horisontal Rz [kN]	Moment Mz [kNm]
nr	navn				
L01	Egenvægt af modell. stål	0.00	4.21	0.00	0.00
L02	Egenvægt i øvrigt	0.00	14.39	0.00	0.00
L03	Brugerdefineret last	0.00	0.00	0.00	0.00
L04	Sne, jævnt fordelt	0.00	16.95	0.00	0.00
L05	Sne, omfordelt-1	0.00	16.17	0.00	0.00
L06	Sne, omfordelt-2	0.00	9.24	0.00	0.00
L07	Vind ven./-sug h.tag/u.tr	0.00	3.02	4.23	0.00
L08	Vind ven./+sug h.tag/u.tr	0.00	-6.28	4.23	0.00
L09	Vind fra venstre/overtryk	0.00	-11.49	10.28	0.00
L10	Vind langs/-sug v.fac/o.t	0.00	-10.26	-6.05	0.00
L11	Vind langs/-sug h.fac/o.t	0.00	-10.90	-6.05	0.00
L12	Vind på langs/undertryk	0.00	-2.28	0.00	0.00
L13	Vind høj./-sug v.tag/u.tr	0.00	6.38	6.05	0.00
L14	Vind høj./+sug v.tag/u.tr	0.00	5.51	6.05	0.00

<b>Knude 28: Søjle 3</b>					
<b>Lasttilfælde/Kombination</b>		<b>Horisontal Rx [kN]</b>	<b>Vertikal Ry [kN]</b>	<b>Horisontal Rz [kN]</b>	<b>Moment Mz [kNm]</b>
<b>nr</b>	<b>navn</b>				
L15	Vind fra højre/overtryk	0.00	-7.78	12.10	0.00
K01	Lastkombination nr. 1	0.00	44.02	0.00	0.00
K02	Lastkombination nr. 2	0.00	42.86	0.00	0.00
K03	Lastkombination nr. 3	0.00	32.46	0.00	0.00
K04	Lastkombination nr. 4	0.00	23.13	6.35	0.00
K05	Lastkombination nr. 5	0.00	9.18	6.35	0.00
K06	Lastkombination nr. 6	0.00	1.37	15.42	0.00
K07	Lastkombination nr. 7	0.00	3.21	<b>-9.07 min</b>	0.00
K08	Lastkombination nr. 8	0.00	2.25	-9.07	0.00
K09	Lastkombination nr. 9	0.00	<b>-0.49 min</b>	15.42	0.00
K10	Lastkombination nr. 10	0.00	1.35	-9.07	0.00
K11	Lastkombination nr. 11	0.00	0.39	-9.07	0.00
K12	Lastkombination nr. 12	0.00	42.99	0.00	0.00
K13	Lastkombination nr. 13	0.00	45.37	1.90	0.00
K14	Lastkombination nr. 14	0.00	41.19	1.90	0.00
K15	Lastkombination nr. 15	0.00	38.85	4.63	0.00
K16	Lastkombination nr. 16	0.00	28.17	9.07	0.00
K17	Lastkombination nr. 17	0.00	26.87	9.07	0.00
K18	Lastkombination nr. 18	0.00	6.93	<b>18.15 max</b>	0.00
K19	Lastkombination nr. 19	0.00	5.07	18.15	0.00
K20	Lastkombination nr. 20	0.00	<b>46.89 max</b>	2.72	0.00
K21	Lastkombination nr. 21	0.00	46.50	2.72	0.00
K22	Lastkombination nr. 22	0.00	40.52	5.44	0.00

Knode 33: Søjle 4					
Lasttilfælde/Kombination		Horisontal Rx [kN]	Vertikal Ry [kN]	Horisontal Rz [kN]	Moment Mz [kNm]
nr	navn				
L01	Egenvægt af modell. stål	0.00	3.13	0.00	0.00
L02	Egenvægt i øvrigt	0.00	10.32	0.00	0.00
L03	Brugerdefineret last	0.00	0.00	0.00	0.00
L04	Sne, jævnt fordelt	0.00	13.78	0.00	0.00
L05	Sne, omfordelt-1	0.00	14.56	0.00	0.00
L06	Sne, omfordelt-2	0.00	6.10	0.00	0.00
L07	Vind ven./-sug h.tag/u.tr	0.00	2.37	1.49	0.00
L08	Vind ven./+sug h.tag/u.tr	0.00	-8.12	1.49	0.00
L09	Vind fra venstre/overtryk	0.00	-15.23	5.21	0.00
L10	Vind langs/-sug v.fac/o.t	0.00	-20.89	-3.72	0.00
L11	Vind langs/-sug h.fac/o.t	0.00	-16.43	-3.72	0.00
L12	Vind på langs/undertryk	0.00	-4.35	0.00	0.00
L13	Vind høj./-sug v.tag/u.tr	0.00	16.73	4.00	0.00
L14	Vind høj./+sug v.tag/u.tr	0.00	20.52	4.00	0.00
L15	Vind fra højre/overtryk	0.00	-5.85	7.73	0.00
K01	Lastkombination nr. 1	0.00	34.11	0.00	0.00
K02	Lastkombination nr. 2	0.00	35.29	0.00	0.00
K03	Lastkombination nr. 3	0.00	22.61	0.00	0.00
K04	Lastkombination nr. 4	0.00	17.00	2.23	0.00
K05	Lastkombination nr. 5	0.00	1.26	2.23	0.00
K06	Lastkombination nr. 6	0.00	-9.39	7.82	0.00
K07	Lastkombination nr. 7	0.00	-17.88	<b>-5.59 min</b>	0.00
K08	Lastkombination nr. 8	0.00	-11.19	-5.59	0.00
K09	Lastkombination nr. 9	0.00	-10.73	7.82	0.00
K10	Lastkombination nr. 10	0.00	<b>-19.22 min</b>	-5.59	0.00
K11	Lastkombination nr. 11	0.00	-12.54	-5.59	0.00
K12	Lastkombination nr. 12	0.00	32.15	0.00	0.00
K13	Lastkombination nr. 13	0.00	35.18	0.67	0.00
K14	Lastkombination nr. 14	0.00	30.46	0.67	0.00
K15	Lastkombination nr. 15	0.00	27.26	2.35	0.00
K16	Lastkombination nr. 16	0.00	38.54	6.00	0.00
K17	Lastkombination nr. 17	0.00	<b>44.23 max</b>	6.00	0.00
K18	Lastkombination nr. 18	0.00	4.68	<b>11.59 max</b>	0.00

Knode 33: Søjle 4					
Lasttilfælde/Kombination		Horisontal R <sub>x</sub> [kN]	Vertikal R <sub>y</sub> [kN]	Horisontal R <sub>z</sub> [kN]	Moment M <sub>z</sub> [kNm]
nr	navn				
K19	Lastkombination nr. 19	0.00	3.34	11.59	0.00
K20	Lastkombination nr. 20	0.00	41.64	1.80	0.00
K21	Lastkombination nr. 21	0.00	43.35	1.80	0.00
K22	Lastkombination nr. 22	0.00	31.48	3.48	0.00

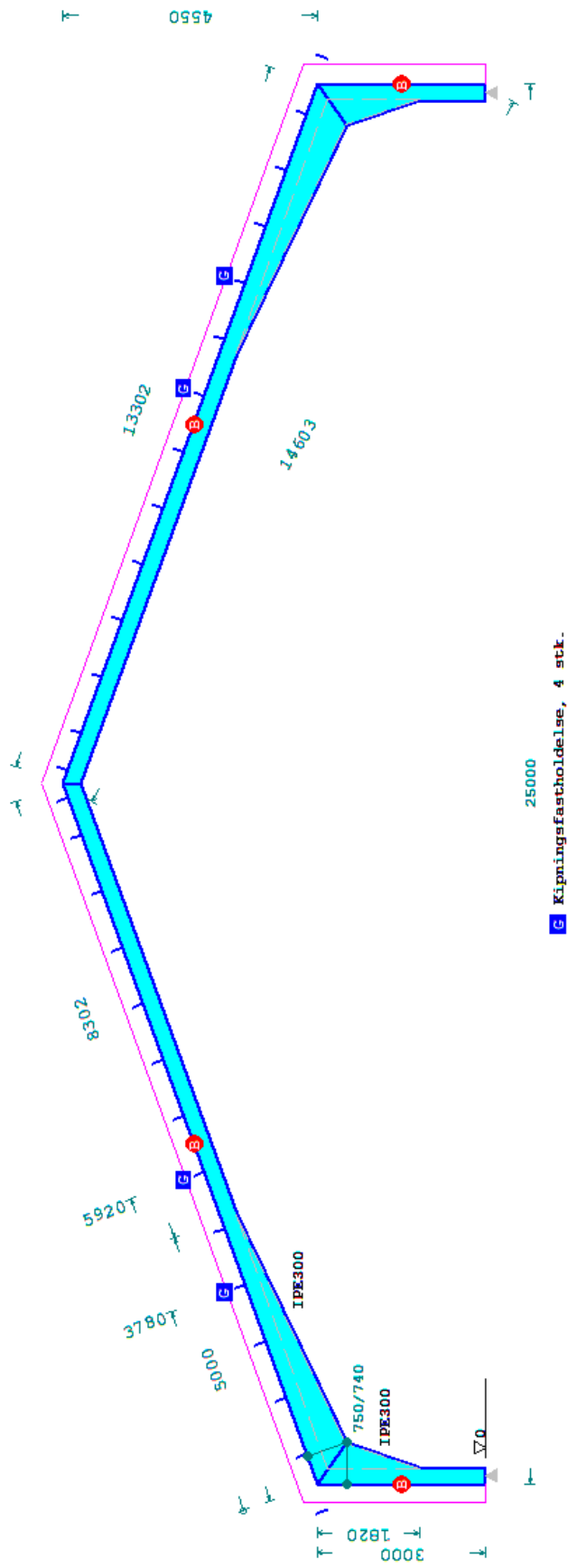
Knode 47: Højre fodpunkt				
Lasttilfælde/Kombination		Horisontal R <sub>x</sub> [kN]	Vertikal R <sub>y</sub> [kN]	Moment M <sub>z</sub> [kNm]
nr	navn			
L01	Egenvægt af modell. stål	-0.53	3.00	0.00
L02	Egenvægt i øvrigt	-1.23	7.72	0.00
L03	Brugerdefineret last	0.00	0.00	0.00
L04	Sne, jævnt fordelt	-2.95	11.19	0.00
L05	Sne, omfordelt-1	-2.21	10.37	0.00
L06	Sne, omfordelt-2	-2.21	6.41	0.00
L07	Vind ven./-sug h.tag/u.tr	-6.08	8.83	0.00
L08	Vind ven./+sug h.tag/u.tr	-9.39	8.68	0.00
L09	Vind fra venstre/overtryk	-6.21	-2.77	0.00
L10	Vind langs/-sug v.fac/o.t	-7.52	-7.85	0.00
L11	Vind langs/-sug h.fac/o.t	2.65	-11.83	0.00
L12	Vind på langs/undertryk	-0.83	-2.38	0.00
L13	Vind høj./-sug v.tag/u.tr	10.31	2.33	0.00
L14	Vind høj./+sug v.tag/u.tr	15.02	-2.67	0.00
L15	Vind fra højre/overtryk	8.27	-11.61	0.00
K01	Lastkombination nr. 1	-6.19	27.50	0.00
K02	Lastkombination nr. 2	-5.08	26.27	0.00
K03	Lastkombination nr. 3	-5.08	20.34	0.00
K04	Lastkombination nr. 4	-10.89	23.97	0.00
K05	Lastkombination nr. 5	<b>-15.84 min</b>	23.74	0.00
K06	Lastkombination nr. 6	-11.07	6.57	0.00
K07	Lastkombination nr. 7	-13.05	-1.06	0.00
K08	Lastkombination nr. 8	2.21	-7.03	0.00
K09	Lastkombination nr. 9	-10.90	5.49	0.00

<b>Knude 47: Højre fodpunkt</b>				
<b>Lasttilfælde/Kombination</b>		<b>Horisontal R<sub>x</sub> [kN]</b>	<b>Vertikal R<sub>y</sub> [kN]</b>	<b>Moment M<sub>z</sub> [kNm]</b>
<b>nr</b>	<b>navn</b>			
K10	Lastkombination nr. 10	-12.87	-2.13	0.00
K11	Lastkombination nr. 11	2.38	<b>-8.10 min</b>	0.00
K12	Lastkombination nr. 12	-6.56	26.43	0.00
K13	Lastkombination nr. 13	-8.93	<b>31.47 max</b>	0.00
K14	Lastkombination nr. 14	-10.41	31.40	0.00
K15	Lastkombination nr. 15	-8.98	26.25	0.00
K16	Lastkombination nr. 16	13.70	14.21	0.00
K17	Lastkombination nr. 17	<b>20.76 max</b>	6.71	0.00
K18	Lastkombination nr. 18	10.65	-6.70	0.00
K19	Lastkombination nr. 19	10.83	-7.77	0.00
K20	Lastkombination nr. 20	-1.55	28.55	0.00
K21	Lastkombination nr. 21	0.57	26.29	0.00
K22	Lastkombination nr. 22	-2.47	22.27	0.00

# RAMME 2

Ramme 2

Ramme ..... : 1481 kg, 43.4 m<sup>2</sup>



C Kipningsfastholdelse, 4 stk.

# Stålramme nr 2

## Norm-check af ramme 2

[X:\CAD\_new\1000- Div småsager\Spær- Beregning\OprindeligP2.HTM]  
[HALBER \* 17-nov-2017]

### Projekt

*Kunde* Spær

*Dokumentation* Bjerring Silo Construction ApS

### Normgrundlag

Dansk Standard DS/EN:2007

### Bygningsdata

Konsekvensklasse CC2, Moderat  
Materialekontrol Normal  
Afstand til vestkysten >25 km  
Terrænklasse II. z0 = 0.05  
Haltype Symmetrisk saddeltag  
Benkiletype Opslidsede eller opsvejste kiler  
Rigelkiletype Opslidsede eller opsvejste kiler  
Udhængskiletype Påsvejste kiler

### Hallens hovedgeometri

Spændvidde 25000 mm  
Benhøjde 3000 mm  
Taghældning 20.00°  
Tagopbygning 350 mm  
Facadeopbygning 350 mm

### Placering

Rammens placering 4500 mm  
Startpunkt belastning 2250 mm  
Slutpunkt belastning 6750 mm

**Understøtninger, horisontale fastholdelser og charniéer**

	<u>Venstre side</u>	<u>Højre side</u>
Charniér i kip	Nej	-
Charniér i hjørne	Nej	Nej
Kip horisontalt fastholdt	Nej	-
Hjørne horisontalt fastholdt	Nej	Nej
Fodpunkt indspændt	Nej	Nej

**Flydespændinger, åse og kipningsbetingelser****Ben**

Karakt. flydespænding ( $t \leq 16$  mm) 235 MPa

Kipningsbetingelse Bunden

Antal åse 0

**Rigel**

Karakt. flydespænding ( $t \leq 16$  mm) 235 MPa

Kipningsbetingelse Bunden

Antal åse 14

Ås nr	Indbyrdes afstand [mm]	Kipningsfastholdelse
1	-500	Ingen
2	1070	Ingen
3	1070	Ingen
4	1070	Ingen
5	1070	Gaffel
6	1070	Ingen
7	1070	Gaffel
8	1070	Ingen
9	1070	Ingen
10	1070	Ingen
11	1070	Ingen
12	1070	Ingen
13	1070	Ingen
14	700	Ingen

**Søjler**

Ingen

**Beklædning****Ben**

Yderbeklædning	25.0 kg/m <sup>2</sup>
Åse	0.0 kg/m <sup>2</sup>
Isolering / dampspærre	0.0 kg/m <sup>2</sup>
Inderbeklædning	0.0 kg/m <sup>2</sup>
Diverse	0.0 kg/m <sup>2</sup>
Elementfacade	Nej

**Rigel**

Yderbeklædning	25.0 kg/m <sup>2</sup>
Åse	0.0 kg/m <sup>2</sup>
Isolering / dampspærre	0.0 kg/m <sup>2</sup>
Inderbeklædning	0.0 kg/m <sup>2</sup>
Diverse	0.0 kg/m <sup>2</sup>

**Lastspecifikationer****Taglast**Venstre side Højre side

Permanent fladelast på taget	0.00 kN/m <sup>2</sup>	0.00 kN/m <sup>2</sup>
Variabel fladelast på taget	0.00 kN/m <sup>2</sup>	0.00 kN/m <sup>2</sup>

**Vind og snelast**Venstre side Højre side

Basis vindlast	0.79 kN/m <sup>2</sup>	
Indvendigt overtryk, formfaktor $c_o$	0.20	
Indvendigt undertryk, formfaktor $c_u$	0.30	
Basis snelast	0.90 kN/m <sup>2</sup>	
Formfaktor $\mu_1$	0.80	0.80

**Ingen løsvarelast****Ingen kraner**

## Beregnet vindtrykfordeling

Vindlast (sug) på tag og vægge [kN/m]									
Basis vindlasttilfælde		Venstre væg	Tag						Højre væg
7	Vind fra venstre min. sug på læ tagflade og indvendigt undertryk	-3.34	-	-	-----	-----	-	-----	0.05
8	Vind fra venstre max. sug på læ tagflade og indvendigt undertryk	-3.34	-	-	-----	-----	1.77	0.33	0.05
9	Vind fra venstre og indvendigt overtryk	-1.68	3.08	1.55	-----	-----	3.43	1.99	1.71
10	Vind på langs excl. sug på venstre facade og indvendigt overtryk	0.66	2.88	-----	-----	-----	-----	2.88	3.66
11	Vind på langs excl. sug på højre facade og indvendigt overtryk	3.66	2.88	-----	-----	-----	-----	2.88	0.66
12	Vind på langs og indvendigt undertryk	0.66	0.66	-----	-----	-----	-----	0.66	0.66
13	Vind fra højre min. sug på læ tagflade og indvendigt undertryk	0.05	-----	-	-----	-----	-	-	-3.34
14	Vind fra højre max. sug på læ tagflade og indvendigt undertryk	0.05	0.33	1.77	-----	-----	-	-	-3.34
15	Vind fra højre og indvendigt overtryk	1.71	1.99	3.43	-----	-----	1.55	3.08	-1.68

## Basislasttilfælde og kombinationer

Lasttilfælde	
Nr	Beskrivelse
1	Egenvægt af modell. stål
2	Egenvægt i øvrigt
3	Brugerdefineret last
4	Sne, jævnt fordelt
5	Sne, omfordelt-1
6	Sne, omfordelt-2
7	Vind ven./-sug h.tag/u.tr
8	Vind ven./+sug h.tag/u.tr
9	Vind fra venstre/overtryk
10	Vind langs/-sug v.fac/o.t
11	Vind langs/-sug h.fac/o.t
12	Vind på langs/undertryk
13	Vind høj./-sug v.tag/u.tr
14	Vind høj./+sug v.tag/u.tr

Lasttilfælde	
Nr	Beskrivelse
15	Vind fra højre/overtryk

Lastkombinationer															
Komb. nr	Lasttilfælde														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1.00	1.00	1.20	1.50	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2	1.00	1.00	1.20	4	1.50	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3	1.00	1.00	1.20	4	5	1.50	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	1.00	1.00	1.20	4	5	6	1.50	8	9	10	11	12	13	14	15
5	1.00	1.00	1.20	4	5	6	7	1.50	9	10	11	12	13	14	15
6	1.00	1.00	1.20	4	5	6	7	8	1.50	10	11	12	13	14	15
7	1.00	1.00	1.20	4	5	6	7	8	9	1.50	11	12	13	14	15
8	1.00	1.00	1.20	4	5	6	7	8	9	10	1.50	12	13	14	15
9	0.90	0.90	3	4	5	6	7	8	1.50	10	11	12	13	14	15
10	0.90	0.90	3	4	5	6	7	8	9	1.50	11	12	13	14	15
11	0.90	0.90	3	4	5	6	7	8	9	10	1.50	12	13	14	15
12	1.00	1.00	1.20	1.50	5	6	7	8	9	10	11	0.45	13	14	15
13	1.00	1.00	1.20	1.50	5	6	0.45	8	9	10	11	12	13	14	15
14	1.00	1.00	1.20	1.50	5	6	7	0.45	9	10	11	12	13	14	15
15	1.00	1.00	1.20	1.50	5	6	7	8	0.45	10	11	12	13	14	15
16	1.00	1.00	1.20	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1.50	14	15
17	1.00	1.00	1.20	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1.50	15
18	1.00	1.00	1.20	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	1.50
19	0.90	0.90	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	1.50
20	1.00	1.00	1.20	1.50	5	6	7	8	9	10	11	12	0.45	14	15
21	1.00	1.00	1.20	1.50	5	6	7	8	9	10	11	12	13	0.45	15
22	1.00	1.00	1.20	1.50	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	0.45

## Statisk analyse

### 1. ordens beregning

## Venstre ben

### Profildata

Ben	
Grundprofil	IPE300
Hjørne, udfligning	Ja
- profil	IPE300
- længde	1820 mm
- højde	750 mm

Rigel	
Grundprofil	IPE300
Hjørne, udfligning	Ja
- profil	IPE300
- længde	5000 mm
- højde	740 mm
Kip, udfligning	Nej

**Komponentvægt: 137.4 kg Overflade: 4.10 m<sup>2</sup>**

Sub-komponenter			
Sub-komp	Start/slut, Indre åse	Koordinat [mm]	Kipningsfastholdelse
1	Start	0.0	Gaffel
	Slut	2744.9	Gaffel

Reaktioner			
Retning	Horisontal Rx [kN]	Vertikal Ry [kN]	Moment Mz [kNm]
Minimum	-31.4	-39.5	0.0
Maximum	69.4	85.6	0.0

Tværsnittskontrol												
Sub-komp	Koor. [m]	Last-komb	tv kl	$N_d$ [kN]	$M_{zd}$ [kNm]	N [kN]	Q [kN]	M [kNm]	h [mm]	For-mel	U.G	
1	1.18	20	2	1108	129	-87.9	-62.3	-80.5	300	A	0.63	
Maximal udnyttelse											0.63	

Kipning										
Sub-komp	Koor. [m]	Last-komb	tv kl	Kipn. type	$M_{Euler}$ [kNm]	$M_{zd}$ [kNm]	$M_{zcd}$ [kNm]	M [kNm]	U.G	
1	1.18	20	2	Bund	328.6	117.9	104.5	-80.5	0.77	
Maximal udnyttelse									0.77	

Søjlecheck														
Sub-komp	Koor. [m]	Last-komb	tv kl	$\lambda_y$	$\lambda_z$	kzz	kzy	$N_{ycd}$ [kN]	$N_{zcd}$ [kN]	$M_{zcd}$ [kNm]	N [kN]	M [kNm]	For-mel	U.G
1	1.18	20	2	0.00	0.38	1.02	1.00	1016	951	105	-88	-81	D	0.88
Maximal udnyttelse														0.88

Konklusion for Venstre ben	
Udnyttelsesgrader	
Tværsnittskontrol	0.63
Kipning	0.77
Søjlecheck	0.88
Maximal udnyttelse	0.88 $\leq$ 1.00

**Venstre rigel****Profildata**

<b>Ben</b>	
Grundprofil	IPE300
Hjørne, udfligning	Ja
- profil	IPE300
- længde	1820 mm
- højde	750 mm

<b>Rigel</b>	
Grundprofil	IPE300
Hjørne, udfligning	Ja
- profil	IPE300
- længde	5000 mm
- højde	740 mm
Kip, udfligning	Nej

**Komponentvægt: 602.9 kg Overflade: 17.61 m<sup>2</sup>**

<b>Sub-komponenter</b>			
<b>Sub-komp</b>	<b>Start/slut, Indre åse</b>	<b>Koordinat [mm]</b>	<b>Kipnings-fastholdelse</b>
1	Start	300.0	Gaffel
	Indre ås nr 1	570.0	Ingen
	Indre ås nr 2	1640.0	Ingen
	Indre ås nr 3	2710.0	Ingen
	Slut	3780.0	Gaffel
2	Start	3780.0	Gaffel
	Indre ås nr 1	4850.0	Ingen
	Slut	5920.0	Gaffel
3	Start	5920.0	Gaffel
	Indre ås nr 1	6990.0	Ingen
	Indre ås nr 2	8060.0	Ingen
	Indre ås nr 3	9130.0	Ingen
	Indre ås nr 4	10200.0	Ingen
	Indre ås nr 5	11270.0	Ingen

Sub-komponenter			
Sub-komp	Start/slut, Indre åse	Koordinat [mm]	Kipningsfastholdelse
	Indre ås nr 6	12340.0	Ingen
	Indre ås nr 7	13040.0	Ingen
	Slut	13247.6	Gaffel

Tværsnittskontrol											
Sub-komp	Koor. [m]	Last-komb	tv kl	N <sub>a</sub> [kN]	M <sub>zd</sub> [kNm]	N [kN]	Q [kN]	M [kNm]	h [mm]	Formel	U.G
1	0.30	20	3	1810	389	-93.7	43.7	-169.9	762	B	0.49
2	5.92	5	2	1149	134	-21.6	2.2	65.7	300	A	0.49
3	6.84	5	2	1149	134	-21.3	-1.3	66.1	300	A	0.49
Maximal udnyttelse											0.49

Kipning									
Sub-komp	Koor. [m]	Last-komb	tv kl	Kipn. type	M <sub>Euler</sub> [kNm]	M <sub>zd</sub> [kNm]	M <sub>zcd</sub> [kNm]	M [kNm]	U.G
1	0.30	20	3	Bund	431.5	356.6	247.9	-169.9	0.69
2	5.65	5	2	B-fri	1399.6	123.0	123.0	64.9	0.53
3	5.92	17	2	Bund	101.6	123.0	78.5	-51.5	0.66
Maximal udnyttelse									0.69

Søjlecheck														
Sub-komp	Koor. [m]	Last-komb	tv kl	$\lambda_y$	$\lambda_z$	k <sub>zz</sub>	k <sub>yz</sub>	N <sub>yed</sub> [kN]	N <sub>zcd</sub> [kN]	M <sub>zcd</sub> [kNm]	N [kN]	M [kNm]	Formel	U.G
1	0.30	20	3	0.11	1.39	1.09	1.00	1659	642	248	-94	-170	D	0.89
2	5.00	17	2	0.33	1.09	1.05	1.00	947	552	109	-34	-56	D	0.60
3	5.92	17	2	0.34	1.11	1.05	1.00	978	560	79	-34	-51	D	0.75
Maximal udnyttelse														0.89

<b>Konklusion for Venstre rigel</b>	
<b>Udnyttelsesgrader</b>	
Tværsnittskontrol	0.49
Kipning	0.69
Søjlecheck	0.89
Maximal udnyttelse	$0.89 \leq 1.00$

## Profildata

<b>Ben</b>	
Grundprofil	IPE300
Hjørne, udfligning	Ja
- profil	IPE300
- længde	1820 mm
- højde	750 mm

<b>Rigel</b>	
Grundprofil	IPE300
Hjørne, udfligning	Ja
- profil	IPE300
- længde	5000 mm
- højde	740 mm
Kip, udfligning	Nej

## Reaktioner fra ramme 2

[X:\CAD\_new\1000- Div småsager\Spær- Beregning\OprindeligR2.HTM]  
[HALBER \* 17-nov-2017]

### Projekt

Kunde Spær

Dokumentation Bjerring Silo Construction ApS

### Normgrundlag

Dansk Standard DS/EN:2007

De anførte min/max-værdier gælder kombinerede lasttilfælde

Knode 1: Venstre fodpunkt				
Lasttilfælde/Kombination		Horisontal R <sub>x</sub> [kN]	Vertikal R <sub>y</sub> [kN]	Moment M <sub>z</sub> [kNm]
nr	navn			
L01	Egenvægt af modell. stål	5.04	7.41	0.00
L02	Egenvægt i øvrigt	7.16	10.52	0.00
L03	Brugerdefineret last	0.00	0.00	0.00
L04	Sne, jævnt fordelt	32.70	39.11	0.00
L05	Sne, omfordelt-1	24.53	24.23	0.00
L06	Sne, omfordelt-2	24.53	34.44	0.00
L07	Vind ven./-sug h.tag/u.tr	2.72	20.06	0.00
L08	Vind ven./+sug h.tag/u.tr	-10.10	12.66	0.00
L09	Vind fra venstre/overtryk	-26.64	-26.54	0.00
L10	Vind langs/-sug v.fac/o.t	-28.29	-37.11	0.00
L11	Vind langs/-sug h.fac/o.t	-18.58	-35.84	0.00
L12	Vind på langs/undertryk	-5.02	-8.42	0.00
L13	Vind høj./-sug v.tag/u.tr	18.02	16.96	0.00
L14	Vind høj./+sug v.tag/u.tr	12.68	3.80	0.00
L15	Vind fra højre/overtryk	-13.14	-24.58	0.00
K01	Lastkombination nr. 1	61.25	76.60	0.00
K02	Lastkombination nr. 2	48.99	54.27	0.00
K03	Lastkombination nr. 3	48.99	69.59	0.00
K04	Lastkombination nr. 4	16.28	48.02	0.00
K05	Lastkombination nr. 5	-2.96	36.92	0.00

<b>Knude 1: Venstre fodpunkt</b>				
<b>Lasttilfælde/Kombination</b>		<b>Horisontal Rx [kN]</b>	<b>Vertikal Ry [kN]</b>	<b>Moment Mz [kNm]</b>
<b>nr</b>	<b>navn</b>			
K06	Lastkombination nr. 6	-27.76	-21.88	0.00
K07	Lastkombination nr. 7	-30.23	-37.74	0.00
K08	Lastkombination nr. 8	-15.66	-35.83	0.00
K09	Lastkombination nr. 9	-28.98	-23.68	0.00
K10	Lastkombination nr. 10	<b>-31.45 min</b>	<b>-39.54 min</b>	0.00
K11	Lastkombination nr. 11	-16.88	-37.62	0.00
K12	Lastkombination nr. 12	58.99	72.81	0.00
K13	Lastkombination nr. 13	62.47	<b>85.63 max</b>	0.00
K14	Lastkombination nr. 14	56.70	82.30	0.00
K15	Lastkombination nr. 15	49.26	64.66	0.00
K16	Lastkombination nr. 16	39.23	43.36	0.00
K17	Lastkombination nr. 17	31.21	23.63	0.00
K18	Lastkombination nr. 18	-7.52	-18.94	0.00
K19	Lastkombination nr. 19	-8.74	-20.73	0.00
K20	Lastkombination nr. 20	<b>69.36 max</b>	84.23	0.00
K21	Lastkombination nr. 21	66.95	78.31	0.00
K22	Lastkombination nr. 22	55.34	65.54	0.00

<b>Knude 41: Højre fodpunkt</b>				
<b>Lasttilfælde/Kombination</b>		<b>Horisontal Rx [kN]</b>	<b>Vertikal Ry [kN]</b>	<b>Moment Mz [kNm]</b>
<b>nr</b>	<b>navn</b>			
L01	Egenvægt af modell. stål	-5.04	7.41	0.00
L02	Egenvægt i øvrigt	-7.16	10.52	0.00
L03	Brugerdefineret last	0.00	0.00	0.00
L04	Sne, jævnt fordelt	-32.70	39.11	0.00
L05	Sne, omfordelt-1	-24.53	34.44	0.00
L06	Sne, omfordelt-2	-24.53	24.23	0.00
L07	Vind ven./-sug h.tag/u.tr	-18.02	16.96	0.00
L08	Vind ven./+sug h.tag/u.tr	-12.68	3.80	0.00
L09	Vind fra venstre/overtryk	13.14	-24.58	0.00
L10	Vind langs/-sug v.fac/o.t	18.58	-35.84	0.00
L11	Vind langs/-sug h.fac/o.t	28.29	-37.11	0.00

<b>Knude 41: Højre fodpunkt</b>				
<b>Lasttilfælde/Kombination</b>		<b>Horisontal R<sub>x</sub> [kN]</b>	<b>Vertikal R<sub>y</sub> [kN]</b>	<b>Moment M<sub>z</sub> [kNm]</b>
<b>nr</b>	<b>navn</b>			
L12	Vind på langs/undertryk	5.02	-8.42	0.00
L13	Vind høj./-sug v.tag/u.tr	-2.72	20.06	0.00
L14	Vind høj./+sug v.tag/u.tr	10.10	12.66	0.00
L15	Vind fra højre/overtryk	26.64	-26.54	0.00
K01	Lastkombination nr. 1	-61.25	76.60	0.00
K02	Lastkombination nr. 2	-48.99	69.59	0.00
K03	Lastkombination nr. 3	-48.99	54.27	0.00
K04	Lastkombination nr. 4	-39.23	43.36	0.00
K05	Lastkombination nr. 5	-31.21	23.63	0.00
K06	Lastkombination nr. 6	7.52	-18.94	0.00
K07	Lastkombination nr. 7	15.66	-35.83	0.00
K08	Lastkombination nr. 8	30.23	-37.74	0.00
K09	Lastkombination nr. 9	8.74	-20.73	0.00
K10	Lastkombination nr. 10	16.88	-37.62	0.00
K11	Lastkombination nr. 11	<b>31.45 max</b>	<b>-39.54 min</b>	0.00
K12	Lastkombination nr. 12	-58.99	72.81	0.00
K13	Lastkombination nr. 13	<b>-69.36 min</b>	84.23	0.00
K14	Lastkombination nr. 14	-66.95	78.31	0.00
K15	Lastkombination nr. 15	-55.34	65.54	0.00
K16	Lastkombination nr. 16	-16.28	48.02	0.00
K17	Lastkombination nr. 17	2.96	36.92	0.00
K18	Lastkombination nr. 18	27.76	-21.88	0.00
K19	Lastkombination nr. 19	28.98	-23.68	0.00
K20	Lastkombination nr. 20	-62.47	<b>85.63 max</b>	0.00
K21	Lastkombination nr. 21	-56.70	82.30	0.00
K22	Lastkombination nr. 22	-49.26	64.66	0.00

## Samlinger for ramme 2

[X:\CAD\_new\1000- Div småsager\Spær- Beregning\OprindeligS2.HTM]  
[HALBER \* 17-nov-2017]

### Projekt

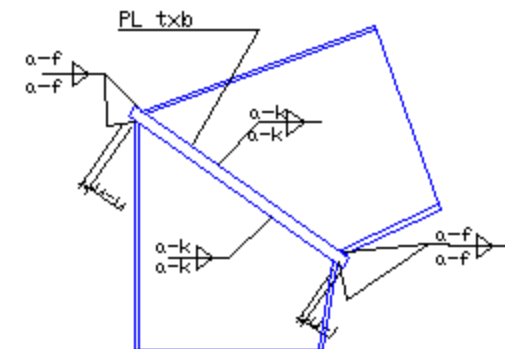
Kunde Spær

Dokumentation Bjerring Silo Construction ApS

### Normgrundlag

Dansk Standard DS/EN:2007

### Venstre rammehjørne – version 1



#### Type 1 (Ikke i skala)

Konsekvensklasse	CC2, Moderat
Materialekontrolklasse	Normal
Karakteristisk flydespænding ( $t \leq 16$ mm)	235 MPa
Bredde af tværplade	150.0 mm

### Rammehjørnets geometri

#### Ben

Profil	IPE300
Snitkoordinat (fra fodpunkt)	2752.4 mm
Profilhøjde i rammehjørne	838.7 mm
Flangernes vinkel med systemlinien	9.5°

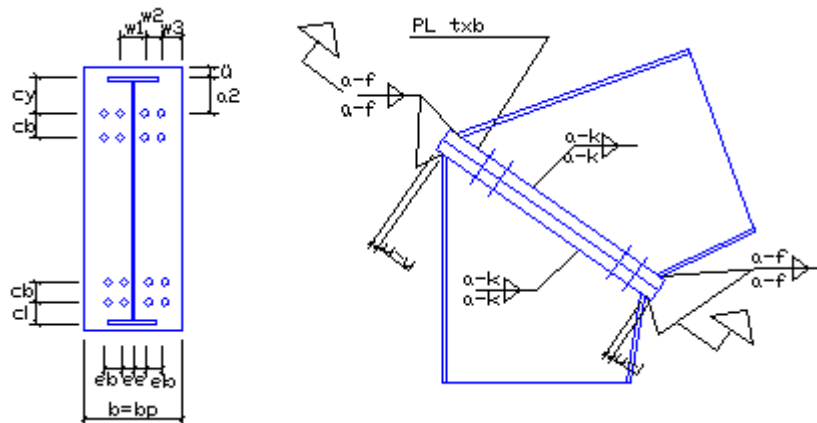
**Rigel**

Profil	IPE300
Snitkoordinat (fra hjørne)	326.0 mm
Profilhøjde i rammehjørne	766.0 mm
Flangernes vinkel med systemlinien	2.8°
Afstivningspladens vinkel med vandret	34.5°

Svejsesømme						
Svejsesøm	Komb	N [kN]	Q [kN]	M [kNm]	a [mm]	U.G
Ben						
Yderflange	20	-92.2	-53.6	-167.2	4	0.43
Inderflange	20	-92.2	-53.6	-167.2	4	0.56
Krop	20	-92.2	-53.6	-167.2	4	0.38
Rigel						
Yderflange	20	-93.6	43.6	-168.9	4	0.49
Inderflange	20	-93.6	43.6	-168.9	4	0.62
Krop	20	-93.6	43.6	-168.9	4	0.44

Afst-PL 6		
Komb	P-max	U.G
20	141.3	0.73

## Venstre rammehjørne – version 2



### Type 2 (Ikke i skala)

## Beregning efter brudlinieteori

Konsekvensklasse	CC2, Moderat
Materialekontrolklasse	Normal
Karakteristisk flydespænding ( $t \leq 16$ mm)	235 MPa
Bredde af tværplade	150.0 mm
Bolte kvalitet	8.8
Antal bolte ved yderflange, NUH	2
Antal bolte ved inderflange, NIH	1
Antal bolte pr. bolterække, Nb	2
Bolteafstand til c/kropplade, e	45.0 mm
Bolteafstand, c-y	150.0 mm
Bolteafstand, c-i	150.0 mm
Bolteafstand, c-b	150.0 mm

## Rammehjørnets geometri

### Ben

Profil	IPE300
Snitkoordinat (fra fodpunkt)	2752.4 mm
Profilhøjde i rammehjørne	838.7 mm
Flangernes vinkel med systemlinien	9.5°

### Rigel

Profil	IPE300
Snitkoordinat (fra hjørne)	326.0 mm

Profilhøjde i rammehjørne                    766.0 mm  
 Flangernes vinkel med systemlinien        2.8°  
 Afstivningspladens vinkel med vandret    34.5°

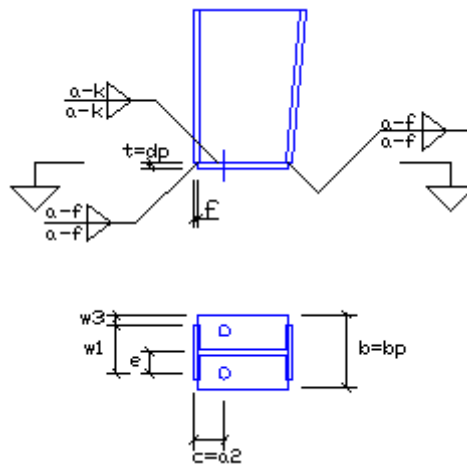
<b>Svejsesømme</b>						
<b>Svejsesøm</b>	<b>Komb</b>	<b>N [kN]</b>	<b>Q [kN]</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>a [mm]</b>	<b>U.G</b>
<b>Ben</b>						
Yderflange	20	-92.2	-53.6	-167.2	4	0.43
Inderflange	20	-92.2	-53.6	-167.2	4	0.56
Krop	20	-92.2	-53.6	-167.2	4	0.38
<b>Rigel</b>						
Yderflange	20	-93.6	43.6	-168.9	4	0.49
Inderflange	20	-93.6	43.6	-168.9	4	0.62
Krop	20	-93.6	43.6	-168.9	4	0.44

<b>Bolte M16</b>						
<b>Komb</b>	<b>N [kN]</b>	<b>Q [kN]</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>Sb [kN]</b>	<b>Qb [kN]</b>	<b>U.G</b>
10	48.6	-23.8	78.8	68.59	1.04	0.80

### **Tvær-PL15**

Bøjning Lastkombination                    20  
     Brudliniefigur                            2  
     Bøjningsmoment 9651 Nm/m  
     Udnyttelse                                0.80  
 Hulrand Lastkombination                    21  
     Udnyttelse                                0.03  
 Max    Udnyttelse                            0.80

## Venstre fodpunkt



### Type 1 (Ikke i skala)

## Beregning efter brudlinieteorii

Konsekvensklasse	CC2, Moderat
Materialekontrolklasse	Normal
Karakteristisk flydespænding ( $t \leq 16$ mm)	235 MPa
Tryk-reaktioner overføres ved bolte (pladebøjning)	
Bolte kvalitet	8.8
Bolteafstand til c/kropplade, e	40.0 mm
Bolteafstand til yderside yderflange, c	150.0 mm
Forskydning gennem skaft	
Bredde af fodplade	150.0 mm
Intet lastbidrag fra eventuelt vindgitter	

Svejsesømme						
Svejsesøm	Komb	N [kN]	Q [kN]	M [kNm]	a [mm]	U.G
Yderflange	13	-85.6	-62.5	0.0	4	0.16
Inderflange	13	-85.6	-62.5	0.0	4	0.16
Krop	20	-84.2	-69.4	0.0	4	0.16

Bolte M12						
Komb	N [kN]	Q [kN]	M [kNm]	Sb [kN]	Qb [kN]	U.G
20	-84.2	-69.4	0.0	0.00	34.68	0.93

**Tvær-PL10**

Bøjning Lastkombination	13
Brudliniefigur	2
Bøjningsmoment	4352 Nm/m
Udnyttelse	0.81
Hulrand Lastkombination	20
Udnyttelse	0.53
Max Udnyttelse	0.81

# Vindgitre

## Norm-check af vindgitter nr. 1

[X:\CAD\_new\1000- Div småsager\Spær- Beregning\OprindeligV1.HTM]  
[HALBER \* 17-nov-2017]

### Projekt

Kunde Spær

Dokumentation Bjerring Silo Construction ApS

### Normgrundlag

Dansk Standard DS/EN:2007

### Vindgittertyper

Facade X-gitter med træk/tryk-diagonaler

Tag X-gitter med træk/tryk-diagonaler

### Lastforudsætninger

Terrænkote	0 mm
Søjlefodpunktskote	0 mm
Basis-vindlast	0.79 kN/m <sup>2</sup>
Total formfaktor for vind på gavle, $c_g$	1.000
Formfaktor for tangentiell vindlast, $c_t$	0.015
Fastholdelseslast: Antal spær	10
Flangeareal	850.0 mm <sup>2</sup>
Flydespænding	235 MPa
Skævstillingslast: Antal spær	10
Last/spær, horisontalprojektion	4.00 kN/m

### Stålmateriale

Fyk ( $t \leq 16$  mm): diagonaler 235 MPa

horisontaler 235 MPa

Gittergeometri og tværsnitsprofiler				
Fag	Rammeafstand [mm]	Faghøjde (i plan) [mm]	Diagonal	Horisontal
Fac-1	4500	3000	RHSK80x80x6.3	RHSK80x80x6.3
Tag-1	4500	4434	RHSK80x80x6.3	RHSK80x80x6.3
Tag-2	4500	4434	RHSK80x80x6.3	RHSK80x80x6.3
Tag-3	4500	4434	RHSK80x80x6.3	RHSK80x80x6.3

Karakteristiske laster over de enkelte fag				Regningsmæssige snitkræfter og udnyttelsesgrader				
Fag	Vind	Skævstilling	Fastholdelse	Profil	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	U.G
Fac-1	5.9	0.4	9.0	Diagonal	40.3	0.00	0.43	0.21
				Horisontal	9.1	0.00	0.36	0.11
Tag-1	10.5	0.6	9.0	Diagonal	39.5	0.17	0.66	0.28
				Horisontal	12.7	0.12	0.34	0.15
Tag-2	13.0	0.6	9.0	Diagonal	27.0	0.17	0.66	0.21
				Horisontal	14.6	0.12	0.34	0.17
Tag-3	7.4	0.3	9.0	Diagonal	11.9	0.17	0.66	0.14
				Horisontal	10.2	0.12	0.34	0.13

Den akkumulerede fastholdelseslast påsættes successivt i det for den enkelte stangs mest kritiske punkt

### Regningsmæssige reaktioner i fodpunkt fra vind og skævstilling

Horisontal  $H = 29.0$  kN

Vertikal  $V = 74.3$  kN