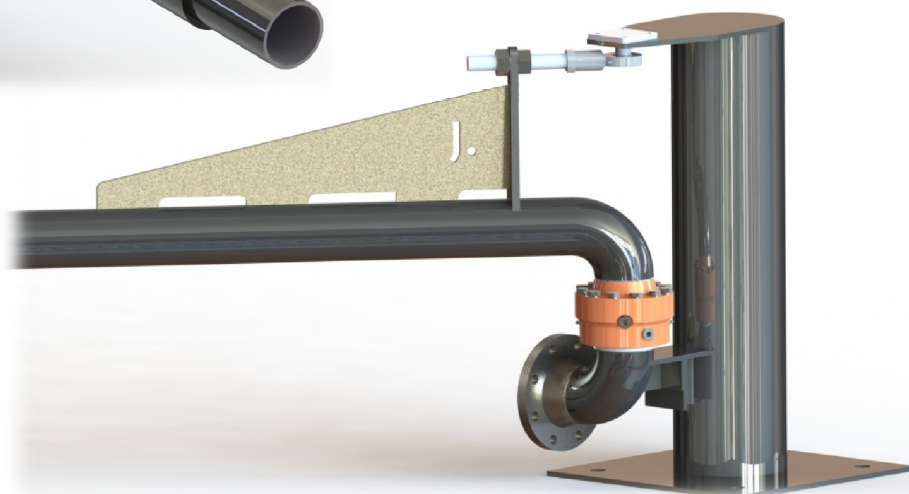


Bijlagen

Ontwerp van een truck- en treinlaadarmenlijn, waarbij standaardisatie en flexibiliteit in het ontwerp gepaard gaan.

30-5-2012

Bastiaan Nieuwkerk



Inhoudsopgave

Bijlage A	Werkenvelop van een tanktrailer en spoorketelwagon	2
	Tanktrailer	2
	Spoorketelwagon	2
Bijlage B	Componenten ten behoeve van de werking van de TLA.....	3
Bijlage C	Ontwerpspanning afhankelijk van de belastingcombinatie.....	4
Bijlage D	Leidingstukken volgens de DIN normering vergeleken met ASME code.....	5
Bijlage E	Veel gebruikte materialen voor leidingen en pakkingen	6
Bijlage F	Formules ten behoeve voor berekening van leidingbochten	7
	Curved Beam methode	7
	Regels voor toestellen onder druk, werkblad D1101:.....	7
Bijlage G	Belastingen.....	8
	Belastingen door gewicht.....	8
	Interne druk.....	8
	De ketelformule:	8
	Druk stoten.....	9
	Traagheidskrachten.....	9
	Temperatuurverschillen	9
	Weersinvloeden	10
	Windbelasting	10
	IJsvorming	10
Bijlage H	Gerenderde plaatjes van de werkenveloppen	11
Bijlage I	Voorbeeld implementatie van werkenvelop voor een zekere aanvraag	12
Bijlage J	Gewichten en afmetingen van Bocht&Flow Joint combinaties.....	13
Bijlage K	Mechanische waarden.....	14
Bijlage L	Sheet betreffende de veerberekening	15
Bijlage M	Schematische weergaven en gewichten van de valpijpen.....	16
Bijlage N	Moment berekeningen om twee punten.....	18
Bijlage O	Concepten	20
	Arm ondersteuning	20
	Het kopstuk	21
	Sterkteberekening van de End Rod principe	22
	Veersteun	23
	Bevestiging van de veer aan het leidingwerk.....	26
Bijlage P	Opzet van de Offerte	27
Bijlage Q	Reflectierapport	28
	Achtergronden	28
	Bedrijf	28
	Probleemstelling.....	28
	Opdracht omschrijving	29
	Beoordelen van de competenties	29
	Competentietabel.....	30
	Competentietabel nader bekeken	33
	Bespreking van de verschillende competenties	33
	Conclusie	35

Bijlage A WERKENVELOP VAN EEN TANKTRAILER EN SPOORKETELWAGON

Tabel beschrijft de minimale en de maximale waarden, de waarde zijn verkregen door een marktonderzoek.

TANKTRAILER

Type verlading	Onder					Boven				
Dimensies	A	B	C*	D	E	A	B	C**	D	E
Minimale waarden	1700	500	500	500	3000	1500	500	2500	500	2500
Maximale waarden	2000	500	700	1000	3000	2750	500	4050	1000	4300

*Afhankelijk van de aanvoerstroombreedte en de configuratie van de bochten

** Afhankelijk van de hoogte van de tanktrailer.

FIGUUR A-1: MAXIMALE EN MINIMALE WAARDEN VAN DE PARAMETERS BETREFFENDE TANKTRAILERS

SPOORKETELWAGON

Type verlading	Boven				
Dimensies	A	B	C*	D	E
Minimale waarden	1500	500	2500	500	1300
Maximale waarden	2750	500	4300	1000	4300

* Afhankelijk van de hoogte van de spoorketelwagon.

FIGUUR A-2: MAXIMALE EN MINIMALE WAARDEN VAN DE PARAMETERS BETREFFENDE SPOORKETELWAGONS

Bijlage B COMPONENTEN TEN BEHOEVE VAN DE WERKING VAN DE TLA

De volgende componenten kunnen toegevoegd worden afhankelijk van de mogelijke overwegingen:

Koppelingen en afsluiters:

- Wegbreekkoppeling; Koppeling die door een minimaal kracht wegbreekt
- Snelkoppeling; Koppeling tussen de TLA en transportmiddel
- Afsluiter;

Verwarming en isolatie:

- Isolatie
- Elektrisch verwarmingssysteem
- Verwarming doormiddel van een medium met een verhoogde temperatuur langs het leidingwerk te geleiden. Bijvoorbeeld stoom of olie

Bediening:

- Hand bediening
- Pneumatisch aandrijving; Kan toegepast worden zowel voor bewegingen als voor de aansturing van de afsluiters.
- Hydraulisch aandrijving; Kan toegepast worden zowel voor bewegingen als voor de aansturing van de afsluiters.

Balanssysteem:

- Balanssysteem doormiddel van veerkracht
- Balanssysteem doormiddel van een contragewicht

Overige:

- Piggable; Het reinigen van de leiding met behulp van een "prop"
- Damp retourleiding; Extra leiding voor het afvoeren van dampen
- Telescopische valpijp; Alleen toepasbaar bij het laden van een vloeibaar product.
- Overvulbeveiliging; Beveiliging tegen verspilling
- Aarden; Voorkomt hoge elektrische energie verschillen, vonkoverslag vermijden.
- Deflector; Bijvoorbeeld een T-stuk aan het einde van de valpijp, voorkomt het opspatten van het product.

Bijlage C ONTWERPSPANNING AFHANKELIJK VAN DE BELASTINGCOMBINATIE

Table 17 - Design Load Cases

Case No	Mode	Loading Combination	Allowable Stress (s) KxSd
1	Stored	DL + WL _S	1.2 Sd
2	Stored	DL + EL	1.2 Sd
3	Manceuvring	DL + WL _O	0.9 Sd
4	Connected	DL + WL _O	0.8 Sd
5	Connected	DL + FL + PL + WL _O	0.8 Sd
6	Connected	DL + FL + PL + WL _O + TL	1.5 Sd
7	Emergency Release	DL + WL _O	1.1 Sd
8	Emergency Release	DL + FL + PL + WL _O	1.1 Sd
9	Maintenance	DL + WL _M	0.9 Sd
10	Hydrostatic Test	DL + FL + PL _T + WL _O	1.3 Sd

DL = Dead Load
 EL = Earthquake Load
 FL = Fluid Load
 PL = Design Pressure Load
 PL_T = Test Pressure Load
 TL = Thermal Load
 WL_S = Wind Load in Stored Mode
 WL_O = Wind Load in Operating Mode
 WL_M = Wind Load in Maintenance Mode

FIGUUR C-1: ONTWERPSPANNINGEN BIJ VERSCHILLENDE BELASTINGCOMBINATIE

Bijlage D LEIDINGSTUKKEN VOLGENS DE DIN NORMERING VERGELEKEN MET ASME CODE

Nominal pipe width acc. to DIN 2440		Outside diameter	Inside diameter	Inside cross-section	Wall thickness
[Inches]	[DN]	[mm]	[mm]	[cm ²]	[mm]
1/8"	6	10.2	6.2	0.30	2.00
1/4"	8	13.5	8.8	0.61	2.35
3/8"	10	17.2	12.5	1.22	2.35
1/2"	15	21.3	16.0	2.00	2.65
3/4"	20	26.9	21.6	3.67	2.65
1"	25	33.7	27.2	5.82	3.25
1 1/4"	32	42.4	35.9	10.15	3.25
1 1/2"	40	48.3	41.8	13.80	3.25
2"	50	60.3	53.0	22.10	3.65
2 1/2"	65	76.1	68.8	37.20	3.65
3"	80	88.9	80.8	50.70	4.05
4"	100	114.3	105.3	87.00	4.50
5"	125	139.7	130.0	133.50	4.85
6"	150	165.1	155.4	190.00	4.85

FIGUUR D-1: GEOMETRISCHE AFMETINGEN VOLGENS DE DIN NORMERING VERGELEKEN MET DE ASME CODE

Bijlage E VEEL GEBRUIKTE MATERIALEN VOOR LEIDINGEN EN PAKKINGEN

Metalen:

- Cast Irons
- Bronze
- Carbon Steel
- Low carbon steel
- Type 304(L)
- Type 316(L)
- Alloy 20
- Monel
- Inconel
- Hastelloy B/B2
- Hastelloy C/C276
- PTFE gelined

Pakkingen:

- PTFE
- RTFE
- UHMWP
- TEFZEL
- PEEK
- FEP
- DERLIN
- Nitrile
- Viton
- EPDM

Bijlage F FORMULES TEN BEHOEVE VOOR BEREKENING VAN LEIDINGBOCHTEN

CURVED BEAM METHODE

$$(\sigma_{\max})_t = \frac{M(R - r_A)}{Ar_B(\bar{r} - R)} \Rightarrow M = \frac{\sigma_{\max} \cdot Ar_B(\bar{r} - R)}{(R - r_A)}$$

Met;

$$R = \frac{A}{\int_A \frac{dA}{r}}$$

$$\int_A \frac{dA}{r} = \sum 2\pi(\bar{r} - \sqrt{\bar{r}^2 - c^2})$$

$$A = \pi(r_o^2) - \pi(r_i^2)$$

REGELS VOOR TOESTELLEN ONDER DRUK, WERKBLAD D1101:

$$\sigma = i \cdot \frac{\sqrt{M_{x1}^2 + M_{y1}^2 + M_{z1}^2}}{W}$$

Met;

$$i = 0.9a^{\frac{m-4}{6}}$$

$$a = \frac{4d \cdot r}{(D_e - d)^2}$$

Bijlage G BELASTINGEN

BELASTINGEN DOOR GEWICHT

Op elk onderdeel werkt een zwaartekracht die naar beneden gericht is. De zwaartekracht is gelijk aan:

$$F_z = m \cdot g$$

De zwaartekracht die op de verschillende onderdelen werkt zal een moment veroorzaken. De grootte van het moment is afhankelijk van de arm. De lengte van de arm wordt bepaald door de afstand tussen het zwaartepunt van het onderdeel en de plek waar het moment werkt. Deze afstanden zijn te bepalen uit de vereenvoudigde tekeningen.

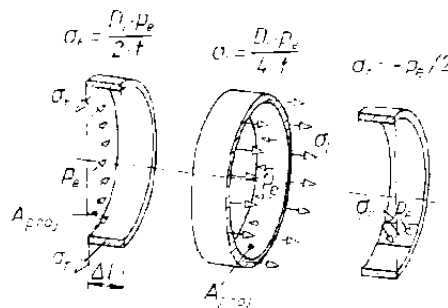
De massa van het leiding werk kan opgedeeld worden in verschillende facetten. De facetten zijn:

- Gewicht van het leidingwerk
- Gewicht van het product in de leiding
- Gewicht van isolatie
- Gewicht van ijsvorming

Er wordt aangenomen dat de zwaartekracht in het zwaarte punt aangrijpt. Al de gewichten bij de toevoeging van de eisen kunnen bij elkaar worden opgeteld.

INTERNE DRUK

Bij het laden en lossen ontstaan er drukverschillen. Het drukverschil veroorzaakt in verschillende richtingen spanningen in het materiaal van het leidingwerk. De spanning is te bereken met de Ketelformule, de richting van de spanning wordt gekozen in de meest ongunstige richting.



FIGUUR G-1: VERSCHILLENDE SPANNINGEN TEN GEVOLGE VAN INTERNE DRUK

DE KETELFORMULE:

$$\sigma = \frac{p \cdot (D_i + t)}{2 \cdot t}$$

Gebruikte spanningverlagende factor, de spanning wordt in de meest ongunstige richting gekozen. De toelaatbare spanning kan verlaagd worden de berekende spanning. De spanningverlaagde waarde wordt;

$$\sigma_v = \frac{D_i \cdot p_e}{2 \cdot t} + \frac{p_e}{2}$$

DRUK STOTEN

Drukstoten ontstaan wanneer de stroming plotseling word gestopt door bijvoorbeeld een afsluiter te sluiten. Bij het plotseling sluiten van een afsluitorgaan ontstaat er een drukverschil, de interne druk wordt plotseling een stuk hoger. De hoogte van de drukverschillen is afhankelijk van de voortplantingssnelheid van een drukgolf, de lengte van de leiding, de dichtheid van het product, verandering van de stroomsnelheid en de sluitingstijd van afsluitorgaan. Door de korte lengte van de laadarm zal de drukstoot niet hoog zijn. Wanneer de aanvoerleiding voor de TLA een aanzienlijke lengte heeft en een de sluitingstijd van een regelorgaan kort is, kunnen de drukstoten invloed hebben op de interne druk. Voor de spanningsverlagende waarde hebben de drukstoten in dat geval invloed.

$$\Delta p = \rho \cdot a \cdot \Delta v \cdot \left(\frac{t_R}{t_s} \right)$$

TRAAGHEIDSKRACHTEN

Traagheidskrachten zullen optreden bij het bedienen van de laadarm. De versnellingen voor het bedienen van de laadarm zullen niet hoog zijn. Er is gekozen voor een maximale versnelling van 0.8 m/s^2 . De traagheidskrachten zijn te berekenen met:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

TEMPERATUURVERSCHILLEN

Temperatuurverschillen veroorzaakt spanning in het materiaal. De spanning ontstaat door het opwarmen en afkoelen van het materiaal. De formule om de thermische spanning te berekenen is als volgt:

$$\sigma = \frac{E \alpha \Delta T}{(1 + 2\eta)}$$

De waarden voor de omgevingstemperatuur heeft een bereik van -20° tot $+40^\circ$.

Door het vormveranderingvermogen, door de enkele inklemming, van het leidingwerk is de TLA goed bestand tegen thermische belasting.

WEERSINVLOEDEN

De belastingen die het weer veroorzaakt zijn als gevolg van wind, sneeuw en het temperatuurverschillen. De belasting door sneeuw of ijsvorming is meegenomen in belasting door gewicht.

WINDBELASTING

Wind veroorzaakt een kracht die loodrecht gericht staat op de oppervlakte. De formule voor het berekenen van de kracht veroorzaakt door de wind is als volgt:

$$F = 0.85 \cdot qz C_f A_f$$

De winddruk qz wordt bepaald met:

$$qz = 0.613 \cdot K_z V^2$$

Met;

$$V_{storm} = 45 \text{ m/s}$$

$$V_{wind} = 23 \text{ m/s}$$

$$K_z = 2.01 (Z/274)^{2/9.5} \text{ voor } 4.6 \leq Z \leq Z_g$$

$$K_z = 0.85 \text{ voor } Z < 4.6$$

De oppervlakte A_f met;

$$A_f = D \cdot l$$

De waarde voor C_f kan gehaald worden uit de volgende tabel.

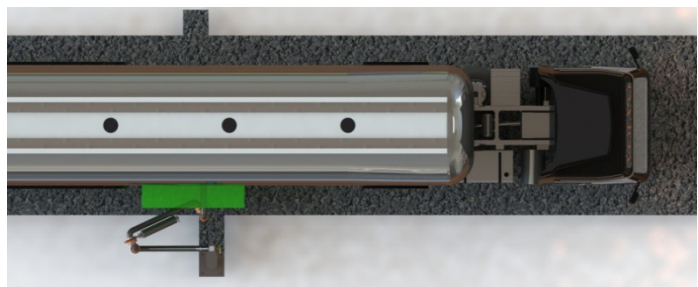
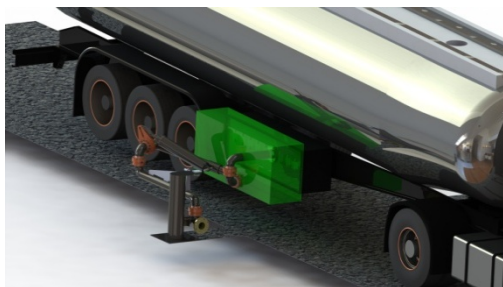
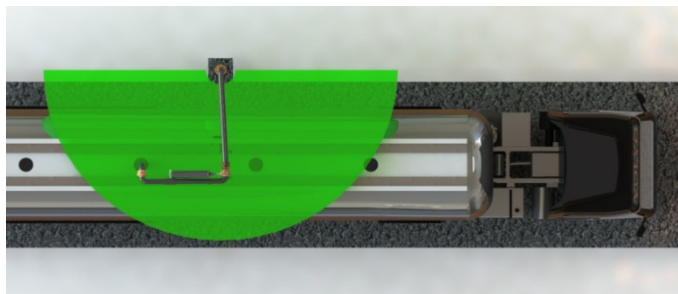
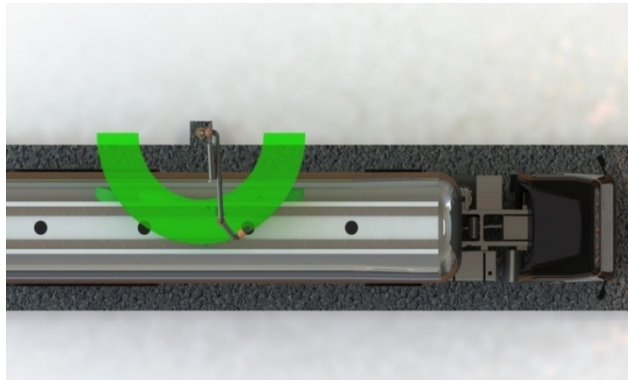
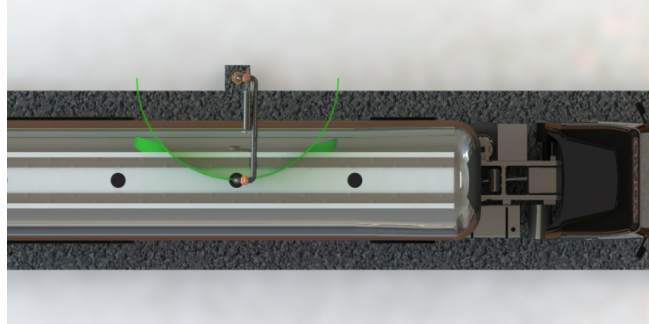
Vorm van doorsnede	C_f
Rond $D\sqrt{qz} > 5.3$	0.7
Rond $D\sqrt{qz} \leq 5.3$	1.2
Vlak	1.7

IJSVORMING

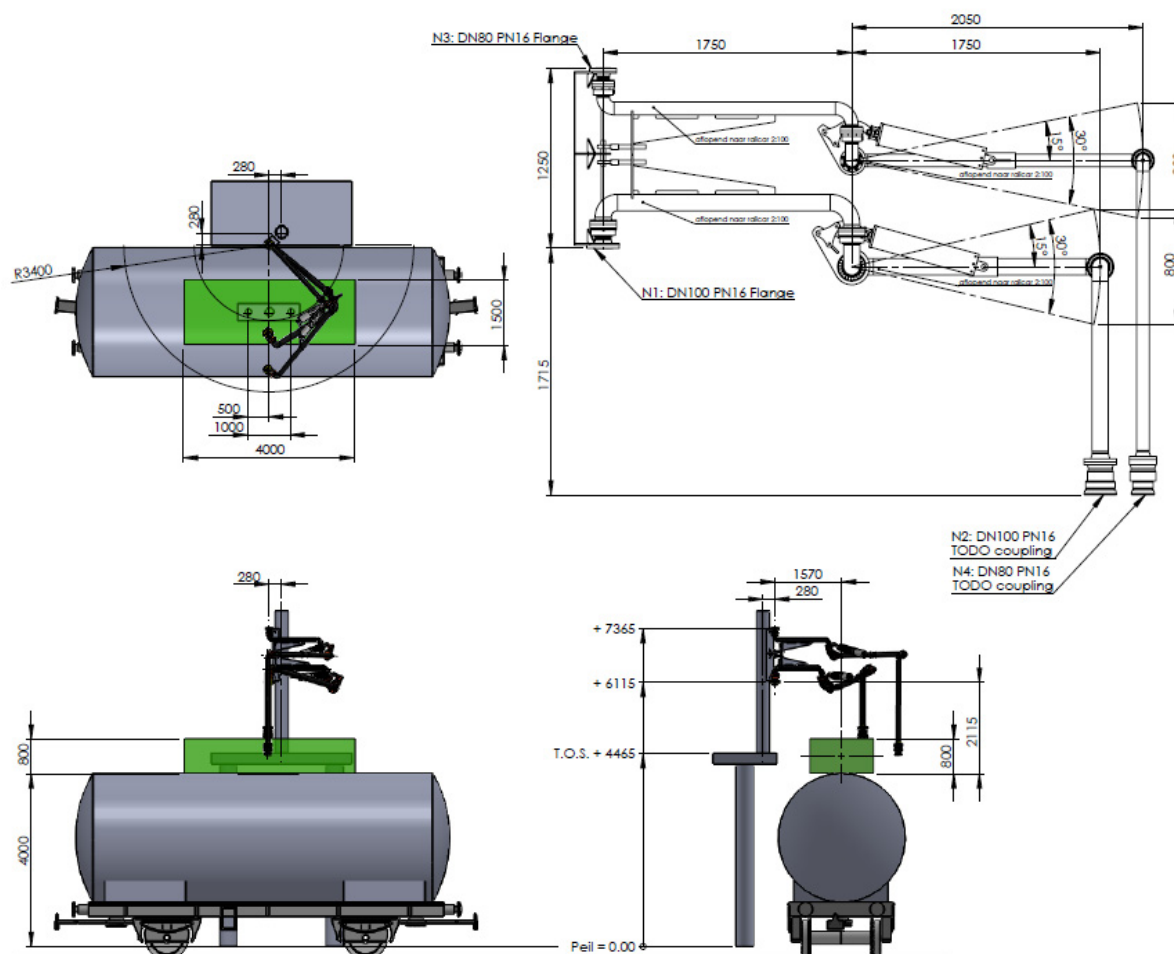
Ijsvorming of sneeuw heeft invloed op het gewicht en op de oppervlakte van het leidingwerk. De belasting door wind wordt verhoogd door ijsvorming. De OCIMF schrijft de maximale ijsvorming voor. Hieronder is zijn de waarde van de ijsvorming weergegeven afhankelijk van de het klimaat en het product.

- Bij een koud klimaat 6mm op alle onderdelen
- Voor transport van Koudemiddel of LPG 10 mm op alle product geleidende onderdelen
- Voor transport van LNG en ethyleen 25 mm op alle product geleidende onderdelen.

Bijlage H GERENDERDE PLAATJES VAN DE WERKENVELOPPEN



Bijlage I VOORBEELD IMPLEMENTATIE VAN WERKENVELOP VOOR EEN ZEKERE AANVRAAG



FIGUUR I-1: VOORBEELD GETEKEND VOOR EEN ZEKERE AANVRAAG

Bijlage J GEWICHTEN EN AFMETINGEN VAN BOCHT&FLOW JOINT COMBINATIES

		Afmetingen				Gewicht					inhoud					straal		las toeslag	Gewicht cs		IDO	Gewicht gevuld					1100
		A	B	C	D	10	11/12	20	21/22	31/32	10	11	20	21	31	r	omtrek		bocht	swivel		10	11/12	20	21/22	31/32	
		mm	mm	mm	mm	kg	kg	kg	kg	kg	m3	m3	m3	m3	m3	mm	m	mm	kg	kg	m2	kg	kg	kg	kg	kg	
3	Sr	128,0	76,2	207,2	286	9,33	10,71	12,09	21,42	22,8	6,1E-04	1,2E-03	1,8E-03	2,4E-03	2,9E-03	76,2	0,120	3	1,38	9,33	4,77E-03	10,0	12,0	14,0	24,0	26,0	
	Lr	128,0	114,3	245,3	363	9,33	11,41	13,49	22,82	24,9	6,1E-04	1,5E-03	2,3E-03	2,9E-03	3,8E-03	114,3	0,180	3	2,08	9,33	4,77E-03	10,0	13,0	16,0	26,0	29,1	
4	Sr	142,0	101,6	246,6	351	15	17,58	20,2	35,16	37,78	1,2E-03	2,5E-03	3,8E-03	5,0E-03	6,3E-03	101,6	0,160	3	2,62	14,96	8,21E-03	16,2	20,3	24,4	40,6	44,7	
	Lr	142,0	152,4	297,4	453	15	19,06	23,16	38,12	42,22	1,2E-03	3,1E-03	5,1E-03	6,3E-03	8,2E-03	152,4	0,239	3	4,1	14,96	8,21E-03	16,2	22,5	28,8	45,0	51,3	
6	Sr	149,0	152,4	304,4	460	24,2	31,07	37,96	62,14	69,03	2,8E-03	7,2E-03	1,2E-02	1,4E-02	1,9E-02	152,4	0,239	3	6,89	24,18	1,86E-02	27,2	39,0	50,8	78,1	89,9	
	Lr	149,0	228,6	380,6	612	24,2	35,08	45,98	70,16	81,06	2,8E-03	9,5E-03	1,6E-02	1,9E-02	2,6E-02	228,6	0,359	3	10,9	24,18	1,86E-02	27,2	45,5	63,8	91,0	109,3	
8	Sr	167,0	203,2	373,2	579	29,7	43,54	57,34	87,08	100,9	5,4E-03	1,6E-02	2,6E-02	3,1E-02	4,2E-02	203,2	0,319	3	13,8	29,74	3,23E-02	35,7	60,8	85,9	121,6	146,7	
	Lr	167,0	304,8	474,8	783	29,7	50,74	71,74	101,5	122,5	5,4E-03	2,1E-02	3,6E-02	4,2E-02	5,7E-02	304,8	0,479	3	21	29,74	3,23E-02	35,7	73,7	111,7	147,3	185,3	

Bijlage K MECHANISCHE WAARDEN

Nominale pijpdiameter	Schedule			Uitwendige diameter in mm	Wanddikte in mm corrosie toeslag	Wanddikte in mm	Inwendige diameter in mm	r Sr elbow mm	r Lr elbow mm	K short radius	K long radius	Bocht M Sr 147Mpa (kNm)	Bocht M Lr 147Mpa (kNm)	Pijp max M linear (kNm)	Pijp max M polair (kNm)	Inwendig doorsnede oppervlak in m2	Materiaal doorsnede oppervlak in m2	Uitwendig oppervlak in m2 / m	Inwendig oppervlak in m2 / m	oppervlak windoppervlak m2 / m	Linear Traagheidsmoment I in m4	Linear Weerstandsmoment W in m3	Traagheidsstraal i in mm	Polair Traagheidsmoment J in m4	Polair Weerstandsmoment W in m3	gewicht pijpen in kg/m	gewicht met water gevuld in kg/m	gewicht met product gevuld in kg/m	isolatiedikte in mm	gewicht isolatie + 1 mm alu beplating in kg/m	gewicht en geïsoleerd in kg/m	gewicht gevuld met product en geïsoleerd in kg/m	Gewicht flienzen STD ANSI B16.5
3,00			10S	88,9	3,05	3,05	82,8	76,2	114,3	5,3E+00	4,1E+00	0,470	0,616	2,509	3,262	5,4E-03	8,2E-04	2,8E-01	2,6E-01	0,0889	7,59E-07	1,7E-05	3,0E-02	1,52E-06	3,41E-05	6,5	11,8	12,9	50,0	4,8	11,3	17,7	4,92
3,00	std	40	40S	88,9	5,49	5,49	77,92	76,2	114,3	3,5E+00	2,7E+00	1,196	1,568	4,155	5,402	4,8E-03	1,4E-03	2,8E-01	2,4E-01	0,0889	1,26E-06	2,8E-05	3,0E-02	2,51E-06	5,65E-05	11,3	16,1	17,0	50,0	4,8	16,1	21,8	4,92
3,00	xs	80	80S	88,9	7,62	7,62	73,66	76,2	114,3	2,7E+00	2,1E+00	1,988	2,605	5,361	6,969	4,3E-03	1,9E-03	2,8E-01	2,3E-01	0,0889	1,62E-06	3,6E-05	2,9E-02	3,24E-06	7,29E-05	15,3	19,5	20,4	50,0	4,8	20,1	25,2	4,92
3,00		160		88,9	11,13	11,13	66,64	76,2	114,3	2,0E+00	1,5E+00	3,513	4,603	6,938	9,020	3,5E-03	2,7E-03	2,8E-01	2,1E-01	0,0889	2,10E-06	4,7E-05	2,8E-02	4,20E-06	9,44E-05	21,3	24,8	25,5	50,0	4,8	26,2	30,3	4,92
3,00	xxs			88,9	15,24	15,24	58,42	76,2	114,3	1,5E+00	1,1E+00	5,537	7,255	8,249	10,723	2,7E-03	3,5E-03	2,8E-01	1,8E-01	0,0889	2,49E-06	5,6E-05	2,7E-02	4,99E-06	1,12E-04	27,7	30,4	30,9	50,0	4,8	32,5	35,7	4,92
4,00			10S	114,3	3,05	3,05	108,2	101,6	152,4	6,2E+00	4,8E+00	0,682	0,893	4,245	5,519	9,2E-03	1,1E-03	3,6E-01	3,4E-01	0,1143	1,65E-06	2,9E-05	3,9E-02	3,30E-06	5,78E-05	8,4	17,6	19,4	50,0	5,6	14,0	25,0	6,84
4,00	std	40	40S	114,3	6,02	6,02	102,26	101,6	152,4	3,8E+00	2,9E+00	2,028	2,657	7,744	10,067	8,2E-03	2,0E-03	3,6E-01	3,2E-01	0,1143	3,01E-06	5,3E-05	3,8E-02	6,02E-06	1,05E-04	16,1	24,3	25,9	50,0	5,6	21,7	31,5	6,84
4,00	xs	80	80S	114,3	8,56	8,56	97,18	101,6	152,4	2,9E+00	2,2E+00	3,517	4,609	10,289	13,376	7,4E-03	2,8E-03	3,6E-01	3,1E-01	0,1143	4,00E-06	7,0E-05	3,8E-02	8,00E-06	1,40E-04	22,3	29,7	31,2	50,0	5,6	27,9	36,8	6,84
4,00		120		114,3	11,13	11,13	92,04	101,6	152,4	2,4E+00	1,8E+00	5,255	6,886	12,489	16,236	6,7E-03	3,6E-03	3,6E-01	2,9E-01	0,1143	4,86E-06	8,5E-05	3,7E-02	9,71E-06	1,70E-04	28,3	35,0	36,3	50,0	5,6	33,9	41,9	6,84
4,00		160		114,3	13,49	13,49	87,32	101,6	152,4	2,0E+00	1,5E+00	7,010	9,186	14,210	18,473	6,0E-03	4,3E-03	3,6E-01	2,7E-01	0,1143	5,52E-06	9,7E-05	3,6E-02	1,10E-05	1,93E-04	33,5	39,5	40,7	50,0	5,6	39,1	46,3	6,84
4,00		xxs		114,3	17,12	17,12	80,06	101,6	152,4	1,6E+00	1,3E+00	9,937	13,021	16,363	21,272	5,0E-03	5,2E-03	3,6E-01	2,5E-01	0,1143	6,36E-06	1,1E-04	3,5E-02	1,27E-05	2,23E-04	41,0	46,1	47,1	50,0	5,6	46,6	52,7	6,84
6,00			10S	168,3	3,4	3,4	161,5	152,4	228,6	7,5E+00	5,7E+00	1,40	1,83	10,46	13,60	2,0E-02	1,8E-03	5,3E-01	5,1E-01	0,1683	5,99E-06	7,1E-05	5,8E-02	1,20E-05	1,42E-04	13,8	34,3	38,4	50,0	7,3	21,1	45,7	10,6
6,00	std	40	40S	168,3	7,11	7,11	154,08	152,4	228,6	4,4E+00	3,4E+00	4,62	6,05	20,47	26,61	1,9E-02	3,6E-03	5,3E-01	4,8E-01	0,1683	1,17E-05	1,4E-04	5,7E-02	2,34E-05	2,78E-04	28,3	46,9	50,6	50,0	7,3	35,6	57,9	10,6
6,00	xs	80	80S	168,3	10,97	10,97	146,36	152,4	228,6	3,2E+00	2,5E+00	9,16	12,01	29,45	38,28	1,7E-02	5,4E-03	5,3E-01	4,6E-01	0,1683	1,69E-05	2,0E-04	5,6E-02	3,37E-05	4,01E-04	42,6	59,4	62,8	50,0	7,3	49,9	70,1	10,6
6,00		120		168,3	14,27	14,27	139,76	152,4	228,6	2,6E+00	2,0E+00	13,76	18,03	36,08	46,90	1,5E-02	6,9E-03	5,3E-01	4,4E-01	0,1683	2,07E-05	2,5E-04	5,5E-02	4,13E-05	4,91E-04	54,2	69,5	72,6	50,0	7,3	61,5	79,9	10,6
6,00		160		168,3	18,24	18,24	131,82	152,4	228,6	2,2E+00	1,6E+00	19,95	26,15	42,91	55,78	1,4E-02	8,6E-03	5,3E-01	4,1E-01	0,1683	2,46E-05	2,9E-04	5,3E-02	4,91E-05	5,84E-04	67,5	81,1	83,9	50,0	7,3	74,8	91,2	10,6

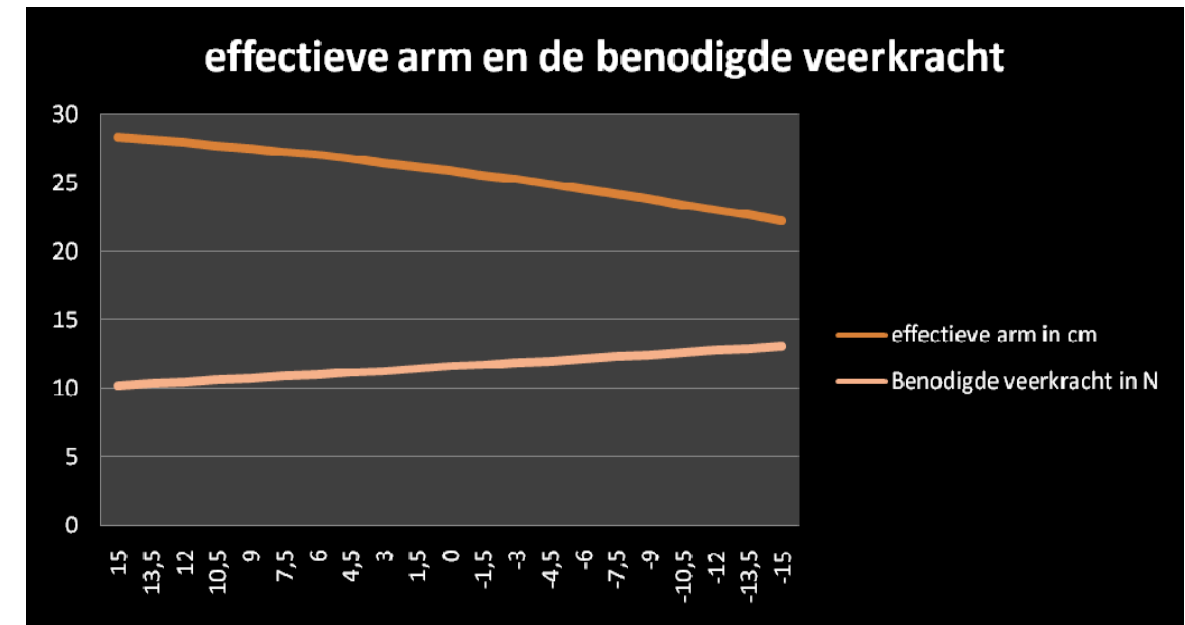
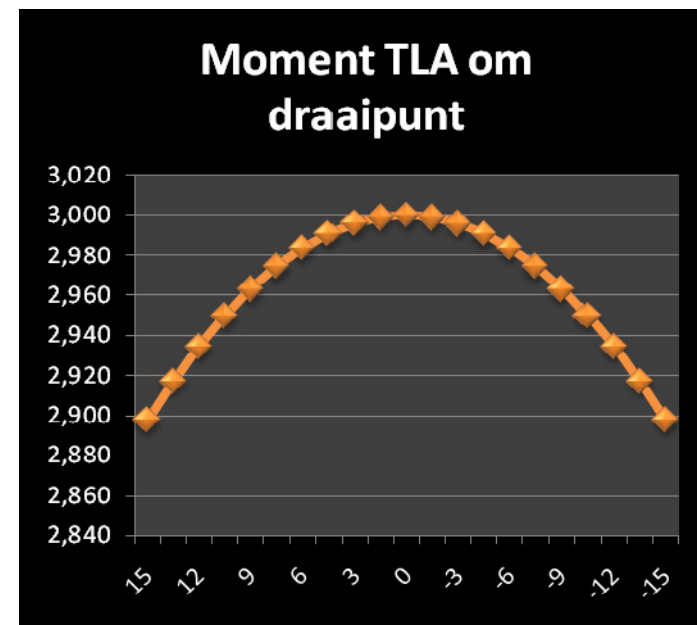
Bijlage L SHEET BETREFFENDE DE VEERBEREKENINGING

BEPALING VEERCONSTANT TLA'S

α	deg	stand laadarm		15	13,5	12	10,5	9	7,5	6	4,5	3	1,5	0	-1,5	-3	-4,5	-6	-7,5	-9	-10,5	-12	-13,5	-15
L1	m	lengte verende arm	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
L2	m	aangrijpingspunt veer	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$\square$			0,1																					
L3	m	lengte van veer	1,1	1,03	1,04	1,04	1,05	1,06	1,07	1,07	1,08	1,09	1,09	1,10	1,11	1,11	1,12	1,13	1,13	1,14	1,15	1,15	1,16	1,16
$\phi 3$	deg	hoek veer met horizontale arm	15																					
$\square$			0,1																					
M	kN.m	Moment TLA om draaipunt	3	2,898	2,917	2,934	2,950	2,963	2,974	2,984	2,991	2,996	2,999	3,000	2,999	2,996	2,991	2,984	2,974	2,963	2,950	2,934	2,917	2,898
z1	m	z van aangr. Veer		29	29	29	29	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	29	29	29	29	29
x1	m	x van aangr. Veer		0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
z2	m	z van aangr. Veer op binnenarm		-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06
x2	m	x van aangr. Veer op binnenarm		0,26	0,23	0,21	0,18	0,16	0,13	0,10	0,08	0,05	0,03	0,00	-0,03	-0,05	-0,08	-0,10	-0,13	-0,16	-0,18	-0,21	-0,23	-0,26
				0,97	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,97	0,97
$\phi 2$	deg	hoek veer met horizontaal		1,4	2,8	4,2	5,6	7,0	8,3	9,7	11,0	12,4	13,7	15,0	16,3	17,6	18,9	20,2	21,5	22,8	24,1	25,3	26,6	27,9
$\phi 3$	deg	hoek veer met binnenarm		16,4	16,3	16,2	16,1	16,0	15,8	15,7	15,5	15,4	15,2	15,0	14,8	14,6	14,4	14,2	14,0	13,8	13,6	13,3	13,1	12,9
L4	m	effectieve arm veer		0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	0,24	0,24	0,23	0,23	0,23	0,22
L5	cm	effectieve arm veer (cm)		28	28	28	28	28	27	27	27	26	26	26	26	25	25	25	24	24	23	23	23	22
Fv	kN	Benodigde veerkracht		10,2	10,4	10,5	10,6	10,8	10,9	11,0	11,2	11,3	11,5	11,6	11,7	11,9	12,0	12,1	12,3	12,4	12,6	12,7	12,9	13,0
z3	m	hoogte valpijp (tov 0)		0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3	-0,4	-0,4

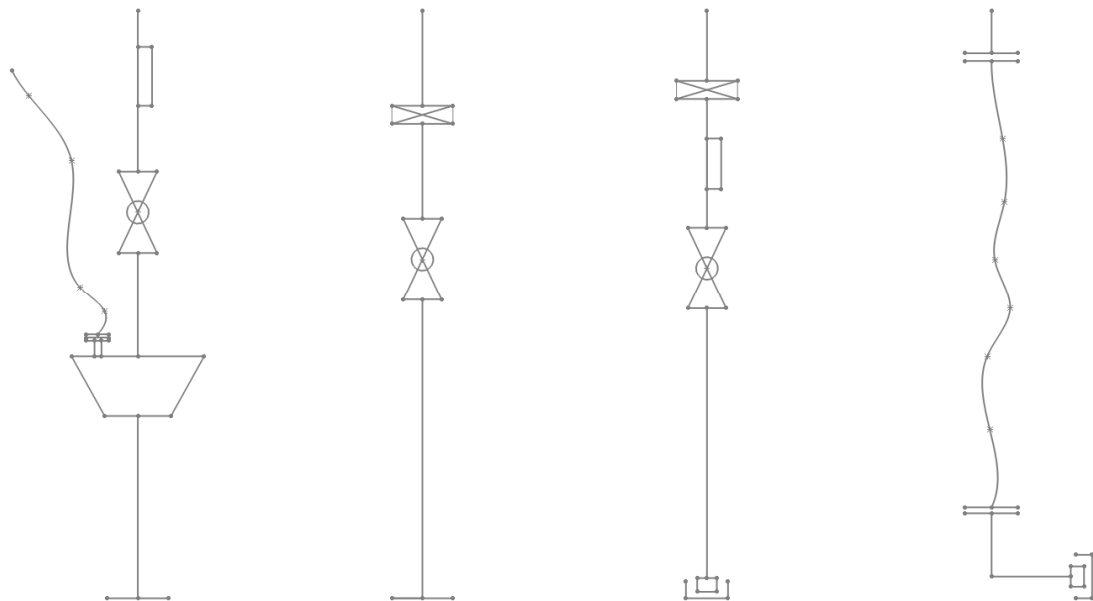
Veereigenschappen

S	mm	veerweg totaal	134
F2	kN	veerkracht max	13,0
F ₀	kN	voorspanning veer	10,2
F ₁	kN	Veerkracht max	13,0
k	kN/m	veerconstante	21



Bijlage M SCHEMATISCHE WEERGAVEN EN GEWICHTEN VAN DE VALPIJPEN

Hieronder staan de verschillende mogelijke configuraties van de valpijp weergegeven.



Hiernaast en op de volgende pagina staan de gewichtberekeningen voor de verschillende configuraties, voor de berekening is er onderscheid gemaakt tussen het maximale gewicht en het minimale gewicht.

Valpijp met conus

maximaal gewicht

Onderdeel	diameter					gewicht	Onderdeel	diameter					gewicht
piping geïsoleerd	4 std	22	kg/m	2	m	43 kg	piping geïsoleerd	4 std	22	kg/m	2	m	43 kg
Opties							opties						
afsluiter kogel PN40	4	35	kg/stuk	1	stuk	35 kg	afsluiter kogel PN16	4	32	kg/stuk	1	stuk	32 kg
conus	4	10	kg/stuk	1	stuk	10 kg	handbeugel		2	kg/stuk	1	stuk	2 kg
marge 10%							marge 10%						
9 kg							8 kg						
Totaal							Totaal						
97 kg							85 kg						

minimaal gewicht

Onderdeel	diameter					gewicht	Onderdeel	diameter					gewicht
piping	4 10S	8	kg/m	1	m	8 kg	piping	4 10S	8	kg/m	1	m	8 kg
opties							opties						
afsluiter kogel PN16	4	32	kg/stuk	1	stuk	32 kg	handbeugel		2	kg/stuk	1	stuk	2 kg
conus	4	10	kg/stuk	1	stuk	10 kg							
marge 10%							marge 10%						
5 kg							1 kg						
Totaal							Totaal						
55 kg							11 kg						

Vaste aansluiting, bovenverlading

maximaal gewicht

Onderdeel	diameter						gewicht
pipings isolatie gevuld	4 std	31,5	kg/m	2	m	63	kg
opties							
afsluiter kogel PN16	4	32	kg/stuk	1	stuk	32	kg
TO DO PN16 Dry break	4	20	kg/stuk	1	stuk	20	kg
breakaway WLT	4	12	kg/stuk	1	stuk	12	kg
marge 10%							12 kg
Totaal							138 kg

Vaste aansluiting, onderverlading

maximaal gewicht

Onderdeel	diameter						gewicht
pipings isolatie gevuld	4 std	32	kg/m	0,5	m	15	kg
opties							
afsluiter kogel PN16	4	32	kg/stuk	1	stuk	32	kg
TO DO PN16 Dry break	4	20	kg/stuk	1	stuk	20	kg
breakaway WLT	4	12	kg/stuk	1	stuk	12	kg
marge 10%							7 kg
Totaal							85 kg

Slang

maximaal gewicht

Onderdeel	diameter						gewicht
pipings isolatie gevuld	4 std	32	kg/m	0,2	m	6	kg
flens b16,9	4	7	kg/stuk	1	stuk	7	kg
hose gevuld	4	16	kg/m	2	m	32	kg
elbow long radius	4	4	kg/stuk	1	stuk	4	kg
opties							
TO DO PN16	4	20	kg/stuk	1	stuk	20	kg
breakaway WLT	4	12	kg/stuk	1	stuk	12	kg
marge 10%							8 kg
Totaal							89 kg

minimaal gewicht

Onderdeel	diameter						gewicht
pipings	4 10S	8	kg/m	1	m	8	kg
opties							
Emco API	4	8	kg/stuk	1	stuk	8	kg
marge 10%							2 kg
Totaal							18 kg

minimaal gewicht

Onderdeel	diameter						gewicht
pipings	4 10S	8	kg/m	0	m	4	kg
opties							
Emco API	4	8	kg/stuk	1	stuk	8	kg
marge 10%							1 kg
Totaal							13 kg

minimaal gewicht

Onderdeel	diameter						gewicht
pipings	4 10S	8	kg/m	0	m	2	kg
flens tma	4	1	kg/stuk	1	stuk	1	kg
hose	4	8	kg/m	1	m	8	kg
elbow short radius	4	3	kg/stuk	1	stuk	3	kg
opties							
Emco Api	4	12	kg/stuk	1	stuk	12	kg
marge 10%							2 kg
Totaal							27 kg

Schematische weergaven en gewichten van de valpijpen

Pagina | 17

Bijlage N MOMENT BEREKENINGEN OM TWEE PUNTEN

invulblok BL

Standaard waarden		
C	246,6	mm
D	351	mm
gewicht leidingwerk	25,9	kg*m

Gegevens		
Stormsnelheid	45	m/s
Windsnelheid	23	m/s
dichtheid staal	7850	kg/m3
a	9,81	m/s2

Lengte en gewicht voor de losse onderdelen				
	gewicht (kg)	stuk	lengte (m)	lengte (mm)
bf combi	16,2	1	1	
arm 1	25,9	1	1,2	1200
bf combi	44,7	1	1	
arm 2	25,9	1	1,4	1400
veer	64	1	1,1	1100
bf combi	44,7	1	1	
arm3	11,6	1	0,46	460
persoon	0	1	1	1000
arm ondersteuning	16	1	1	

Resulterende momenten			
	M door gewicht		
	x	y	resultierend
1	4150,8	-444,2	4174,5
2	1402,1	116,9	1406,9

M door wind			
	x	y	resultierend
1	0,0	524,4	524,4

	M totaal
1	4698,9
2	1406,9

Moment vergeleken met het maximaal moment in onderdelen							
Diameter	Schedule	Pijp	SR	LR	SR ring	LR ring	Swivel
3	10S	2504	469	614	938	1228	5361
	40	4146	1194	1564	2388	3128	5361
	80	5348	1983	2599	3966	5198	5361
4	10S	4235	680	891	1360	1782	8177
	40	7726	2023	2651	4046	5302	8177
	80	10266	3509	4598	7018	9196	8177
6	10S	10439	1397	1831	2794	3662	14381
	40	20420	4607	6036	9214	12072	14381
	80	29382	9141	11978	18282	23956	14381

legenda
Toepasbaar niet ideaal
Toepasbaar en ideaal

berekening BL				Zwaartepunt	ontwerp richting invoer			ontwerp richting uitvoer			Hoeken		Nodes eind			Nodes eindpunt 1 cum.			Nodes eindpunt 2 cum		
		alpha	beta		x	y	z	x	y	z	alpha	beta	x	y	z	x	y	z	x	y	z
C	246,6			123,3	0	0	1	0	0	246,6			0	0	246,6	0	0	246,6			
Dz	351			175,5	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	246,6			
Dx	351			175,5	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	246,6			
Arm 1	1200	0	0	600	0	1	0	0	1200	0	0	0	0	1200	0	0	1200	246,6			
Dz	351			175,5	0	0	1	0	0	351			0	0	351	0	1200	597,6			
Dx	351			175,5	1	0	0	351	0	0	0	0	351	0	0	351	1200	597,6			
Arm 2	1400	0	0	700	0	1	0	0	1400	0	0	0	0	1400	0	351	2600	597,6	0	1400	0
Dx	351			175,5	-1	0	0	-351	0	0			-351	0	0	0	2600	597,6	-351	1400	0
Dz	351			175,5	0	0	1	0	0	351			0	0	351	0	2600	948,6	-351	1400	351
Arm 3	460	0	0	306,6666667	0	1	0	0	460	0	0	0	0	460	0	0	3060	948,6	-351	1860	351
Totaal								0	3060	948,6			0	3060	948,6	0	3060	948,6	-351	1860	351
Extra belastingen																					
veer	1100			550		1			1100												
persoon	0			460		1			0												
arm ondersteuning	500			250		1			500												

Moment berekening door massa							nodes zwaarte punt			M eerste bocht		nodes vanaf draaipunt			M draaipunt	
	gewicht		stuk	lengte	kg	F z	x	y	z	x	y	x	y	z	x	y
Bf combi	16,2	kg	1	1	16	159	0	0	0	0	0					
arm 1	25,9	kg/m	1	1	31	305	0	600	123	183	0					
Bf combi	44,7	kg	1	1	45	439	176	1200	299	526	-77					
arm 2	25,9	kg	1	1	36	356	351	1900	299	676	-125	0	700	0	249	0
Bf combi	44,7	kg	1	1	45	439	0	2600	474	1140	0	-176	1400	0	614	77
arm3	11,6	kg	1	1	12	114	0	2907	474	331	0	-351	1400	176	159	40
Extra belastingen																
veer	64	kg	1	1	70	691	351	1750	598	1209	-242	0	550	0	380	0
persoon	0	kg	1	1	0	0	0	3060	949	0	0	0	0	0	0	0
arm ondersteuning	16	kg	1	1	16	157	0	550	247	86	0	0	0	0	0	0
Totaal																
										4150,8	-444,2					
															1402,1	116,9

Momentberekening door winddruk																
WL	qz	Kz	Kzt	V	I	Z	Exposure	Zg	alpha	G	Cf	Af	h	I	F	M
BF	1055,4	0,9	1,0	45,0	1,0	0,2	C	274,0	9,5	0,9	1,7	0,1	0,1	900,0	156,5	38,6
Binnenarm	1055,4	0,9	1,0	45,0	1,0	0,2	C	274,0	9,5	0,9	1,2	0,1	0,1	1200,0	147,3	36,3
BF combinatie	1055,4	0,9	1,0	45,0	1,0	0,6	C	274,0	9,5	0,9	1,7	0,0	0,1	200,0	34,8	20,8
Buiten arm	1055,4	0,9	1,0	45,0	1,0	0,6	C	274,0	9,5	0,9	1,2	0,2	0,1	1400,0	171,8	102,7
BF combinatie	1055,4	0,9	1,0	45,0	1,0	0,9	C	274,0	9,5	0,9	1,7	0,1	0,1	702,0	122,0	115,8
Koppel arm	1055,4	0,9	1,0	45,0	1,0	0,9	C	274,0	9,5	0,9	1,7	0,0	0,2	0,5	0,1	0,1
arm ondersteuning	1055,4	0,9	1,0	45,0	1,0	0,2	C	274,0	9,5	0,9	1,7	0,1	0,2	500,0	137,2	33,8
Veer balanssysteem	1055,4	0,9	1,0	45,0	1,0	0,6	C	274,0	9,5	0,9	1,0	0,2	0,2	1200,0	215,3	128,7
Totaal															985	477
Totaal +10%															1084	524

Bijlage O CONCEPTEN

Uit het onderzoek zijn twee punten naar voren gekomen die van groot belang zijn voor het ontwerp. De belasting op buiging zorgt voor grote spanningen in het materiaal van de bocht. Voor de armen die gebruik maken van 3 armen is een ondersteuning van het leidingwerk noodzakelijk. Naast de ondersteuning is de instelbaarheid van de veerbalans cruciaal voor de juiste balans. Betreft het comfort is het wenselijk dat de laadarm een rustpositie heeft.

Voor de verschillende punten is er onderzoek gedaan naar oplossingen. Deze oplossingen zijn gericht op de kern van het probleem. Enkele oplossingen zijn in het verslag al vernoemd. De genoemde oplossingen worden vergeleken met nieuwe oplossingen, de beste oplossing is verder uitgewerkt.

ARM ONDERSTEUNING

De armondersteuning is ter ondersteuning van de eerste arm. Hoge spanningen in het materiaal van de bochten is het gevolg van hoge momentkrachten. De bochten moeten verstevigd worden of het moment in de bocht moet verminderd worden. Voor de ondersteuning zijn er verschillende oplossingen bedacht. De oplossingen zijn te verdelen in twee groepen namelijk; verstevigen van de bochten of het wegnemen van hoge momentkrachten in de bocht.

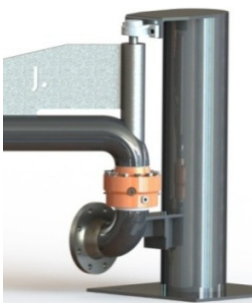
Versteviging van de bochten:

- Een ring op de bocht lassen
- Verstijvingplaat aan de binnenzijde van de bocht
- Verstijvingplaat aan de buitenzijde van de bocht.
- Bocht met een dikkere wanddikte
- Bocht met een grotere diameter

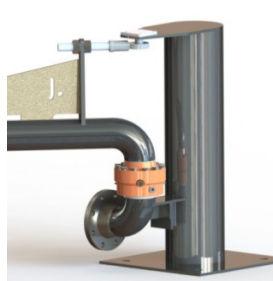
Ondersteuning van de arm:

De ondersteuning van de arm, gebeurt doormiddel van een verstijvingplaat die aan de bovenzijde van de pijp loopt. Deze plaat dient gelagerd opgehangen te worden. Voor de verschillende manieren van lagering zijn er concepten bedacht. De concepten berusten op de volgende principes:

- Bocht verlengen met een stang, deze vervolgens draaiend ophangen met een Y-lager
- Bus lager
- End Rod lagering
- Y lager lagering



Opgelaste buis



End Rod



Y-lager



Bus-lager

In de voorbeelden is de as waar de lager omheen draait te verplaatsen. Indien de uitlijning van de as goed uitgelijnd kan worden, dan is de instelbare as overbodig. De as kan verstevigd worden met een verstijvingplaat.

De keuze voor de oplossing is gezocht in het ondersteunen van de bochten. Bij deze oplossingen wordt een hogere belasting door een moment behaald. De kosten voor deze oplossingen zijn hoger, maar wel breder inzetbaar. Door het gebruik van een enkel systeem voor de ondersteuning wordt de standaardisatie verhoogd. Het bijkomend voordeel is dat het tevens een verstijving is voor de pijp. Het begin van de laadarm heeft hogere weerstand tegen doorbuigen, de laadarm zal minder ver doorbuigen. Mede door het feit van een minder grotere doorbuiging, heeft de laadarm een gevoel van een goede betrouwbaarheid en degelijkheid.

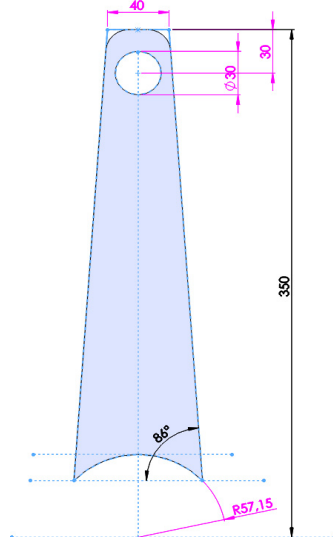
In de oplossingsrichting van de armondersteuning is de keuze gemaakt voor een verstijvingplaat met een End Rod. De standaardisatie kan voor dit concept kan beter doorgevoerd worden. De kopstukken en de verstijvingplaten zijn te standaardiseren even als de lager. De fabricage en de montage zijn goed uit te voeren, de kosten ten opzichte van andere oplossingen zijn vergelijkbaar of lager. Bij een vermeerdering van de aantallen zullen kortingen ontstaan, de kosten door standaardisatie zullen verlaagd worden.

Het concept van de End Rod bestaat uit 3 hoofdonderdelen; de verstijvingplaat, het kopstuk en de End Rod inclusief montage benodigdheden. De onderdelen zullen apart worden behandeld.

HET KOPSTUK

J. De Jonge Flowsystems heeft de beschikking over een CNC platensnijder. De kosten voor het snijden van onderdelen uit platen zijn niet hoog en simpel te bewerkstelligen. Het standaardisatieproces wordt doorgevoerd op de dimensionering van het kopstuk. De afstand vanaf de raaklijn van de pijp tot het gat waar het draadeind in bevestigd wordt, wordt standaard.

Kopstuk standaardiseren voor het endrod principe:



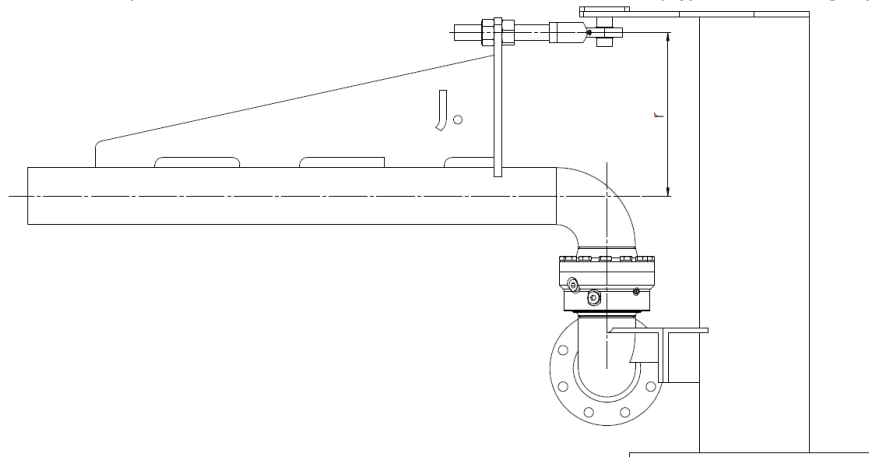
In de afbeelding zijn maten in het paars en in het zwart weergegeven. De maten in het paars zijn afhankelijk van de pijpdiameter. De in het zwart afgebeelde maten staan vast, ze zijn hetzelfde voor alle pijpdiameters. De hoek van 86° graden staat vast evenals de afstand van hart van de pijp naar het bevestigingspunt.

VERSTIJVINGPLAAT

De verstijvingsplaten zijn platen die op het leidingwerk en het kopstuk wordt gelast. De hoogte wordt vastgelegd door de hoogte van het kopstuk. Drie verschillende lengten zullen de standaard worden voor de verstijvingsplaat. De lengte wordt afhankelijk van de lengte van de eerste arm. Hoe langer de arm des te langer de verstijvingsplaat.

STERKTEBEREKENING VAN DE END ROD PRINCIEPE

In de onderstaande afbeelding staat de montage met behulp van de End Rod weergegeven. Door de standaardisatie van het kopstuk is de waarde van dimensie r is voor alle pijpdiameters gelijk.



De arondersteuning heeft als functie om een moment kracht weg te nemen. Het kruispunt van de twee middenlijnen wordt beschouwd als het draaipunt. Het moment om dit draaipunt veroorzaakt de meeste buigingspanning in de bocht. Formule voor het berekenen van het moment wordt:

$$\sum M_0 = 0$$

$$M_{EndRod} = M_{Arm} \Rightarrow F_{EndRod} \cdot r = M_{Arm}$$

Waarbij;

$$r = 350\text{ mm}$$

$M_{inboardarm} = 15\text{ kNm}$; maximaal moment voor een TLA met een pijpdiameter van 4") berekend met de sheet ten behoeve van de momentberekening.

$$F_{EndRod} = \frac{M_{Arm}}{r} = \frac{15 \cdot 10^3}{350 \cdot 10^{-3}} \approx 43\text{ kN}$$

Gegevens over de End Rod:

Endrod (SI 30 ES) max. belasting van 62 kN; maximaal moment met een r van 350mm wordt 20.3kNm

Endrod (SI 25 ES) max. belasting van 48 kN; maximaal moment met een r van 350mm wordt 15.6kNm

Endrod (SI 20 ES) max. belasting van 30 kN; maximaal moment met een r van 350mm wordt 9.81kNm

De sterkte van de End Rod van de fabrikant SKF met type nummer SI 25 ES is afdoende. De keuze voor de End Rod SI 30 ES is wenselijker, hierdoor is de End Rod ook toepasbaar voor laadarmen met een grotere diameter.

Naast de sterkte van de voor de End Rod moet ook de sterkte van het draadeind onderzocht worden. De afschuifspanning van de bout zal de sterkte van het draadeind bepalen. De Afschuifsterkte van de schroefdraad zal maatgevend zijn voor de sterkte van de montage. De sterkte van een M30 draadeind met een effectieve schroefdraadlengte van 15 mm heeft afschuifsterkte van 110 kN.

VEERSTEUN

In de paragraaf over Flow Joints is er behandeld dat er twee typen Flow Joints zijn. Zo is er een uitgevoerd met een flens, deze Flow Joint wordt toegepast voor de montage van de veersteun. Het voordeel hiervan is dat een ingewikkelde constructie voor de montage van de veersteun overbodig is geworden.

In het hoofdstuk over het ontwerp van de veerbalans is naar voren gekomen dat het instellen van de effectieve arm enige precisie vereist. Tevens is er daarom besloten om de effectieve arm variabel te maken. De hoek die de veerbalans met de as van het leidingwerk moet aanpasbaar zijn, hierbij mag de lengte van de veer niet veranderen. De baan ten behoeve van het instellen van de effectieve arm dient daarom gekromd te zijn. De straal is de lengte van de veer voor de horizontale positie. De straal is vast gesteld op 1.1m. Met een lengte van 1.1 m, is de benodigde veerkracht vrijwel lineair.

Aan beide kant van de flens van de Flow Joint worden er een plaat bevestigd. Het aangrijpingspunt van de kracht die de veer levert ligt in het midden van deze twee platen. Hierdoor de worden de platen en Flow Joint beter belast.

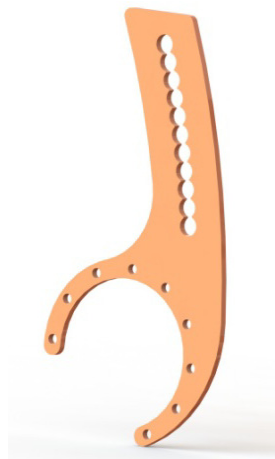
Voor de veersteun zijn verschillende concepten bedacht voor de variabele instelling. De concepten worden gekenmerkt door:

- Losse gaten
- Het waterpomptangprincipe
- Een baan

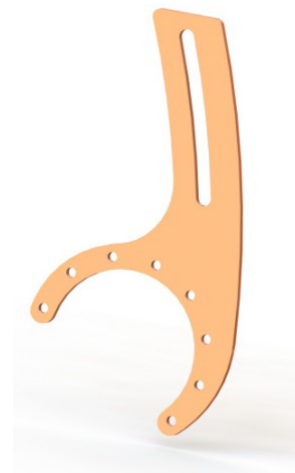
Hieronder zijn de veersteunen weergegeven.



Losse gaten



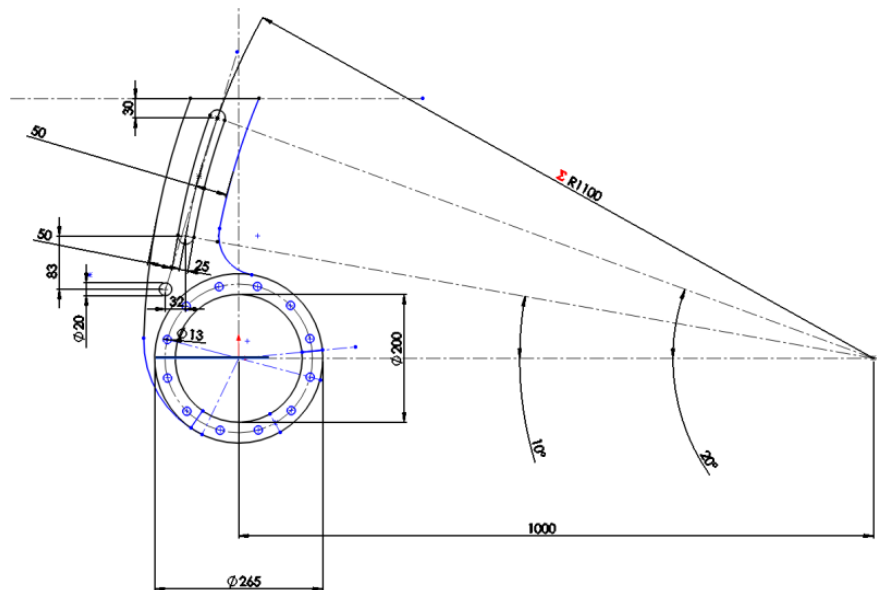
Het waterpomptangprincipe



Baan

De keuze is gevallen voor een baan. De effectieve arm kan hierdoor traploos worden ingesteld. Het geleverd moment door de veerbalans is sterk afhankelijk van de instelling van de effectieve arm. De veerbalans kan door een traploze instelling beter ingesteld worden, hierdoor zal de TLA beter in balans zijn.

Het ontwerp voor de veersteun:

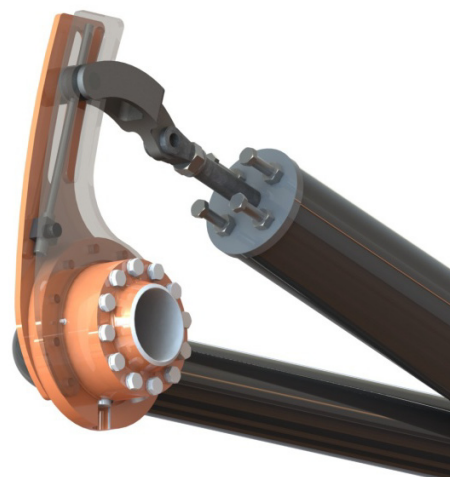


Voor de bevestiging van de veer op de veersteunen zijn twee concepten bedacht. Beide hebben voor en nadelen. De volgende concepten zijn bedacht

- Bevestiging van de veerbalans is in een bus opgehangen, de positie wordt gewaarborgd door een klemverbinding. De voorspanning is te regelen door een dubbele schroefdraadverbinding. Door de bus te roteren zal de voorspanning af of toenemen.
- De hoogte instelling is te bewerkstelligen door een draadeind te roteren. Voorspanning is instellen met de eerder besproken vier bouten.



Klemverbinding



Ophanging met behulp van een draadeind

De sterkte van een klemverbinding berust zich op de wrijving tussen de veersteunen en de klemringen. De wrijvingskracht is afhankelijk van het aanhaalmoment van de bouten. De wrijvingskracht is te berekenen met:

$$F_{wrijving} = F_{veer} = 14kN$$

$$F_{wrijving} = 2 \cdot F_{bout} \cdot \mu$$

Met;

$$\mu = 0.5 \text{ Staal op staal (tribologie.nl)}$$

$$F_{bout} = \frac{F_{wrijving}}{2 \cdot \mu} = 14kN$$

Maximale voorspankracht van een M10X8.8 bedraagt 23.98kN. Van een M8X8.8 bedraagt de maximale voorspankracht 14.98kN. Een M10 heeft levert de benodigde spankracht van om de benodigde wrijving te creëren.

Bij de instelling met behulp van het draadeind zal het draadeind belast worden op afschuiving van de draad en op knik. Een M10 met een schroefdraadlengte van 10 mm kan een kracht aan van 36kN aan.

Knik:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2}$$

Waarbij;

$K = 0.5$; correctie voor de knik lengte, de kniklengte is kleiner bij een dubbele inklemming.

Resultaat:

$$P_{cr} = 19kN$$

Kritische kracht ligt onder de maximale veerkracht. Een M10 draadeind zal de belastingen aankunnen. De keuze voor een M12 zal wenselijker zijn, met het oog op toepassing voor een TLA met een 6" diameter.

De instelmogelijkheid zal tussen de platen aan de onderkant gelokaliseerd zijn, hierdoor oogt de veersteun mooier. Tevens zal er voor de verstel mogelijkheid uniek gereedschap benodigd zijn. Het instellen van de laadarm kan alleen gebeuren door gekwalificeerd J. de Jonge personeel.

BEVESTIGING VAN DE VEER AAN HET LEIDINGWERK

Voor de ophanging van de veer aan het leidingwerk is op verschillende manieren te bewerk stellige. De ophanging bestaat uit een bevestiging aan de veer zelf en de bevestiging van de ophangpunt aan het leiding werk. De ophanging moet draaiend opgehangen worden. Er zijn twee concepten bedacht voor de ophangpunten aan de veer en 3 concepten voor de bevestiging van de ophangpunt aan het leiding werk.

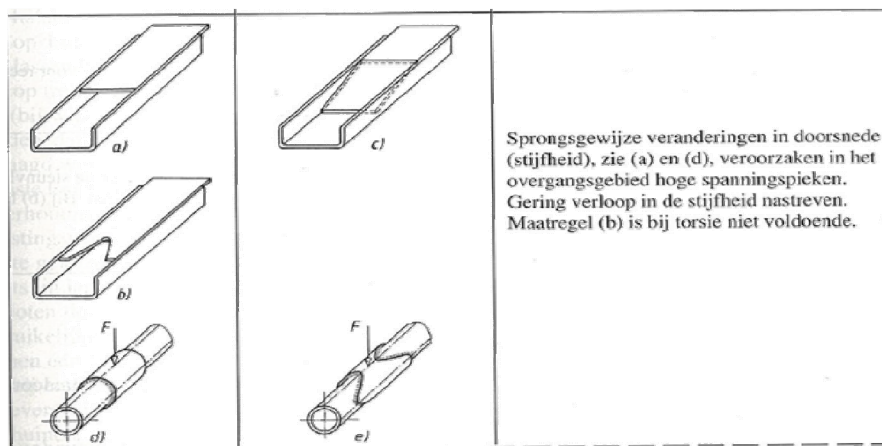
De ophangpunten die bevestigd zijn aan de veer:

- Ophanging met een schommel juk
- Ophanging op volgens de huidige manier.

De bevestiging van de ophangpunt op het leidingwerk:

- Via beugels wordt een ophangpunt gerealiseerd, doormiddel van inklemming blijven de beugels op zijn plek.
- Ophangpunt op het leidingwerk lassen.
- Eerst een plaat met de ophangpunt op het leidingwerk lassen.

De keuze is gevallen voor de ophanging op de huidige manier, de as voor de ophanging wordt middels een plaat op het leidingwerk gelast. Bij het lassen van een extra plaat op het leidingwerk moet er rekening met verschil in stijfheid worden gehouden. Bij verschillen in stijfheid kunnen hoge spanningen ontstaan.



Bijlage P OPZET VAN DE OFFERTE

Zie bijgevoegd document

Bijlage Q REFLECTIERAPPORT

ACHTERGRONDEN

BEDRIJF

J. De Jonge Flowsystems is een met ruim 55 jaar ervaring, waarvan meer dan 25 jaar ook gericht op verladingstechniek, een sterke speler in de markt van het transport van vloeibare bulkmaterialen. Naast revisie in truck-, spoorketelwagons- en marinelaadarmen en de nieuwbouw van slanghaspels, slangentorens en koppelarmen is het bedrijf de afgelopen jaren ook hard bezig in de ontwikkeling van eigen producten.

PROBLEEMSTELLING

De laadarmen, boven- en onderlaadarmen, worden specifiek voor de klant ontworpen en geproduceerd. Hiermee heeft J. de Jonge Flowsystems een specifiek voor de klant ontworpen product op de markt gezet, aan de ene kant is dit wenselijk maar de praktijk leert dat veel klanten vragen naar een bewezen goed product.

De kosten voor de engineering voor de afzonderlijke producten zijn hoog, dit zorgt voor een slechte concurrentie positie. De doorlooptijd van het ontwerpen van een TLA is lang, lange levertijden zijn hierdoor het gevolg. De standaardisatie van de TLA moet voor een verlaging van de kosten zorgen en zo voor verbetering van de concurrentie positie.

OPDRACHT OMSCHRIJVING

De opdracht is om een lijn van laadarmen op te zetten, waarbij de onderdelen gestandaardiseerd zijn, maar de mogelijkheid tot het aanpassen aan de wensen van de klant behouden blijven. Het doel is om de laadarmen met behulp van een catalogus te kunnen configureren. Bij de opdracht moet er rekening gehouden worden met verschillende aspecten:

- Een overzicht van de verschillende types laadarmen en de daarbij behorende opties.
- Het kader waarbinnen de laadarmen toepasbaar zijn.
- Deel de verschillende types laadarmen op in losse componenten. Dit met het oog op standaardisatie.
- Ontwerp en bereken deze componenten verder toe een fabricage klaar concept.
- Stel een document op waarmee eenvoudig een laadarm geconfigureerd kan worden.

Bij het ontwerp moet er gebruik gemaakt worden van zo veel mogelijk bestaande onderdelen:

- Standaard pijpen volgens ASME of DIN
- De door J. de Jonge ontwikkelde Flow Joints
- De door J. de Jonge ontwikkelde Flow Balancer
- Standaard snelkoppelingen.

Aspecten die in de opdracht aan bod komen:

- Marktanalyse en opstellen programma van eisen/wensen
- Modelleren met behulp van SolidWorks
- Sterkte berekeningen
- Opzetten van een TLA configurator
- De laadarm met behulp van een catalogus te kunnen configureren.

Kort samengevat is het de bedoeling dat er een gestandaardiseerde boven en onder laadarm komt. Bij al deze armen moet er een mogelijkheid bestaan op de ontwerpen aan te kunnen passen. Uiteindelijk moet er een catalogus komen waarbij de verschillende laadarmen gemakkelijk zijn te configureren.

BEOORDELEN VAN DE COMPETENTIES

Tijdens de afstudeerperiode is het behalen van nieuwe competenties een belangrijke prioriteit. In de afstudeerperiode sta je voor nieuwe uitdagingen. Deze uitdagingen zijn mogelijkheden om nieuwe competenties te behalen. De competenties zijn op verschillende fronten te behalen, deze opdracht bood mogelijkheden om competentie als onderzoeker & ontwerper verder te ontwikkelen. Aan het begin van de stageperiode is er een competentietabel ingevuld. Voorafgaand is bekeken wat het geschat niveau was van de verschillende competenties waarmee de afstudeerder mee geconfronteerd zou worden. Tijdens de afstudeerperiode had het behalen van de benodigde competenties een hoge prioriteit. Nu is de competentietabel opnieuw ingevuld, er is gekeken naar het gewaardeerd niveau van de opdracht.

Voor het beoordelen van de competenties kon met het tabel; hulpmiddel bij bepaling competentieniveau afstudeeropdracht, bepaald worden of de opdracht beschikt over een simpele, lastige of complexe context. Bij het invullen van het tabel werd 5 vragen beantwoord met ja, hiermee kan geconcludeerd worden dat de opdracht voldeed aan een complexe context.

COMPETENTIETABEL

Competentietabel t.b.v. Beoordeling Afstudeerwerkzaamheden			Van toepassing in de opdracht	Geschat niveau v/d opdracht	Gewaardeerd niveau v/d opdracht
Competenties Werktuigbouwkunde - als Onderzoeker & Ontwerper					
1		Projectmanagement uitvoeren	V	3	3
	1a	Zelfstandig en op tijd een geschikte afstudeeropdracht bij een in het werkveld opererende organisatie te kunnen verwerven	V	3	3
	1b	Zelfstandig en op tijd een plan van aanpak opzetten met een in een competentieprofiel geplaatste opdracht en planning	V	3	3
	1c	Een zelfevaluatie opstellen bij het startmoment aan de hand van de competentieset	V	3	3
	1d	Het uit te voeren afstudeerproject bewaken volgens de aangegeven planning en zonodig bij te sturen	V	3	3
	1e	Een reflexierapport betreffende leerervaringen, verdieping, o.i.d, opstellen aan het eind van de uitgevoerde opdracht	V	3	3
2		Een onderzoeksopdracht uitvoeren	V	4	4
	2a	Opzetten en systematisch uitvoeren van een onderzoeksopdracht	V	3	4
	2b	Inventariseren van deelonderzoeken	V	3	4
	2c	Het verzamelen en ordenen van onderzoeksgegevens	V	3	3
	2d	Het uitvoeren van het onderzoek	V	3	4
	2e	Het opstellen van een goed gedocumenteerd en (statistisch) onderbouwd onderzoeksverslag	V	3	4
3		Het kunnen opstellen van een productdefinitie, PvA en PvE voor een duurzaam product of proces	V	3	4
	3a	Een duidelijk omschreven probleemstelling kunnen definiëren in de afstudeeropdracht en plan van aanpak	V	3	4
	3b	Het scherp kunnen definiëren van de te onderzoeken onderdelen in de afstudeeropdracht	X	3	3
	3c	Het duidelijk kunnen beschrijven welke deelonderzoeken in het project aanwezig zijn	X	3	4
	3d	Het kunnen stellen van de prioriteiten in het onderzoek in de loop van het project	V	2	3
4		Het realiseren van een functioneel duurzaam product of proces	V	3	4
	4a	Het kunnen aantonen van een systematische ontwerp aanpak van een duurzaam product m.b.v. een ontwerpmodel	X	-	-
	4b	Een modelmatige aanpak van een proces inclusief ondersteunende berekeningen, simulaties	V	2	4
	4c	Het kunnen uitwerken van een conceptontwerp in technische tekeningen tot met berekeningen onderbouwde oplossingen	V	3	3
	4d	Het kunnen materialiseren van de verschillende onderdelen in relatie tot de functionaliteit	V	2	4
	4e	Het kunnen bepalen welke voorbrengingstechniek van toepassing is op onderdelen	X	-	-
	4f	Het kunnen optimaliseren van het voorgestelde ontwerp m.b.v. passende methodieken	V	3	4

Competentietabel t.b.v. Beoordeling Afstudeerwerkzaamheden			Van toepassing in de opdracht	Geschat niveau v/d opdracht	Gewaardeerd niveau v/d opdracht
Competenties Werktuigbouwkunde - als Onderzoeker & Ontwerper					
5		Het realiseren van een detailontwerp voor een duurzaam product of proces	V	3	3
	5a	Het kunnen afbakenen om welke functionaliteit het gaat in het omvangrijke product of proces	V	2	3
	5b	Het kunnen aantonen van een systematische ontwerpaanpak van een duurzaam product m.b.v. een ontwerpmodel	V	3	3
	5c	Een modelmatisch aanpak van een proces inclusief ondersteunende berekeningen, simulaties	V	3	3
	5d	Het kunnen uitwerken van een conceptontwerp in technische tekeningen tot met berekeningen onderbouwde oplossingen	V	3	3
	5e	Het kunnen materialiseren van de verschillende onderdelen in relatie tot de functionaliteit	V	2	4
	5f	Het kunnen bepalen welke voortbrengingstechniek van toepassing is op onderdelen	X	-	-
6		Het realiseren van een prototype/model van een duurzaam product of proces	V	3	3
	6a	Het ontwerptechnisch samenvoegen van onderdelen en componenten om een ontwerp als prototype/model te presenteren	V	3	3
	6b	Het onderzoeken, selecteren en opstellen van componenten en onderdelen op grond van vereiste prestaties	V	3	3
	6c	Het voorbereiden van een voortbrengingsproces voor onderdelen	V	3	3
	6d	Controle over de onderdelen en componenten op de vereiste specificaties	V	3	3
	6e	Samenbouwen van alle onderdelen en componenten in het product of proces	V	3	4
	6f	Opstellen, testen en uitvoeren van de testprocedures en vergelijken met de vooraf bepaalde waarden	X	-	-

Competentietabel t.b.v. Beoordeling Afstudeerwerkzaamheden			Van toepassing in de opdracht	Geschat niveau v/d opdracht	Gewaardeerd niveau v/d opdracht
Competenties Hbo - als Onderzoeker & Ontwerper					
10		Kritisch handelen (analytisch en probleemoplossen vermogen en het onderbouwen van keuzen)	V	3	4
	10a	Het op een gestructureerde wijze kunnen uitvoeren van een onderzoek en oplossingen met redenen aangeven	V	3	4
	10b	Het kunnen opstellen van een onderzoeksverslag met verwijzingen naar onderliggende bijlagen en literatuurvermeldingen	V	3	3
	10c	Het kunnen aantonen dat er onderlinge verbanden en gevolgen aanwezig zijn in het verrichte onderzoek	V	3	4
	10d	Het systematisch kunnen wegen van belangen en beslissingen met onderbouwing	V	3	3
11		Systematisch aanpakken van een probleem (creatieve, plan- en projectmatige werkhouding)	V	3	3
	11a	Het kunnen opzetten van een plan van aanpak voorzien van een planning voor de uitvoering van het project	V	2	3
	11b	Het toe kunnen passen van een gestructureerde methode om tot oplossingen te kunnen komen	V	3	3
	11c	Het kunnen aantonen dat creativiteitstechnieken zijn toegepast om tot het oplossend vermogen te komen	V	3	4
	11d	In staat zijn om tot een gewogen keuze te kunnen komen voor een conceptvoorstel	V	2	3
12		Samenwerken (sociale en communicatieve vaardigheden)	V	3	3
	12a	Het kunnen aantonen dat er samenwerking is op het gebied van het verwerven en beoordelen van informatieuitwisseling	V	2	3
	12b	Het goed kunnen participeren en samenwerken in een (ontwikkel-)plan	V	2	2
	12c	De voortgang van het project kunnen presenteren en verdedigen	V	3	3
	12d	Het zelfstandig kunnen opstellen van een onderzoeksverslag met bijlagen en gekoppelde verwijzingen, literatuurlijst	V	3	3
13		Persoonlijk en professionele ontwikkeling (nieuwsgierigheid, verdieping, het willen)	V	3	3
	13a	Het kunnen opstellen van een persoonlijke interpretatie van de opdracht in een competentie overzicht	V	3	3
	13b	Het kunnen opstellen van een zelfbeoordeling van kennisniveaus aan het begin en aan het eind van de uitgevoerde opdracht	V	3	3
	13c	Het zelfstandig zich eigen kunnen maken van nieuwe kennis en begrippen	V	3	4
	13d	Het kunnen toepassen van nieuwe verworven kennis in het onderzoek	V	3	3
14		Zelfverantwoordelijk te werk gaan	V	3	3
	14a	Het in hoge mate zelfstandig verwerven van een opdracht en uitvoeren en afronden van de opdracht	V	2	4
	14b	Het onderzoek van de persoonlijke situatie en vastleggen in een zelfreflectie rapport	V	2	3
	14c	Het zelfstandig zoeken naar informatie en het interpreteren van de relevantie ervan	V	3	2
	14d	Het zelfstandig verslagleggen en documenteren van het doorlopen project	V	3	3
	14e	Het verantwoorden van bronnen	V	3	

COMPETENTIETABEL NADER BEKEKEN

Bij het invullen zijn verschillen in het geschat en gewaardeerd niveau op te merken. Het gewaardeerde niveau ligt vaak hoger dan het geschatte niveau. Een oorzaak hiervoor is dat de afstudeerder dieper op de stof is ingegaan en nieuwe competenties heeft behaald. De probleemstelling en de oplossingen leken aan het begin voor de hand liggend. Achteraf is het probleem complexer en ingewikkelder dan gedacht. Naarmate dieper op de materie wordt ingegaan worden onderliggende problemen duidelijk. De hoofdcompetenties en de relevantie tijdens de afstudeerperiode wordt hieronder verder besproken.

BESPREKING VAN DE VERSCHILLENDE COMPETENTIES

De competenties zullen stapsgewijs besproken worden:

1. Projectmanagement uitvoeren.

Bij het beoordelen van de competenties zijn geen grote verschillen op te merken. Deze competenties hadden vooral betrekking op het begin van de afstuurperiode. De competenties waren niet complex en er kon zelfstandig aan gewerkt worden. Tijdens de periode was planning van belang, tijdens het uitvoeren van deelonderzoeken kon niet al teveel tijd aan besteed worden. Het was belangrijk dat het hoofdprobleem onderzocht werd, daarbij waren deelonderzoeken wel van belang.

2. Een onderzoeksopdracht uitvoeren

Aan het begin van de afstudeerperiode is er een lange periode van voorverkenning geweest. Het probleem en de componenten waarmee de afstudeerder mee geconfronteerd werd waren voorafgaand onbekend. Uit marktonderzoek kwam verschillende opties/toevoegingen aan een laadarm naar voren. Het voorgelegde probleem werd hierdoor onduidelijker. Ook kwamen verschillende werkgebieden naar voren. Er is uiteindelijk een keuze gemaakt voor veel voorkomende werkgebieden. Het opstellen van een goed gedocumenteerd onderzoeksverslag werd als complex ervaren. De opdracht omvatte vele problemen die afgebakend moesten worden. De afbakening van het probleem werd naarmate het onderzoek vorderde steeds duidelijker.

3. Het kunnen opstellen van een productdefinitie, PvA en PvE voor een duurzaam product of proces.

Het scherp kunnen definiëren van prioriteiten was complex tijdens de opdracht. Deelonderzoeken liepen gedeeltelijk door elkaar heen. Enkele deelonderzoeken sloten andere onderzoeken uit. Het was soms zoeken naar een juiste balans tussen verschillende deelonderzoeken. Het beschrijven van een exacte doelstelling was lastig door de omvangrijke opdracht. Duidelijke eisen waren van ten voren van de opdracht niet gesteld. Door standaardisatie en het gebruik van verschillende configuraties was het lastig om een duidelijk pakket van eisen op te stellen. Verschillende normen en richtlijnen hielpen met het vaststellen van duidelijke eisen.

4. Het realiseren van een functioneel duurzaam product of proces.

Voor het juist doorvoeren van standaardisatie van de laadarmen is uiteindelijk de keuze gevallen om de laadarm op te delen in verschillende modules met het oog op standaardisatie. Verschillende onderdelen zijn berekend doormiddel van een simulatie. De simulaties waren lastiger uit te voeren dan afhankelijk gedacht. Een juiste simulatie was afhankelijk van verschillende factoren; het instellen van de juiste mesh en het gebruik maken van een Shell. Gevolgen van de simulatie is het ontstaan van deelonderzoeken.

5. Het realiseren van een detailontwerp voor een duurzaam product of proces.

Tijdens het omvangrijke proces zijn concepten bedacht voor verschillende problemen die voortkwamen uit het onderzoek. De concepten moesten voldoen aan het standaardisatieproces, het toepassen van concepten werd hierdoor beperkt. Voor de functionaliteit van de verschillende concepten zijn berekeningen uitgevoerd.

6. Het realiseren van een prototype/model van een duurzaam product of proces.

Tijdens de afstudeerperiode is een voorstel gemaakt voor een zekere aanvraag. Met behulp van het programma Solidworks is er een model gemaakt. Met verschillende onderdelen is een uiteindelijke product ontworpen. Helaas is tijdens de afstudeerperiode niet mogelijk geweest om een prototype te maken. Tijdens het uitvoeren van de voorstel zijn verschillende competenties aan de orde gekomen. Er moest onder andere rekening gehouden worden met verschillende specificaties.

10. Kritisch handelen

De eerste periode tijdens het afstuderen werd de opdracht steeds omvangrijker door onderzoek. Tijdens deze onderzoeken werden verbanden ook steeds duidelijker. Structuur is aangebracht door de opdracht af te bakenen. Uiteindelijk is de keuze gevallen voor 4 verschillende configuraties. Hiermee kon de standaardisatie van de laadarmen bewerkstelligd worden. Daarmee kon er verder onderzoek gedaan worden naar de sterkte, de gevolgen van dit onderzoek was het ontstaan van concepten.

11. Systematisch aanpakken van een probleem

Oplossingen voor het probleem moesten voldoen aan het standaardisatieproces, de concepten moesten toepasbaar zijn op de configuraties van de laadarm. Voor het probleem zijn verschillende concepten bedacht. Door overleg met het bedrijf en door afwegingen te maken is er een keuze gemaakt voor een concept. De concepten moeten nog verder uitgewerkt worden voor dat het concept toegepast kan worden.

12. Samenwerken

Het samenwerkingverband met verschillende collega's is als prettig ervaren. Tussentijds werd er overlegd, de richting waar het onderzoek heen ging werd onder andere besproken. Problemen waar tijdens de afstudeerperiode tegen aangelopen werd kon besproken worden.

13. Persoonlijke en professionele ontwikkeling

Tijdens de afstudeerperiode is mijn kennis ontwikkeld. Niet alleen mijn kennis maar ook de kennis betreffende een bedrijfscultuur is ontwikkeld. Nieuwe inzichten en nieuwe competenties zijn op een hoger niveau gebracht. De opgedane kennis is toegepast op het onderzoek. Verslaglegging en het onderzoek op een juiste manier presenteren van het onderzoek was afhankelijk lastig, het conceptverslag beschikte niet over een duidelijk structuur. Naar mijn inziens is de opbouw van het eindverslag duidelijker geworden.

14. Zelfverantwoordelijk te werk gaan

Zelfstandigheid werd geëist omdat J. De Jonge Flowsystems opzoek was naar nieuwe inzichten. Een nieuwe inzicht en een nieuwe benadering van het probleem was wenselijk, daardoor is er initiatief genomen voor een eigen interpretatie van het probleem. Zelfstandig is er gezocht naar juiste informatie.

CONCLUSIE

Het opstellen van een overzichtelijk verslag is lastig gebleken. De afstudeerder bevindt zich in een milieu waar het onderzoek bekend is. Het overbrengen van het onderzoek naar mensen van buiten dit milieu was als lastig ervaren. Door te verdiepen en anders op te stellen is het eindverslag verbeterd qua opbouw. Tijdens het onderzoek werd soms te diep ingegaan op deelonderzoeken, onderzoeken die wel relevant waren voor het hoofdonderzoek. Achteraf was het mogelijk geweest om diverse deelonderzoeken sterker af te bakenen.

Tijdens het afstuderen zijn verschillende competenties ontwikkeld, het was een leerzame ervaring. Alle competenties zijn ontwikkeld tot een niveau 3 of 4. Daarmee wordt voldaan aan het geëiste niveau van een HBO-werktuigbouwkundige.