Arne Elkjær A/S
Rådgivende Ingeniører

SAG NR. : 5297

STATISK DOKUMENTATION

Konstruktions- og projektdokumentation

De Jyske Helte I/S

Beregning af telt

Dato: 2015.05.20

Rev. nr.: 0.00

Rev. dato:

Bredskifte Allé 7, 8210 Aarhus V, Tlf. 86 16 47 55, post@arneelkjaer.dk, CVR: 10 27 78 33

Formål

Målet med statisk dokumentation er at skabe praksis for et ensartet og konsistent grundlag for projekteringen.

Dokumentet udarbejdes ved start af projekteringen i en første version, for entydigt at klarlægge nødvendige oplysninger for projektering af det samlede bygværk i alle funktionelle, tekniske og udførelsesmæssige henseender. Dokumentet er ikke statisk, idet det løbende holdes opdateret med de ændringer og tilføjelser, i den udstrækning det er nødvendigt igennem byggeprojektets forløb.

Dokumentet følger anvisningerne fra *SBI-anvisning 223, Dokumentation af bærende konstruktioner.*

Status:	Udgivet
Ordrenavn:	De Jyske Helte I/S
Ordre nr.:	5297
Adresse:	Ikke fast (midlertid konstruktion)
Bygherre:	De Jyske Helte I/S

Udarbejdet af:	Johnny M.Ramm	Underskrift
Kontrolleret af:	Martin Olesen	Underskrift
Godkendt af:	Johnny M. Ramm	Underskrift

INDHOLD

Side Revision

1 STATISK PROJEKTERINGSRAPPORT 4
1.1 Bygværkets art, funktion, anvendelse og placering 4
1.2 Bygværkets opbygning 4
1.3 Kvalitetssikring 5

2 PROJEKTGRUNDLAG 6
2.1 Grundlag 6
2.1.1 Normer og standarder 6
2.1.2 Sikkerhed 6
2.1.3 IKT-værktøjer 6
2.1.4 Referencer 6
2.2 Konstruktionsmaterialer 7
2.2.1 Grund og jord 7
2.2.2 Barduner 7
2.2.3 Pløkker 7
2.3 Laster 8
2.3.1 Lastkombinationer 8
2.3.2 Permanente laster 8
2.3.3 Naturlaster 9

3 STATISKE BEREGNINGER – BYGVÆRK 10
3.1 Model 10
3.2 Vandrette laster 11

4 STATISKE BEREGNINGER 12
4.1 Barduner 12
4.2 Pløkker 12

1 Statisk projekteringsrapport

1.1 Bygværkets art, funktion, anvendelse og placering

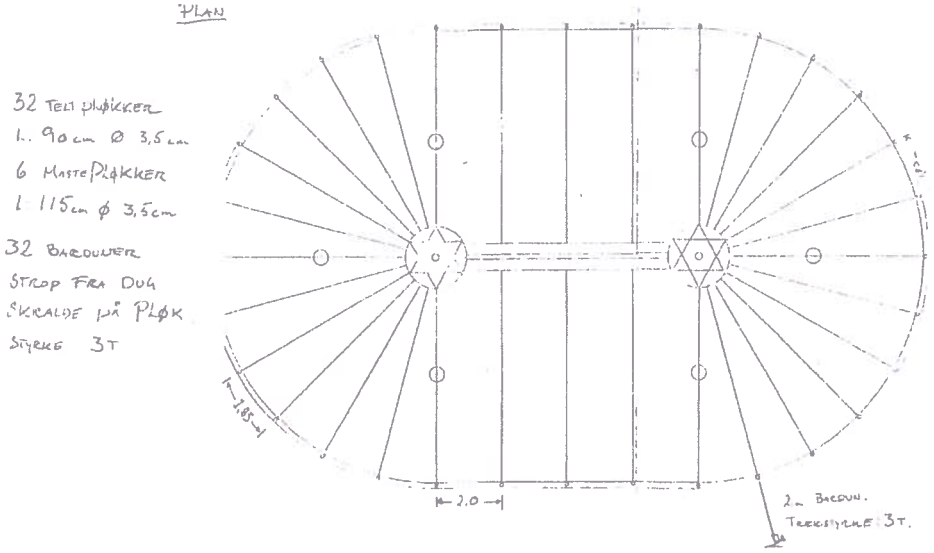
Bygværket omfatter et transportable telt som anvendes til cirkustelt. Placering er midlertidig og er forskellig fra gang til gang.

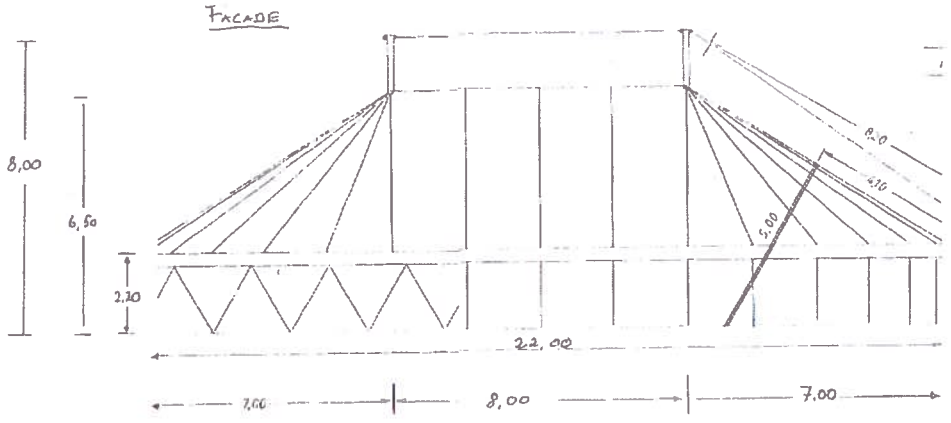
Nærværende statiske beregninger kontrollerer udelukkende for vandrette vindlaster.

1.2 Bygværkets opbygning

Cirkusteltet har en ydre geometri på L=22,0 m x B=14,0 m og en højde til mast på 8,0 m og telt på 6,5 m.

På nedenstående tegninger ses at teltet overordnet fastgøres med 32 stk teltpløkker langs randen og 32 stk. barduner. Derudover fastholdes de to master med 6 stk masterpløkker.





1.3 Kvalitetssikring

Arne Elkjær A/S udfører kvalitetssikring af projekteringen og for den statisk dokumentation inkl. statiske beregninger.

Kvalitetssikringen udføres af personer, der ikke har medvirket i projekteringen af det pågældende bygværk i henhold til *EN 1990 DK NA:2007, pkt. B4.*

For at sikre, at den enkelte aktørs dokumentation følger projektgrundlaget, vil Arne Elkjær ved modtagelse af de eksterne beregninger kontrollere, at deres beregningsforudsætninger og lastopstillinger er i overensstemmelse med projektet.

2 Projektgrundlag

2.1 Grundlag

2.1.1 Normer og standarder

For gældende konstruktionsnormer henvises til Eurocodes danske hjemmeside: http://eurocodes.ds.dk/da/

2.1.2 Sikkerhed

Hele bygværket henføres til *middel konsekvensklasse CC2.*

2.1.3 IKT-værktøjer

Af tabel 1 ses anvendte IKT-værktøjer.

Tabel 1. IKT-værktøjer.

Navn	*Beskrivelse*	*Version*
AutoCad	CAD-tegning i 2D og 3D	-
Excel	Egne udviklet regneark fra Arne Elkjær	-

2.1.4 Referencer

Af tabel 2 ses en liste over de referencer, som er anvendt under projekteringen.

Tabel 2. Referencer.

Ref	*Navn*	*Beskrivelse*	*Version*
[1]	SBI-anvisning 223	Dokumentation af bærende konstruktioner	1. udg., 2009
[2]	Teknisk Ståbi®		23. udg., 2015
[3]	Vejledning om certificering og bygge-sagsbehandling af transportable telte og konstruktioner	Udgivet af Beredskabsstyrelsen og energisty-relsen	August 2014
[4]	SBI 2013:29	Kollaps af cirkustelt ved Kalundborg	2013
[5]	DS/EN 13782 + NA:2014	Midlertidig konstruktioner – Telte - Sikkerhed	2005-12-01 NA:2014

2.2 Konstruktionsmaterialer

2.2.1 Grund og jord

For beregning af simple jordankre med cirkulært tværsnit og en minimums nedramningsdybde på 80 cm, kan bæreevne bestemmes i henhold til [3] +[5]

Der antages "Stiff cohesive soils" som kan beskrives som "stift sammenhængende jord" – fast, svarende til en LER med en karakteristisk udrænet forskydningsstyrke, $c_u \geq 80$ kN/m^2.

2.2.2 Barduner

Styrke på barduner er oplyst til 3T (30kN)

2.2.3 Pløkker

Geometri af pløkker:
L = 90 cm
Ø = 3,5 cm

2.3 Laster

2.3.1 Lastkombinationer

Bygværkets sikkerhed kontrolleres for følgende lastkombinationer *(EN 1990 DK NA)*:

- Brudgrænsetilstand (STR/GEO) jf. formel 6.10 a/b

Alle bygningsdele skal undersøges og dimensioneres for en række lastkombinationer. Af nedenstående tabeller ses udvalgte lastkombinationer, som vurderes relevante og kritiske at undersøge.

Bygværkets sikkerhed er henført til *konsekvensklasse CC2*: $K_{FI} = 1{,}0$

Tabel 3. Lastkombinationer i brudgrænsetilstand (STR/GEO).

	Egenlast G_{kj}	*Vindlast* V_k	*Snelast* S_k	*Nyttelast 1* $Q_{k,1}$	*Nyttelast 2* $Q_{k,2}$	*Kommentar*
(6.10b) -1	0,9	1,5 K_{FI}	0	0	0	max V, min G

2.3.2 Permanente laster

Ikke relevant, idet teltets egenlast negligeres i forbindelse med undersøgelse af løft fra vinden.

2.3.3 Naturlaster

Vindlast:

Den karakteristiske vindlast fastlægges iht. *DS/EN 1991-1-4*. Vindlasten er bunden, statisk og optræder som en korttidslast.

For transportable telte kan peakhastighedstrykket q_p bestemmes ved at fastlægge en øvre grænse for den maksimale vindhastighed ved en middelvind målt over 10 min.

Når vindforholdene måles på stedet, kan partialkoefficient sættes til 1,2 for at tage højde for peak hastighedstryk [3].

Beregningsforudsætninger:

- Når vindhastigheden (middelvind) nærmer sig *13 m/s*, svarende til *hård vind*, rømmes teltet, og der indføres en forsvarlig sikkerhedsafstand fra teltet.
- Luk alle åbninger i vindsiden for at reducere de opadrettede kræfter inden i teltet.
- Åben konstruktioner i læsiden for at øge de nedadrettede kræfter inden i teltet.

Peakhastighedstrykket bestemmes til:

$$q_k = ½ \cdot \rho \cdot v^2 = ½ \cdot 1{,}25 \cdot 13^2 = 0{,}106\ kN/m^2$$

$$q_d = 1{,}2 \cdot q_k = 0{,}127\ kN/m^2$$

Peakhastighedstrykket svarer til niveua 6 på Beaufort-skalaen med max 13 m/s

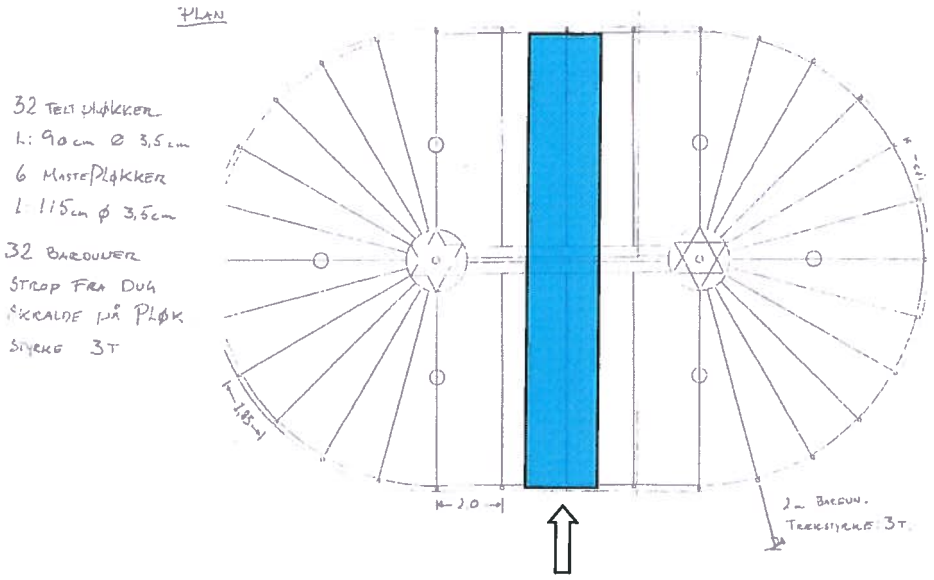
7	14-16	28-33	50 - 61	Stiv kuling	Større træer bevæger sig – trættende at gå imod vinden	Hvidt skum fra brydende bølger føres i striber i vindens retning
6	11-13	22-27	39 - 49	Hård vind	Store grene bevæger sig	Store bølger - hvide skumtoppe overalt
5	8-10	17-21	29 - 38	Frisk vind	Små løvtræer svajer lidt	Middelstore, langagtige bølger med mange skumtoppe, evt. skumsprøjt
4	6-7	11-16	20 - 28	Jmyn vind	Støv og papir løftes	Mindre bølger med

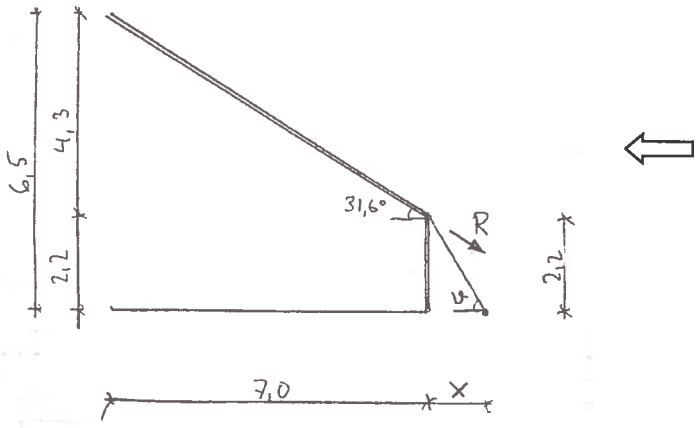
3 Statiske beregninger – Bygværk

3.1 Model

De vandrette laster fra vind optages af teltpløkkerne langs randen via barduner. De lodrette laster optages af de 2 hovedmaster (undersøges ikke i nærværende beregninger).

Der vælges at betragte en dimensionsgivende randzone (markeret med blåt) med en udstrækning på 2,0 m i bredden og en længde på 14,0 m.





Ovenstående figur viser et ½ tværsnit med følgende geometrier:

- Taghældning er 31,6 gr.
- Barduner er vinklet ca. $v = 56°$ med vandret, svarende til afstanden x = 1,5 m fra telt.

3.2 Vandrette laster

På efterfølgende sider beregnes den regningsmæssige reaktion R (vind på facade) til følgende:

$R = R1 = 0,69 \cdot 2,0 = 1,38$ kN

Da bardun har en hældning på ca 56 gr., mens tagflade har en hældning på 31,6 gr., fås følgende trækkraft i bardun.

$N = 1,38 \cdot \cos(31,6) / \cos(56) = 2,10$ kN

Beregning af vindreaktion ved loftskive for bygninger med sadeltag

Anvendes til stabilitetsberegninger

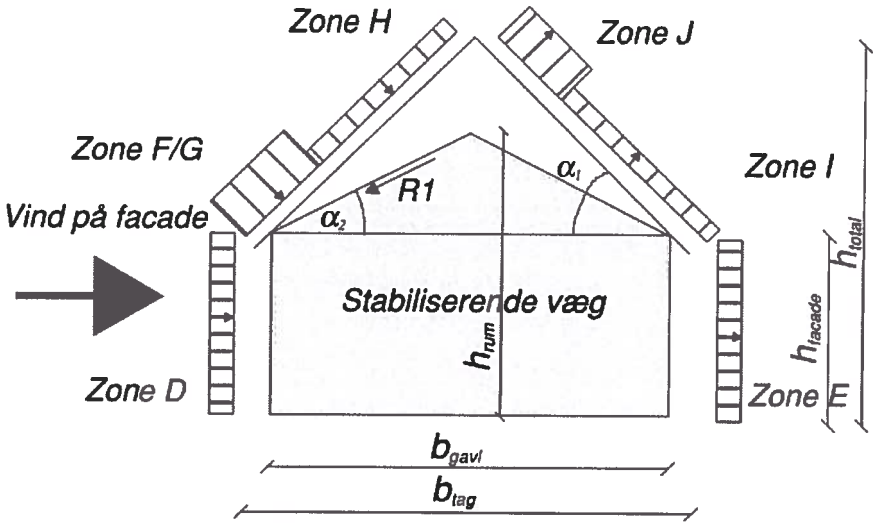
Beregningsforudsætninger

Hastighedstryk	q_{max}	=	0,106	*kN/m2*
Partialkoefficient	γ	=	1,2	
Facade eller etage højde	$h_{facade/etage}$	=	2,2	*m*
Rumhøjde	h_{rum}	=	6,5	*m*
Hele bygningens højde	h_{total}	=	6,5	*m*
Facade længde	l_{facade}	=	22	*m*
Gavl længde	b_{gavl}	=	14	*m*
Tag bredde	b_{tag}	=	14	*m*

α_1 fås af højde/bredde forholdet

α_2 = Loftshældning. Reaktionens hældning kan godt være lig taghældningen, hvilket fx gælder ved bjælkespær. Ved vandret loft er $\alpha_2 = 0$. α_2 udledes af rumhøjden

Taghældning	α_1	=	32	°
Reaktionens hældning	α_2	=	32	°
e= min (b ; 2xh)	e	=	13	*m*



Beregning og resultater

Vind på tag

Zone	***F/G***		***H***		***J***		***I***	
C_{pe}	0,70		0,55		-0,35		-0,25	
Skrå længde	1,53	*m*	6,69	*m*	1,53	*m*	6,69	*m*
Vindlast (regningsmæssi	0,09	*kN/m²*	0,07	*kN/m²*	-0,04	*kN/m²*	-0,03	*kN/m²*

Vind på facade *h/d =* 0,46

Zone	***D***		***E***	
C_{pe}	0,73		-0,36	
Vindlast (regningsmæssi	0,09	*kN/m²*	-0,05	*kN/m²*

Reduktionsfaktor for manglende korrelation mellem vindtryk på vindsiden og læsiden zone D og E

Korrelationsfaktor **0,850**

Er medregnet i den samlede reaktion

Vind på gavl *h/d =* 0,30

Zone	***D***		***E***	
C_{pe}	0,71		-0,31	
Vindlast (regningsmæssi	0,09	*kN/m²*	-0,04	*kN/m²*

Reduktionsfaktor for manglende korrelation mellem vindtryk på vindsiden og læsiden zone D og E

Korrelationsfaktor **0,850**

Er medregnet i den samlede reaktion

Regningsmæssig vindlast i loftskiven for vind på facade

Vind fra facaden	0,13 *kN/m*	Vandret last ved facadetop
Vind fra tag	0,46 *kN/m*	Vandret last ved facadetop
Samlet reaktion *R1*	**0,69** *kN/m*	Reaktion i loftskivens plan

Regningsmæssig vindlast i loftskiven for vind på gavl

Vind fra facaden	1,69 *kN*	Samlet vandret punktlast fra gavl
Vind fra gavl	3,30 *kN*	Samlet vandret punktlast fra gavltrekant
Samlet reaktion *R1*	**0,30** *kN/m*	Reaktion i loftskivens plan (Punktlast fordelt på loftskiven)

4 Statiske beregninger

4.1 Barduner

Styrke på barduner er oplyst til 3T (30kN), hvor den aktuelle trækkraft er på 2,10 kN. *Overholdt!!!*

4.2 Pløkker

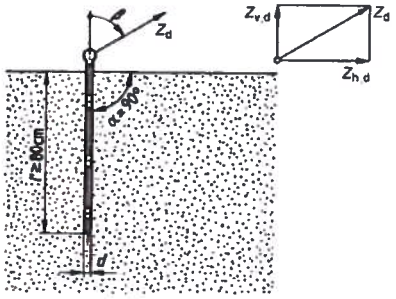
Bæreevnen af simple jordankre/pløkker kan bestemmes iht. DS/EN 13782 pkt. 8.3, tabel 5 jf. nedenstående udklip. Jordtype svarende til afsnit 2.2.1. Der interpoleres mellem Z_d for $\beta = 34°$.

Geometri af pløkker:
L = 90 cm (totallængde)
l' = 80 cm
d = 3,5 cm
β = 90-56 = 34°

Zd = 9,1 · d · l' = 9,1 · 3,5 · 80 = 2,55 kN > 2,10 kN *Overholdt!!!*

Table 5 — Load bearing capacity of rod anchors

Angle of pull	Load bearing capacity N
$\beta = 0$	Z_d = 6,5 dl' for stiff cohesive and for dense cohesion less soils
$\beta = 0$	Z_d = 8 dl' for very stiff cohesive soils
$\beta \geq 45$	Z_d = 10 dl' for cohesive soils of at least medium to stiff consistency
$\beta \geq 45$	Z_d = 17 dl' for dense cohesion less soils
$0 < \beta < 45$	The load bearing capacity for the soil types shall be determined by interpolation



Key

Z_d is the anchor service load (service load), in N;

$Z_{h,d}$ is the horizontal anchor service load, in N;

$Z_{v,d}$ is the vertical anchor service load, in N;

d is the anchor diameter, in cm;

l' is the depth of penetration in cm;

α is the angle of penetration;

β is the angle of acting tensile force to the vertical

Figure 4 — Rod anchor