

Klant **VolkerInfra Van Oord Limburg Nat**

Project **Sluis Weurt**

Onderwerp **Detailberekening droogzetkuip**

Mercon doc. nr: P20029-BER-002

Pagina's: 25 + bijlagen

1	29-4-2020	Commentaar VIVO verwerkt
0	06-04-2020	Ter goedkeuring
Rev.	Datum	Status

Opgesteld:	Gecontroleerd:	Goedgekeurd:
M. de Weert 	M.V. Lammens	

INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING	3
1.1	Ontwerp data	3
1.2	Ontwerp aannames en aandachtspunten	3
2.	GEBRUIKTE NORMEN	4
2.1	Normen/standaards	4
2.2	Gebruikte software	4
3.	CONSTRUCTIE	5
4.	MATERIALEN	6
4.1	Materiaaleigenschappen	6
5.	Hijsberekening	7
5.1	Eigen gewicht droogzetkuip	7
5.3	Geometrie hijspunt	9
5.4	Toetsing van doorsnede	10
5.5	Toetsing van de lassen	10
5.6	Opkantelen droogzetkuip	13
5.7	Mechanisch model	13
5.8	Toetsing lassen	14
6.	Afdichting	15
7.	Sjorpunten	16
7.1	Sjorpunt aan droogzetkuip	19
7.3	Geometrie sjorpunt	20
7.4	Toetsing lassen	21
8.	Ankerpunten in sluiswand	22
8.1	Ontwerpbelastingen	22
8.2	Locatie ankerpunten	22
9.	CONCLUSIE	23
	BIJLAGE A	24
	BIJLAGE B	25

1. INLEIDING

Deze berekening omschrijft de detailberekening van de hijspunten en sjorpunten van de droogzetkuip. De droogzetkuip wordt gebruikt om werkzaamheden in den droge uit te kunnen voeren in de sluiscolk. De intentie is om de droogzetkuip ook op andere locaties in te kunnen zetten. Dit ontwerp rapport is gebaseerd op de maatgevende locatie van de sluis Weurt.

1.1 Ontwerp data

Hieronder een samenvatting van de ontwerp parameters van de droogzetkuip. Andere ontwerp parameters staan vermeld in het document, waar relevant.

Breedte	hartmaat	:	4700	mm
Diepte	hartmaat	:	2050	mm
Hoogte	hartmaat	:	9500	mm
Max. waterniveau	Statisch	:	8500	mm +10.000 t.o.v. N.A.P.
Min waterniveau	Statisch	:	0	mm +1.500 t.o.v. N.A.P.
Materiaal kwaliteit		:	S355J2	

1.2 Ontwerp aannames en aandachtspunten

Ontwerplevensduur is gesteld op 20 jaar. Eurocode stelt standaard een ontwerplevensduur van 50 jaar. Een kortere ontwerplevensduur maakt het mogelijk om te reduceren op de ontwerpbelastingen. Er is voor gekozen om deze reductie niet toe te passen.

Er wordt geen rekening gehouden met wrijving tussen de afdichting en de bodem en wand van de sluiscolk

2. GEBRUIKTE NORMEN

2.1 Normen/standaards

- .. EN 10204, Producten van metaal - Soorten keuringsdocumenten
- .. NEN-EN 10025, Warmgewalste producten van constructiestaal - Deel 2: Technische leveringsvoorwaarden voor ongelegeerd constructiestaal
- .. NEN-EN 1990; Eurocode: Grondslagen van het constructief ontwerp, inclusief NB
- .. NEN-EN 1991-1-1, Eurocode: Belastingen op constructies – algemene belastingen. Inclusief NB
- .. NEN-EN 1993-1-1, Ontwerp en berekenen van staalconstructies – algemene regels en regels voor gebouwen. Inclusief NB
- .. NEN-EN 1993-1-8, Ontwerp en berekenen van staalconstructies – ontwerp en berekening van verbindingen. Inclusief NB
- .. ROK 1.4, RTD1001, Richtlijn Ontwerp Kunstwerken versie 1.4 (incl. bijlagen)

2.2 Gebruikte software

Standard MS-office

3. CONSTRUCTIE



Figuur 3-1 3D model droogzetkuip, ter indicatie



4. MATERIALEN

- Plaat S355J2 +N volgens EN 10025-2 certificaat 3.1
- Profielen S355J2 +AR volgens EN 10025-2 certificaat 3.1
- Koker S355J2H +N volgens EN 10210-1 certificaat 3.1

4.1 Materiaaleigenschappen

Profielen en plaat:

S355 J2 volgens EN10025-2

$f_y = 355 \text{ N/mm}^2$. $t \leq 16 \text{ mm}$

$f_y = 345 \text{ N/mm}^2$ $16 < t < 40 \text{ mm}$

$f_u = 470 \text{ N/mm}^2$. $3 \leq t \leq 100 \text{ mm}$

Koker:

S355 J2H volgens EN10025-2

$f_y = 345 \text{ N/mm}^2$. $16 < t < 40 \text{ mm}$

$f_u = 470 \text{ N/mm}^2$. $3 \leq t \leq 100 \text{ mm}$

5. Hijsberekening

5.1 Eigen gewicht droogzetkuip

Het eigengewicht van de droogzetkuip volgens het Inventor model is 18 ton. Inclusief 10% opslag voor onvoorziene elementen (o.a. hijsmaterieel) wordt het eigen gewicht gesteld op 20 ton (200 kN)

5.2 Last verdeling

De berekening is gebaseerd op het volgende principe:

Er wordt gebruik gemaakt van 2 hijspunten. Ieder hijspunt draagt 50% van de belasting.

De belasting per hijssoog (incl. dynamische factoren):

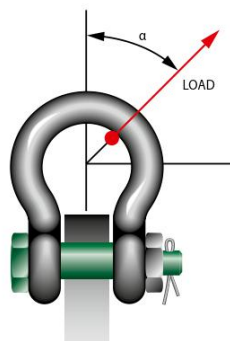
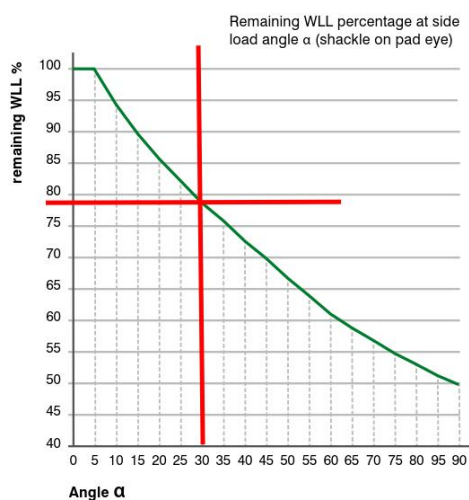
Afwijking in zwaartepunt	$\gamma_1 = 1,05$
Dynamische belastingsfactor	$\gamma_2 = 1,15$
Algemene belastingsfactor	$\gamma_3 = 1,50$

$$F_v = \frac{\gamma_1 * \gamma_2}{2} * F = \frac{1,05 * 1,15}{2} * 200 = 121 kN$$

De shackle wordt onder een hoek van 30° belast, waardoor de opgegeven capaciteit van de shackle reduceert:

Side loads

Side loads should be avoided, as the products are not designed for this purpose. If side loads cannot be avoided, the WLL of the shackle must be reduced:



Bron: Brochure Green Pin (<https://www.vanbeest.nl/green-pin>)



Uit bovenstaande grafiek wordt bepaald, dat er bij een hyshoek van 30° er nog een capaciteit van 75% van de opgegeven WLL overblijft.

De toe te passen shackle moet tenminste een capaciteit van $121/0,75 = 161 \text{ kN}$ hebben.

Er wordt gekozen voor een 17T shackle

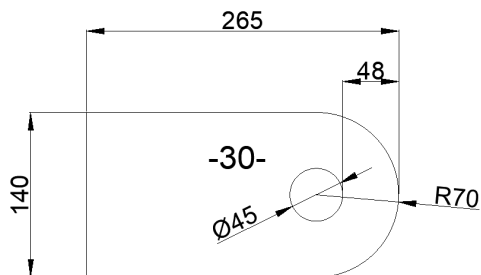
Shackle capaciteit 17 ton $\sim 170 \text{ kN} > 161 \text{ kN} \Rightarrow$ acceptabel

Ontwerpbelasting per hyssoog $F_{s;d} = F_v * \gamma_3 = 121 * 1,5 = 182 \text{ kN}$

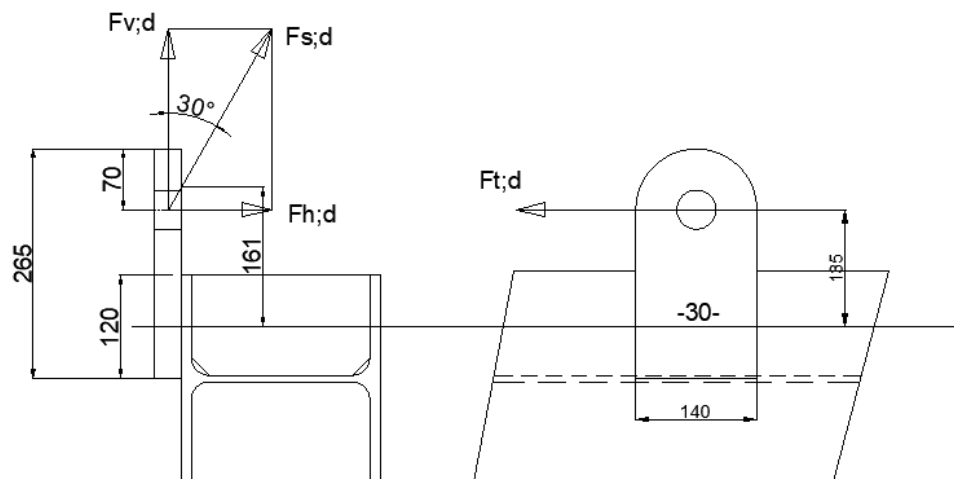
Voor berekening van het hyssoog, zie appendix A.

5.3 Geometrie hijspunt

Uit de berekening in appendix A is de volgende geometrie van het hijsoog bepaald:



Het hijsoog wordt aangebracht op de buitenzijde van het profiel. Tevens wordt er een verstijvingsschot in het profiel aangebracht.



Het hijsoog wordt zodanig geplaatst ten opzichte van het zwaartepunt, dat de kuip theoretisch verticaal hangt.

Indien er 4 hijspunten toegepast worden, zullen de hijspunten minder zwaar belast worden dan bij het toepassen van 2 hijspunten. Indien hijsoogen op de koker aan de voorzijde van de kuip worden geplaatst, dan dienen deze zo dicht mogelijk bij de rand van de koker geplaatst worden, zodat de zijkant van de koker de functie van het verstijvingsschot kan vervullen.



5.4 Toetsing van doorsnede

$$F_{v;d} = F_{s;d} \cdot \cos(30^\circ) = 182 \cdot \cos(30^\circ) = 158 \text{ kN}$$

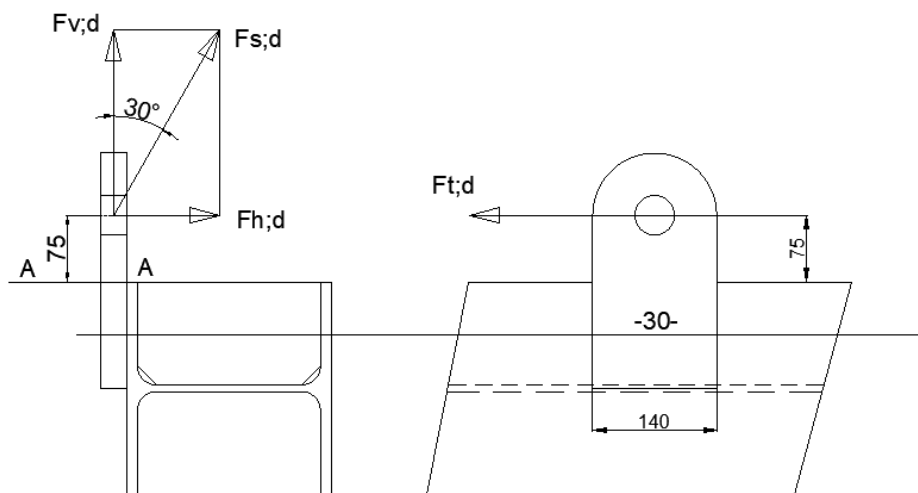
$$F_{h;d} = F_{s;d} \cdot \sin(30^\circ) = 182 \cdot \sin(30^\circ) = 91 \text{ kN}$$

$$M_{h;d} = 91 \cdot 0,075 = 7 \text{ kNm}$$

$$F_{t;d} = 0,05 \cdot F_{v;d} = 0,05 \cdot 158 = 8 \text{ kN}$$

$$M_{t;d} = 8 \cdot 0,075 = 0,6 \text{ kNm}$$

De maximale spanning treedt op in snede A-A



$$A = 30 \times 140 = 4200 \text{ mm}^2$$

$$W_y = \frac{1}{4} \cdot 30 \cdot 140^2 = 1,47 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$W_z = \frac{1}{4} \cdot 140 \cdot 30^2 = 3,15 \cdot 10^4 \text{ mm}^3$$

$$f_y = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{max} = \frac{F_{v;d}}{A} + \frac{M_{h;d}}{W_z} + \frac{M_{t;d}}{W_y} = \frac{158 \cdot 10^3}{4200} + \frac{7 \cdot 10^6}{3,15 \cdot 10^4} + \frac{0,6 \cdot 10^6}{1,47 \cdot 10^5} = 264 \text{ N/mm}^2$$

$$UC = \frac{\sigma_{max}}{f_y} = \frac{264}{355} = 0,74 < 1, \text{ voldoet}$$

5.5 Toetsing van de lassen

De verticale belasting ($F_{v;d}$) wordt opgenomen door de verticale lassen

De momentbelastingen ($M_{h;d}$) en horizontale belasting tangetiaal aan de kuip ($F_{t;d}$ en $M_{t;d}$) worden opgenomen door de horizontale lassen

$F_{h;d}$ is een drukbelasting en wordt derhalve niet meegenomen in de toetsing.

$$F_{v;d} = F_{s;d} \cdot \cos(30^\circ) = 182 \cdot \cos(30^\circ) = 158 \text{ kN}$$

$$F_{h;d} = F_{s;d} \cdot \sin(30^\circ) = 182 \cdot \sin(30^\circ) = 91 \text{ kN}$$

$$M_{h;d} = 91 \cdot 0,161 = 14,7 \text{ kNm}$$

$$F_{t;d} = 0,05 \cdot F_{v;d} = 0,05 \cdot 158 = 8 \text{ kN}$$

$$M_{t;d} = 8 \cdot 0,135 = 1,1 \text{ kNm}$$

$$a = 6$$

Verticale las:

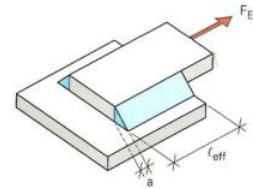
$$F_{v;d} = 182 \cdot \cos(30^\circ) = 158 \text{ kN}$$

Las belastingsgeval 3

$$\text{Noot: } l_{eff} \leq 150a$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{F_{v;d}}{2 \cdot a \cdot l_{eff}} = \frac{158 \cdot 10^3}{2 \cdot 6 \cdot 120} = 110 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 0$$



$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{0^2 + 3(0 + 110^2)} \leq \frac{470}{0,9 \cdot 1,25}$$

$$191 \leq 418, \text{ OK}$$

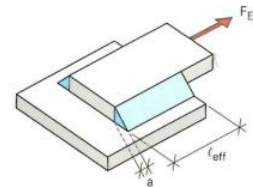
Horizontale las

Las belastingsgeval 3

Noot: $l_{eff} \leq 150a$

$$\tau_{\parallel} = \frac{F_{t,d}}{2 \cdot a \cdot l_{eff}} = \frac{8 \cdot 10^3}{2 \cdot 6 \cdot 140} = 5 \text{ N/mm}^2$$

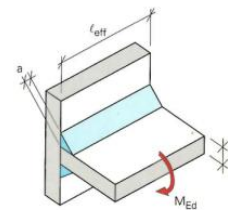
$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 0$$



Las belasting geval 4

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{M_{h,d}}{\sqrt{2} \cdot a \cdot l_{eff} \cdot b} = \frac{14,7 \cdot 10^6}{\sqrt{2} \cdot 6 \cdot 140 \cdot 120} = 103 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\parallel} = 0$$



Las belasting geval 6

Tweekrachtenmethode, want $l_{eff} < 2 \cdot 120$

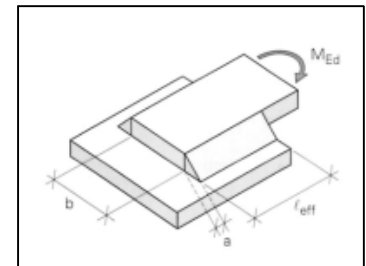
$$M_{Ed} = M_{t,d} = 1,1 \text{ kNm}$$

$$a = 6 \text{ mm}; l_{eff} = 140 \text{ mm}$$

$$F_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b} = \frac{1,1}{0,12} = 10 \text{ kN}$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{F_{Ed}}{a \cdot l_{eff}} = \frac{10 \cdot 10^3}{6 \cdot 140} = 12 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 0$$



$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{103^2 + 3(103^2 + (5 + 12)^2)} \leq \frac{470}{0,8 \cdot 1,25}$$

$$208 \leq 418 \quad OK$$

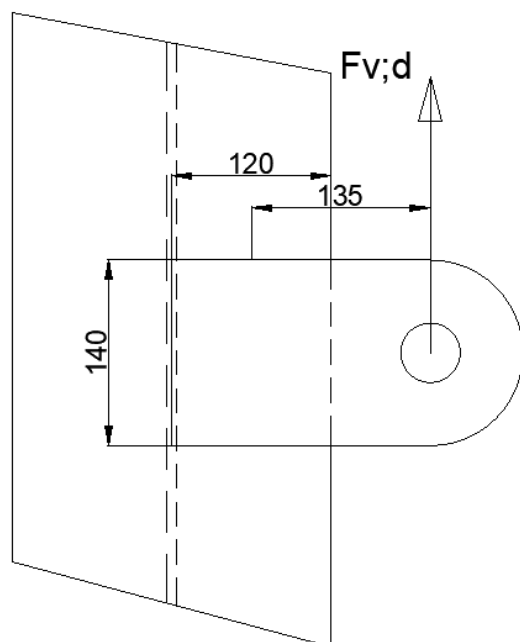
Lassen zijn acceptabel

5.6 Opkantelen droogzetkuip

Tijdens opslag en transport zal de kuip plat gelegd worden. De hijspunten dienen in staat te zijn om de kuip vanuit een liggende positie rechtop te zetten.

Uitgangspunt is dat de onderzijde van de kuip pas los komt als de kuip rechtop staat.

5.7 Mechanisch model



5.8 Toetsing lassen

Uitgangspunt belastingen worden opgenomen door de lassen aan de zijkant van het hijsgoog

$$F_{v;d} = \frac{1}{2} \cdot 158 = 79 \text{ kN}$$

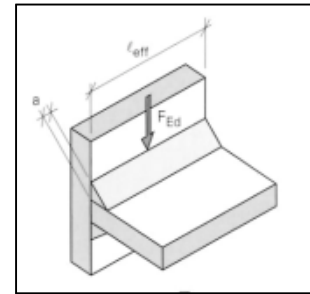
Las belasting geval 2

Side welds

$$a = 6 \text{ mm}; l_{eff} = 120 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{F_{Ed} \sqrt{2}}{4a \cdot l_{eff}} = \frac{79 \cdot 10^3 \sqrt{2}}{4 \cdot 6 \cdot 120} = 39 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\parallel} = 0$$



Las belasting geval 6

Tweekrachtenmethode, want $l_{eff} < 2 \cdot 140$

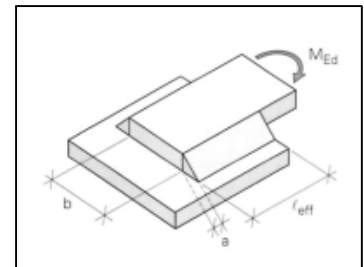
$$M_{Ed} = F_{v;d} \cdot a = 79 \cdot 0,135 = 11 \text{ kNm}$$

$$a = 0,135 \text{ m (afstand van hart van de las naar hart van het gat)}$$

$$a = 6 \text{ mm}; l_{eff} = 120 \text{ mm}$$

$$F_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b} = \frac{11}{0,14} = 79 \text{ kN}$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{F_{Ed}}{a \cdot l_{eff}} = \frac{79 \cdot 10^3}{6 \cdot 120} = 110 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 0$$



Resultaat

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{(39^2 + 3(39^2 + 110^2))} \leq \frac{470}{0,8 \cdot 1,25}$$

$$206 \leq 418 \quad OK$$

Lassen zijn acceptabel



6. Afdichting

Voor het afdichten van de kuip word een dubbelwerkende afdichting toegepast. Allereerst een flexibele rubberen flap die enige mate van oneffenheid kan opvangen. Vervolgens zit er een houten danwel kunststof blok die op de stalen aanslag op de bodem en tegen de sluiswand wordt getrokken. Dit is een robuuste constructie, omdat het aanvoeren, plaatsen en waterdicht maken van de kuip dit noodzakelijk maken. Het detail ontwerp van de afdichting is geen onderdeel van dit rapport, maar het concept is van belang voor het ontwerp van de siorpunten.

7. Sjorpunten

Belasting

Het eigen-gewicht van de droogzetkuip is ca. 18 ton ofwel 180 kN. De lengte van de afdichting aan de onderzijde van de kuip is ca. $2 \times 2 + 5 = 9$ meter. De druk op de afdichting, als gevolg van het eigengewicht is dan $180/9 = 20$ kN/m. Er wordt aangenomen, dat dit ruim voldoende is.

De droogzetkuip is ca. 10 meter hoog met aan beide zijden een afdichting. Totale lengte is dan 20 meter. Er wordt aangenomen dat deze afdichtingen ten allen tijde met 10kN/m tegen de sluiswand gedrukt moeten kunnen worden, in aanvulling op de waterdruk.

Ontwerpuitgangspunt is dat de kuip zonder waterdruk te gebruiken, ofwel, dat het water niet zorgt voor druk op de afdichting. De druk op de afdichtingen moet derhalve opgewekt worden met behulp van de sjorpunten. Maximaal op te wekken druk is $20\text{m} \times 10\text{kN/m} = 200\text{kN}$. Dat is, in aanvulling op de belasting uit waterdruk kan met een de sjorpunten een voorspanning van 200kN opgewekt worden.

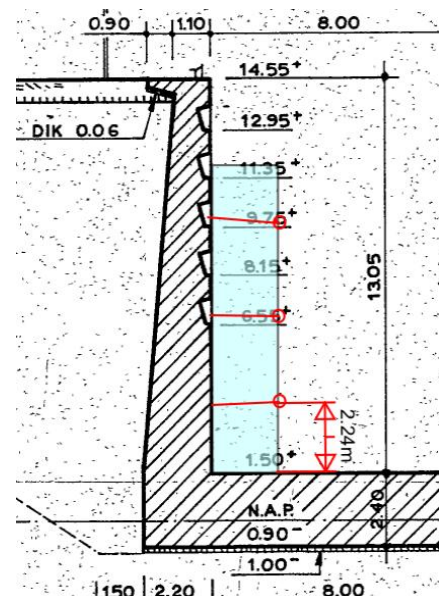
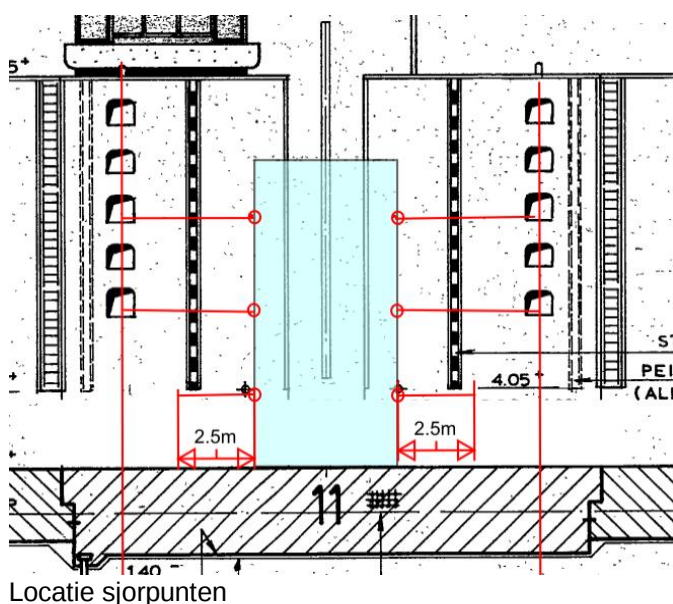
Er wordt gebruik gemaakt van 6 sjorpunten, die gelijk verdeeld zijn over de voorzijde van de droogzetkuip. Hierbij wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de bestaande bolders in de sluiswand. Voor de onderste twee sjorpunten zullen ankerpunten in de sluiswand aangebracht worden.

Per sjorpunt moet een kracht loodrecht op de wand van $F_v = 200/6 = 33,3$ kN gegenereerd kunnen worden.

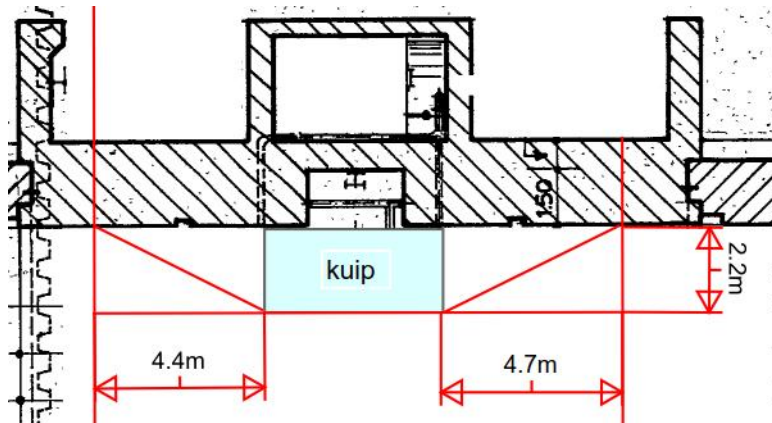
Parallel aan de sluiswand ondervindt de droogzetkuip, onder invloed van de translatie- en windgolf een max belasting van 100kN in UGT. Deze belasting wordt als gelijk verdeeld beschouwd.

Indien de kabels niet voorgespannen zijn, kunnen de sjorlijnen enkel trekbelasting opnemen. Deze dwarsbelasting zal derhalve door 3 sjorpunten opgenomen kunnen worden.

Per sjorpunt moet een kracht parallel aan de wand van $F_h = 100/3 = 33,3\text{kN}$ op kunnen nemen.



Sjorpunt bij bolders



Meest ongunstige positie is daar waar de bolder op de grootste afstand van de kuip staat.

Op te wekken druk op de afdichting $F_v = 33,3 \text{ kN}$

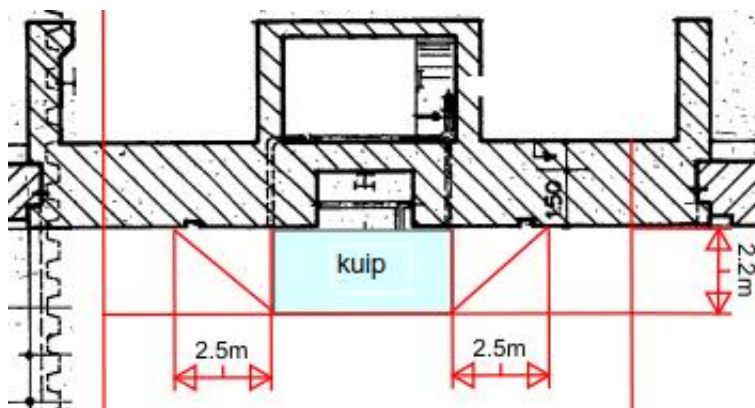
Hoek van de sjorlijn ter plaatse van de kuip $\alpha = \tan^{-1}(4,7/2,2) = 65^\circ$

Benodigde spankracht in de sjorlijn is $F_{\text{lijn}} = 33,3 / \cos(65) = 80 \text{ kN}$

Horizontale belasting ter plaatse van bolder $F_{hb1} = 33 \cdot \tan(65) = 72 \text{ kN}$

De belasting door wind en translatiegolf $F_h = 33,3 \text{ kN} < F_{hb1}$, dus niet maatgevend.

Sjorpunt nieuw aan te brengen ankerpunt



Op te wekken druk op de afdichting $F_v = 33,3 \text{ kN}$

Hoek van de sjorlijn ter plaatse van de kuip $\alpha = \tan^{-1}(2,5/2,2) = 49^\circ$

Benodigde spankracht in de sjorlijn is $F_{\text{lijn}} = 33,3 / \cos(49) = 50 \text{ kN}$

Horizontale belasting ter plaatse van het ankerpunt $F_{hb2} = 33,3 \cdot \tan(49) = 38 \text{ kN}$

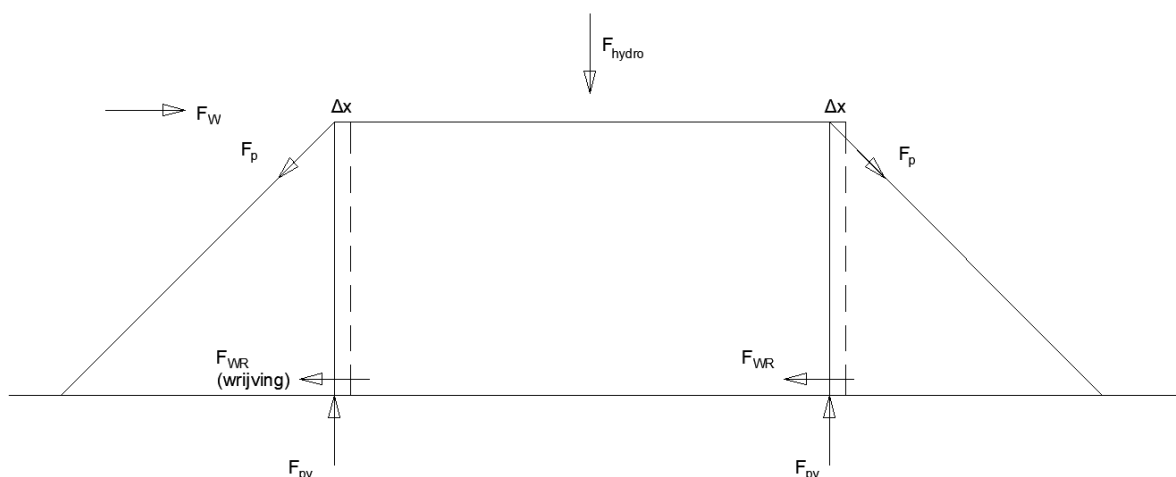
De belasting door wind en translatiegolf $F_h = 33,3 \text{ kN} < F_{hb2}$, dus niet maatgevend.

Combinatie voorspanning kabel en golfbelasting

Uitgangspunt is dat de droogzetkuip zelf niet vervormd onder invloed van belasting. Invloed van wrijving van de bodem van de kuip wordt niet meegenomen in deze beschouwing.

De uiterste gebruikstoestand voor de sjorlijn is bij een maximale waterstand waarbij alle sjorlijnen maximaal aangespannen staan. Voor de sjorlijnen op de bolders en bij de ankerpunten is dit een voorspanning van resp, 80kN en 50 kN. Loodrecht op de wand genereert dit een druk van 33,3 kN. In aanvulling op de voorspanning zal de hydrostatische belasting een druk loodrecht op de wand genereren (totaal ongeveer 2450 kN in UGT bij maximale waterstand) .

De translatie- en windgolf belasting, F_w (golfbelasting) is in totaal 100kN in UGT op de zijkant van de kuip.



De belasting in de kabel, onder invloed van de golfbelasting, zal pas veranderen, zodra de kuip verplaatst (Δx). Deze verplaatsing zal pas plaatsvinden, zodra geldt $F_w > 2 \cdot F_{WR}$. Tevens geldt:

$$F_{WR} = \mu \cdot (F_{pv} + 0,5 \cdot F_{hydro}).$$

Met bovenstaande gegevens moet de wrijvingscoëfficiënt lager moeten zijn dan

$$\mu_{max} = \frac{F_W}{2 \cdot F_{pv} + F_{hydro}} = \frac{100}{200 + 2450} = 0,04, \text{ wat vergelijkbaar is met staal op ijs.}$$

De wrijvingscoëfficiënt van nat hout op beton zal hoger zijn. De hydrostatische belasting zal dan voldoende zijn om het opgewekte koppel uit windbelasting tegen te gaan.

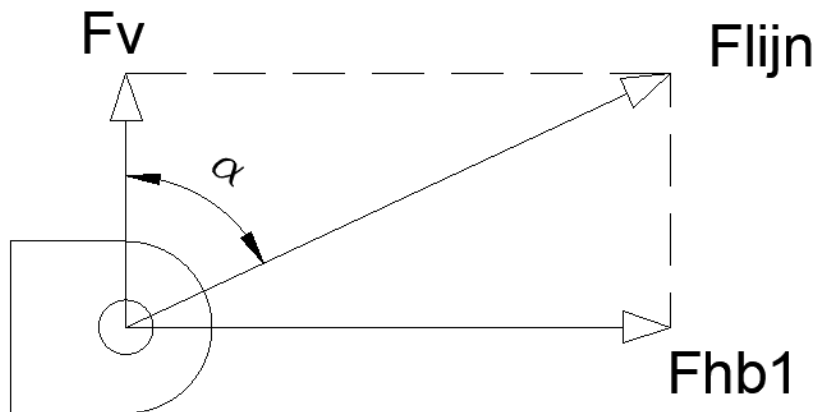
Resumerend zal er in UGT geen verandering van belasting ontstaan in de kabels als gevolg van de golfbelasting.

Uit bovenstaand volgt, dat bij het toetsen van sjorlijnen, de windbelasting niet hoeft te worden beschouwd in combinatie met de voorspankracht.

7.1 Sjorpunt aan droogzetkuip

Er wordt een sjorpunt ontworpen dat voor beide posities (bolders en extra aan te brengen ankerpunten) toepasbaar is.

Maatgevende situatie is bij gebruik maken van de bolders.



$$F_v = 33,3 \text{ kN}$$

$$F_{hb1} = 72 \text{ kN}$$

$$F_{lijn} = 80 \text{ kN}$$

7.2 Belastingen

F_{lijn} wordt gehanteerd als maatgevende belasting

Karakteristieke belasting $F_{lijn} = 80 \text{ kN}$

Er wordt gekozen voor een 9,5T shackle

Shackle capaciteit 9,5 ton $\sim 95 \text{ kN} > 80 \text{ kN} \Rightarrow$ acceptabel

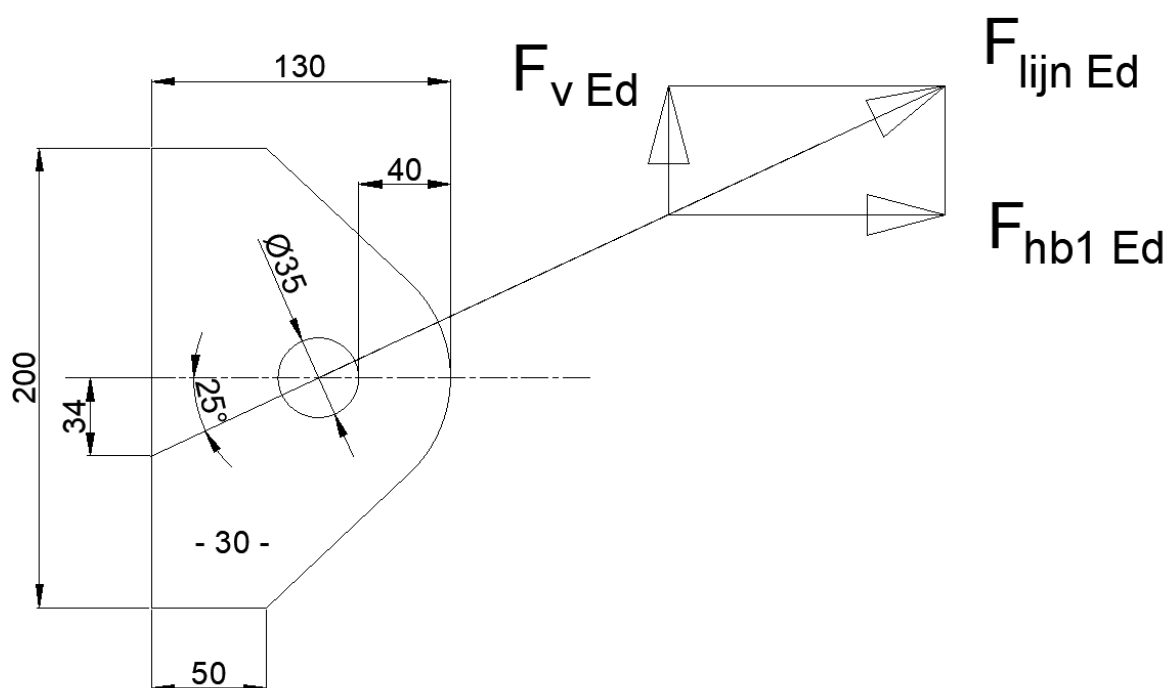
Algemene belastingsfactor: $\gamma_3 = 1,50$

Ontwerpbelasting per sjoroog $F_{s,d} = F_{lijn} * \gamma_3 = 80 * 1,5 = 120 \text{ kN}$

Voor berekening van het sjoroog, zie appendix B

7.3 Geometrie siorpunt

Rekening houdend met de minimale afmetingen, volgend uit de berekening in appendix B en rekening houdend met de situatie, dat het siorpunt op een kokerprofiel (300x300x16) geplaatst wordt, is de volgende geometrie bepaald:



7.4 Toetsing lassen

Ontwerpbelastingen sjoeroog

$$F_{v;Ed} = F_v \cdot \gamma_3 = 33,3 \cdot 1,5 = 50 \text{ kN}$$

$$F_{hb1;Ed} = F_{hb1} \cdot \gamma_3 = 72 \cdot 1,5 = 108 \text{ kN}$$

$$F_{lijn;Ed} = F_{lijn} \cdot \gamma_3 = 80 \cdot 1,5 = 120 \text{ kN}$$

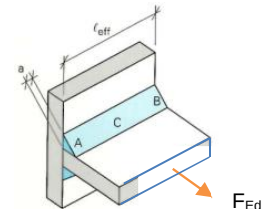
Voor controle van de lassen gelden belastinggevallen 1, 3 en 5

$$a=4$$

Las belasting geval 1

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{F_{hb1;Ed} \sqrt{2}}{4 \cdot a \cdot l_{eff}} = \frac{108 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{2}}{4 \cdot 4 \cdot 200} = 48 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\parallel} = 0$$

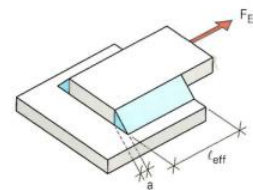


Las belasting geval 3

Noot: $l_{eff} \leq 150a$

$$\tau_{\parallel} = \frac{F_{v;Ed}}{2 \cdot a \cdot l_{eff}} = \frac{50 \cdot 10^3}{2 \cdot 4 \cdot 200} = 32 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 0$$

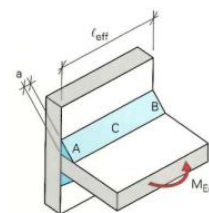


Las belasting geval 5

$$M_{Ed} = F_{hb1;Ed} \cdot e = 108 \cdot 0,034 = 4 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{2,12 M_{Ed}}{a \cdot l_{eff}^2} = \frac{2,12 \cdot 4 \cdot 10^6}{4 \cdot 200^2} = 53 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\parallel} = 0$$



$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$\sqrt{(48 + 53)^2 + 3((48 + 53)^2 + 32^2)} \leq \frac{470}{0,9 \cdot 1,25}$$

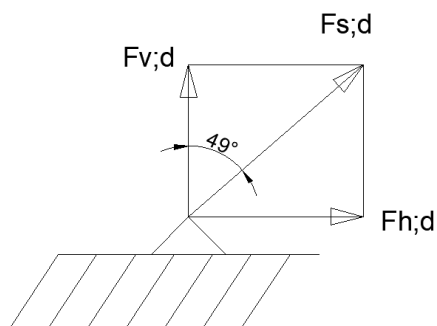
$$210 \leq 418, \text{ OK}$$

Lassen zijn acceptabel.

8. Ankerpunten in sluiswand

Alle span en ankervoorzieningen vanaf het sjorpunt aan de droogzetkuip worden door VIVO ontworpen en verzorgd. Hieronder de ontwerpbelastingen welke gehanteerd dienen te worden voor het ontwerpen van de ankerpunten

8.1 Ontwerpbelastingen



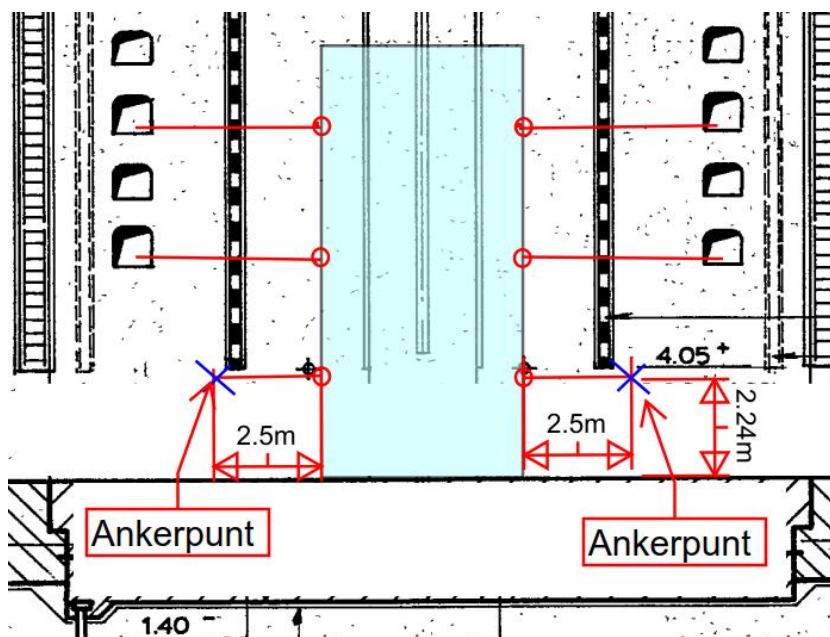
Ontwerpbelastingen:

$$F_{v;d} = 1,5 \cdot F_v = 1,5 \cdot 33,3 = 50 \text{ kN}$$

$$F_{s;d} = 1,5 \cdot F_{lijn} = 1,5 \cdot 50 = 75 \text{ kN}$$

$$F_{h;d} = 1,5 \cdot F_{hb2} = 1,5 \cdot 38 = 57 \text{ kN}$$

8.2 Locatie ankerpunten



9. CONCLUSIE

- De bolders dienen in staat te zijn om de opgegeven trekbelasting op te kunnen nemen, zie hoofdstuk 7.
- Ontwerp en uitvoering van de nieuw aan te brengen ankerpunten wordt verzorgd door VIVO, zie hoofdstuk 8.
- Alle voorzieningen vanaf de sjorpunten op de droogzetkuip door VIVO te verzorgen.
- Voorafgaand aan het plaatsen van de kuip dienen de contactvlakken van de sluis gereinigd te worden (o.a. mosselgroei, corrosie)
- Oneffenheden en beschadigingen die de waterkerende functie van de kuip nadelig beïnvloeden, zijn niet acceptabel. Deze dienen hersteld te worden.

De droogzetkuip zal nooit 100% waterdicht afsluiten. Er moeten in ieder geval voorzieningen aangebracht worden om (lek)water uit de kuip te kunnen verwijderen. Ter indicatie, bij Beatrixsluis werden een 6", 175m³/u pomp voor snel leegpompen en een 2", 20m³/u pomp voor het wegpompen van lekwater ingezet.

De sjorpunten zullen de kuip in staat stellen om druk op de afdichtingen te genereren, in aanvulling op de waterdruk, om de afdichting te activeren, zelfs bij (zeer) lage waterstand. Tevens zorgen zij ervoor dat de kuip de zijdelingse belasting (translatie en windgolf) op kan nemen.

De constructie voldoet.



BIJLAGE A



Inhoudsopgave

1. Ontwerpgegevens	2
2. Materiaal	2
3. Toegepaste normen	2
4. Toegepaste software	2
5. Belastingen	3
6. Berekening	4

1. Ontwerpgegevens

t:	30 mm	dikte hijsplaat
d ₀ :	45 mm	gatdiameter
d:	42 mm	pendiameter

2. Materiaal

S355 volgens NEN-EN 10025-2

van	tot	Mpa
0	16	355
16	40	345
40	63	335
63	80	325

f _y :	345 MPa	Vloegrens	
R _m :	470 MPa	Treksterkte	(3≥t≤100)

3. Gebruikte normen

NEN-EN 10025-2; Warmgewalste producten van constructiestaal - Deel 2: Technische leveringsvoorwaarden voor ongelegeerd constructiestaal

NEN-EN 1993-1-8+C2; Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen

4. Gebruikte software

MS Excel

5. Belastingen

Voor het berekenen van het vat wordt er één ontwerpdruk aangehouden nl:

F: 200 kN Karakteristieke belasting

γ_1 : 1,15 - Dynamische factor
 γ_2 : 1,05 - Zwaartepunt factor
 γ_3 : 1,50 - Belastingsfactor hijsen

Er worden 2 hijsplunten gebruikt. Er wordt aangenomen, dat de hijsbelasting evenredig over de twee hijspunten wordt verdeeld. Elk hijspunt krijgt 50%.

$$F_{b;Ed;ser} = \frac{F * \gamma_1 * \gamma_2}{2} = 121 \text{ kN}$$

Rekenwaarde van de kracht die op stuijk is overgedragen, Bepaald onder de karakteristieke belastingscombinatie voor de bruikbaarheidsgrenstoestand.

Capaciteit toe te passen shackle min. 12,3 ton (metric ton)

Berekening is op basis van 17 tons shackle

$$F_{Ed} = \frac{F * \gamma_1 * \gamma_2 * \gamma_3}{2} = 181 \text{ kN}$$

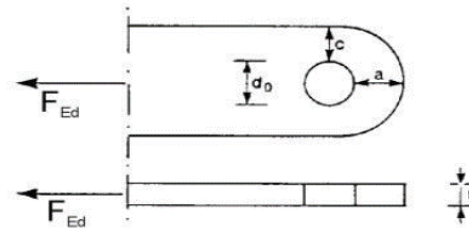
Ontwerpbelasting

γ_{M0} : 1,0 -
 γ_{M2} : 1,25 -
 γ_{M6} : 1,0 -
 $\gamma_{M6;serv}$: 1,0 -

E: 210000 MPa E-modulus

NEN-EN 1993-1-8 tabel 3.9 penverbindingen

F_{Ed} :	181 kN
f_y :	345 MPa
t :	30 mm
d_0 :	45 mm
d :	42 mm
γ_{M0} :	1,0 -



Bepaling geometrie oogplaat

$$a = \frac{F_{Ed} * \gamma_{M0}}{2 * t * f_y} + \frac{2 * d_0}{3} = 38,8 \text{ mm}$$

$$c = \frac{F_{Ed} * \gamma_{M0}}{2 * t * f_y} + \frac{d_0}{3} = 23,8 \text{ mm}$$

Contactstuikdruk tussen pen en plaat voor pen die vervangbaar moet zijn

d :	42 mm
d_0 :	45 mm
f_y :	345 MPa
E :	210000 MPa
$F_{b;Ed;ser}$:	121 kN
γ_{M6} :	1,0 -

$$\sigma_{h;Ed} = 0,591 * \sqrt{\frac{E * F_{b;Ed;ser} * (d_0 - d)}{d^2 * t}} = 709 \text{ MPa} \quad (3.15)$$

$$f_{h;Rd} = \frac{2,5 * f_y}{\gamma_{M6}} = 863 \text{ MPa} \quad (3.16)$$

$$UC = \frac{\sigma_{h;Ed}}{f_{h;Rd}} = 0,82$$

Afschuiving (per zijde)

Ligt in het ontwerp van de shackle. Geen onderdeel van deze toetsing.

Stuikweerstand plaat en pen

t: 30 mm

d: 42 mm

f_y: 345 MPa (aangenomen wordt, dat de vloeispanning van de pen hoger is)γ_{M0}: 1,0 -

$$F_{b;Rd} = \frac{1,5 * t * d * f_y}{\gamma_{M0}} = 652 \text{ kN}$$

$$UC = \frac{F_{Ed}}{F_{b;Rd}} = 0,28 -$$

Stuikweerstand plaat en pen (pen vervangbaar)

t: 30 mm

d: 42 mm

f_y: 345 MPa (aangenomen wordt, dat de vloeispanning van de pen hoger is)γ_{M6;serv}: 1,0 -

$$F_{b;Rd;ser} = \frac{0,6 * t * d * f_y}{\gamma_{M6;ser}} = 261 \text{ kN}$$

$$UC = \frac{F_{b;Ed;ser}}{F_{b;Rd;ser}} = 0,46 -$$

Buigweerstand (vervangbare pen)

Ligt in het ontwerp van de shackle. Geen onderdeel van deze toetsing.



BIJLAGE B



Inhoudsopgave

1. Ontwerpgegevens	2
2. Materiaal	2
3. Toegepaste normen	2
4. Toegepaste software	2
5. Belastingen	3
6. Berekening	4

1. Ontwerpgegevens

t:	30 mm	dikte hijsplaat
d ₀ :	35 mm	gatdiameter
d:	32 mm	pendiameter

2. Materiaal

S355 volgens NEN-EN 10025-2

van	tot	Mpa
0	16	355
16	40	345
40	63	335
63	80	325

f _y :	345 MPa	Vloegrens	
R _m :	470 MPa	Treksterkte	(3≥t≤100)

3. Gebruikte normen

NEN-EN 10025-2; Warmgewalste producten van constructiestaal - Deel 2: Technische leveringsvoorwaarden voor ongelegeerd constructiestaal

NEN-EN 1993-1-8+C2; Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen

4. Gebruikte software

MS Excel

5. Belastingen

Voor het berekenen van het vat wordt er één ontwerpdruk aangehouden nl:

F: 80 kN Karakteristieke belasting

γ_3 : 1,50 - Belastingsfactor hijsen

$F_{b,Ed,ser} = F =$ 80 kN Rekenwaarde van de kracht die op stuijk is overgedragen, Bepaald onder de karakteristieke belastingscombinatie voor de bruikbaarheidsgrenstoestand.

Capaciteit toe te passen shackle min. 8,2 ton (metric ton)

Berekening is op basis van 9,5 tons shackle

$F_{Ed} = F * \gamma_3 =$ 120 kN Ontwerpbelasting

γ_{M0} : 1,0 -

γ_{M2} : 1,25 -

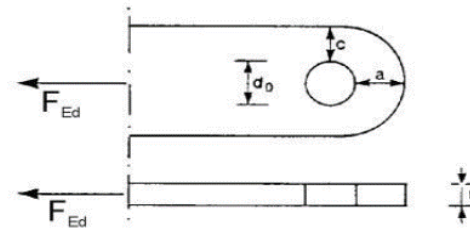
γ_{M6} : 1,0 -

$\gamma_{M6,ser}$: 1,0 -

E: 210000 MPa E-modulus

NEN-EN 1993-1-8 tabel 3.9 penverbindingen

F_{Ed} :	120 kN
f_y :	345 MPa
t :	30 mm
d_0 :	35 mm
d :	32 mm
γ_{M0} :	1,0 -



Bepaling geometrie oogplaat

$$a = \frac{F_{Ed} * \gamma_{M0}}{2 * t * f_y} + \frac{2 * d_0}{3} = 29,1 \text{ mm}$$

$$c = \frac{F_{Ed} * \gamma_{M0}}{2 * t * f_y} + \frac{d_0}{3} = 17,5 \text{ mm}$$

Contactstuikdruk tussen pen en plaat voor pen die vervangbaar moet zijn

d :	32 mm
d_0 :	35 mm
f_y :	345 MPa
E :	210000 MPa
$F_{b;Ed;ser}$:	80 kN
γ_{M6} :	1,0 -

$$\sigma_{h;Ed} = 0,591 * \sqrt{\frac{E * F_{b;Ed;ser} * (d_0 - d)}{d^2 * t}} = 757 \text{ MPa} \quad (3.15)$$

$$f_{h;Rd} = \frac{2,5 * f_y}{\gamma_{M6}} = 863 \text{ MPa} \quad (3.16)$$

$$UC = \frac{\sigma_{h;Ed}}{f_{h;Rd}} = 0,88$$



Afschuiving (per zijde)

Ligt in het ontwerp van de shackle. Geen onderdeel van deze toetsing.

Stuikweerstand plaat en pen

t: 30 mm

d: 32 mm

f_y : 345 MPa (aangenomen wordt, dat de vloeispanning van de pen hoger is)

γ_{M0} : 1,0 -

$$F_{b;Rd} = \frac{1,5 * t * d * f_y}{\gamma_{M0}} = 497 \text{ kN}$$

$$UC = \frac{F_{Ed}}{F_{b;Rd}} = 0,24 -$$

Stuikweerstand plaat en pen (pen vervangbaar)

t: 30 mm

d: 32 mm

f_y : 345 MPa (aangenomen wordt, dat de vloeispanning van de pen hoger is)

$\gamma_{M6;serv}$: 1,0 -

$$F_{b;Rd;ser} = \frac{0,6 * t * d * f_y}{\gamma_{M6;ser}} = 199 \text{ kN}$$

$$UC = \frac{F_{b;Ed;ser}}{F_{b;Rd;ser}} = 0,40 -$$

Buigweerstand (vervangbare pen)

Ligt in het ontwerp van de shackle. Geen onderdeel van deze toetsing.