



Herontwerp stoomleiding ketel 35 & 36
volgens de Design for Six Sigma methodiek
door Jeroen Grotens

Versie 00 - december 2010



Move Forward with Confidence



Herontwerp stoomleiding ketel 35 & 36

volgens de Design for Six Sigma methodiek

Afstudeerscriptie voor de opleiding Werktuigbouwkunde

Hogeschool Utrecht
Faculteit Natuur en Techniek

december 2010

Auteur

J. Grotens

Studentnummer: 1543903

Onderwijsinstelling

Hogeschool Utrecht

Faculteit Natuur en Techniek

Begeleidend docent

Dhr. R. Kok

Bedrijf

Bureau Veritas

Afdeling Industrie

Bedrijfsbegeleider

Dhr. R. van Wijk

Manager Industrial Inspections

Opdrachtgever

Afval Energie Bedrijf Amsterdam

© Copyright 2010

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een automatisch gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Afval Energie Bedrijf Amsterdam.

Voorwoord

Deze afstudeerscriptie vormt de afsluiting van de opleiding HBO werktuigbouwkunde aan de Hogeschool Utrecht. Het onderwerp van de afstudeeropdracht is afkomstig van Afval Energie Bedrijf Amsterdam en is uitgevoerd door Bureau Veritas.

Graag wil ik een aantal personen bedanken. Allereerst wil ik mijn begeleidend docent van de Hogeschool Utrecht, dhr. Reijer Kok bedanken voor de begeleiding. Verder wil ik mijn tweede beoordelaar van de Hogeschool Utrecht, dhr. IJsbrand van der Plas bedanken voor zijn kritisch opbouwende commentaar. Tevens wil ik mijn bedrijfsbegeleider van Bureau Veritas, dhr. Ruud van Wijk bedanken voor zijn adviezen. Ook wil ik Afval Energie Bedrijf Amsterdam bedanken voor het beschikbaar stellen van alle informatie en documenten. De QA/QC engineers, Frits Zimmerman en Bernd-Jan Soecker worden vriendelijk bedankt voor hun medewerking aan de realisatie van deze afstudeerscriptie.

Veenendaal, december 2010

Jeroen Grotens

Samenvatting

Bij Afval Energie Bedrijf Amsterdam is in 2006 een nieuwe HoogRendementCentrale geplaatst, voorzien van twee afvalgestookte stoomketels 35 & 36. Bovenop de twee afvalgestookte ketels zijn stoomdrums geplaatst, waarin hogedrukstoom wordt geproduceerd. Het merendeel van de geproduceerde hogedrukstoom wordt gebruikt om de hogedrukturbine aan te drijven. Een ander deel van de geproduceerde hogedrukstoom wordt getransporteerd naar de herverhitter. De herverhitter verhit de stoom afkomstig van de uitlaatzijde van de hogedrukturbine opnieuw. Deze opnieuw verhitte stoom wordt gebruikt om de lagedrukturbine aan te drijven.

Zowel ketel 35 als 36 is voorzien van een stoomleiding die stoom transporteert van de stoomdrum naar de herverhitter. Deze stoomleidingen zijn naast elkaar in spiegelbeeld uitgevoerd en hebben dezelfde maatvoering. Het probleem bestaat uit het doorhangen van het eerste deel van deze stoomleidingen. Het doorhangende deel van de stoomleidingen bevindt zich direct boven de stoomdrum. Dit leidingdeel is afgesteund door middel van constant veerhangers/-supports, waarvan de instelwaarden worden overschreden. De keurende instantie heeft aangegeven dat dit probleem zo snel mogelijk en uiterlijk voor augustus 2010 moet zijn verholpen.

Dit verslag beschrijft de uitwerking van de oplossing van dit probleem. Om het probleem op een gestructureerde manier in kaart te brengen en op te kunnen lossen is gekozen voor de Design for Six Sigma methodiek. De Design for Six Sigma methodiek bestaat uit het toepassen van instrumenten die tot doel hebben zoveel mogelijk fouten uit te sluiten. Het verslag is opgedeeld in de vier Design for Six Sigma fasen: Identify, Design, Optimize en Verify. Iedere fase wordt afgerond met een conclusie. De uitkomst van elke fase is de input voor de daaropvolgende fase.

Het doel is om de installatie weer veilig in bedrijf te nemen.

In de Identify fase zijn een aantal analyses uitgevoerd die de oorzaak van het probleem aan het licht hebben gebracht. Vervolgens is een herontwerp gemaakt in de Design fase. Dit herontwerp is onderbouwd met een CAESAR II pipe stress berekening om aan te tonen dat de spanningen in het leidingwerk en de belastingen op de stoomdrums acceptabel zijn. Uit het herontwerp volgt dat een nieuwe extra ondersteuning met een constant veersupport moet worden ontworpen. Dit nieuwe support is voor beide stoomleidingen toepasbaar. In de Optimize fase is dit support geoptimaliseerd en in detail uitgewerkt, waarbij een constructietekening met stuklijst en een controleberekening van de staalprofielen is gemaakt. Er is ook een advies uitgebracht over de uit te voeren inspecties om te kunnen beoordelen of schade is ontstaan aan de drukhoudende delen. Na de montage van de nieuwe supports is in de Verify fase onderzocht of hetgeen ontworpen is in de praktijk ook goed functioneert.

Verklarende woordenlijst

AEB	Afval Energie Bedrijf
AKI	Aangewezen Keurings Instantie
BOM	Bill Of Material
CH	Constant Hanger
CS	Constant Support
DfSS	Design for Six Sigma
EXP	Expansion case
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis
HAZ	Heat Affected Zone
HP	High Pressure
HR	Hoog Rendement
MT	Magnetisch onderzoek
NDO	Non-Destructief Onderzoek
OPE	Operating case
PT	Penetrant onderzoek
PvA	Plan van Aanpak
PvE	Programma van Eisen
QA	Quality Assurance
QC	Quality Control
RToD	Regels voor Toestellen onder Druk
SUS	Sustained case
VH	Veer Hanger
VT	Visueel onderzoek

Inhoudsopgave

Voorwoord.....	iii
Samenvatting	iv
Verklarende woordenlijst.....	v
1 Inleiding.....	1
1.1 Opdrachtgever	1
1.2 Uitvoerend bedrijf.....	1
1.3 Probleemomschrijving	2
1.4 Projectopdracht.....	3
2 Theorie	4
2.1 Six Sigma.....	4
2.2 Design for Six Sigma	6
3 Programma van Eisen	7
4 Identify fase	9
4.1 As Built situatie	9
4.2 Mindmapping	9
4.3 Failure Mode and Effect Analysis	11
4.4 Uitkomst mindmapping en FMEA.....	14
4.5 Ontwerpgegevens.....	14
4.6 Wanddikteberekening pijp	16
4.7 Wanddikteberekening bochten	17
4.8 Pipe stress berekening As Built leidingsysteem.....	18
4.9 Resultaat CAESAR II berekening.....	26
4.10 Conclusie Identify fase	30
5 Design fase	31
5.1 Concepten	31
5.2 Kosten.....	33
5.3 Uitwerking concepten	34
5.4 Pugh conceptselectie	36
5.5 SWOT-analyse	37
5.6 Uitkomst Pugh conceptselectie en SWOT-analyse.....	37
5.7 Selectie nieuw Lisega support.....	38
5.8 Non-destructief onderzoek	40
5.9 Conclusie Design fase	41
6 Optimize fase	42
6.1 Optimalisering nozzle loads stoomdrum	42
6.2 Uitwerking nieuw support	44
6.3 Controleberekening UNP-ligger.....	45
6.4 Controleberekening verticale UNP-profielen	48
6.5 Definitieve CAESAR II herontwerpberekening	50
6.6 Conclusie Optimize fase.....	51
7 Verify fase	53
7.1 Oppervlakte scheuronderzoek lasverbindingen	53
7.2 Prefabricage van de nieuwe supports	53

7.3	Montage en inbedrijfname van de nieuwe supports.....	54
7.4	Conclusie Verify fase	55
8	Resultaten	56
9	Evaluatie.....	57
10	Conclusies en aanbevelingen.....	58
11	Literatuurlijst	59
12	Bijlagen	60
A.	Symbolenlijst.....	60
B.	Isometrie As Built leiding 36SBO10BR001/-002	60
C.	CAESAR II As Built berekening	60
D.	Isometrie herontwerp leiding 36SBO10BR001/-002	60
E.	CAESAR II herontwerp berekening.....	60
F.	Constructietekening nieuw support	60

1 Inleiding

1.1 Opdrachtgever



De opdracht is afkomstig van Afval Energie Bedrijf (AEB) Amsterdam. Er werken ongeveer 360 mensen bij AEB. Het bedrijf is onderdeel van de gemeente Amsterdam en is specialist op het gebied van het verwerken van afval, het opwekken van energie en het terugwinnen van materialen. Jaarlijks wordt er 1,4 miljoen ton afval verwerkt, waarbij bijna 99% van het afval wordt hergebruikt. Dit maakt dat AEB de grootste afvalverwerker op één locatie ter wereld is. Het afval is afkomstig van de stad Amsterdam en 19 omliggende gemeenten. De Amsterdamse trams, metro's en stadsverlichting worden gevoed met elektriciteit geproduceerd door AEB.

Met de 1 miljoen MWh elektriciteit die per jaar wordt opgewekt kunnen 320.000 huishoudens en bedrijven van stroom worden voorzien. De warmte die bij de verbranding van het afval vrijkomt wordt gebruikt om bedrijven en woningen van stadswarmte te voorzien. In de komende jaren zullen er 40.000 huishoudens door middel van stadswarmte worden verwarmd. Ook het inzamelen en verwerken van gevaarlijk afval, grof afval en huishoudelijke apparaten wordt door AEB verzorgd.

AEB bestaat uit vier verschillende onderdelen:

- AfvalEnergieCentrale (AEC) en de HoogRendementCentrale (HRC);
- Depot gevaarlijk afval;
- Regionaal Sorteer Centrum (RSC) Amsterdam;
- Afvalpunten Amsterdam.

Bij AEB wordt voortdurend gestreefd naar verbeteringen van de eigen prestaties. Het bedrijf heeft zich ten doel gesteld om een maximale bijdrage te leveren aan een duurzame maatschappij. Dit wordt in de praktijk uitgevoerd door het hoogst haalbare rendement uit afval te halen. De geleverde producten zijn: elektriciteit, warmte, waardevolle metalen en grondstoffen voor de bouw en industrie.

1.2 Uitvoerend bedrijf



Bureau Veritas is een onafhankelijk dienstverlenend bedrijf dat is opgericht in 1828. Het bedrijf is actief op het gebied van kwaliteit, gezondheid, veiligheid, milieu en maatschappelijk verantwoord ondernemen. Wereldwijd bestaat het bedrijf uit ongeveer 900 kantoren in meer dan 140 landen met een totaal aantal van 40.000 medewerkers. De klanten variëren van kleine bedrijven tot grote multinationals en zijn werkzaam in verschillende sectoren.

De diensten bestaan voornamelijk uit controles die zijn gebaseerd op normen en de geldende wet- en regelgeving. Deze diensten worden geleverd door een aantal gespecialiseerde afdelingen. Deze zijn hieronder weergegeven met een korte opsomming van hun activiteiten:

Metingen

Emissies (NO_x, CO₂), legionella, pers- en ademplucht, energiebesparing, geluid en geur.

Inspecties

Elektrotechnische-, klimaat-, brandbeveiligings- en stookinstallaties, drukapparatuur, liftinstallaties, gebouwen (Green Rating assessment).

Validaties

Stoom-, vloeistof-, hete lucht en infraroodsterilisatoren, stoom-, destructie- en desinfectieapparatuur en medische hulpmiddelen.

Certificering

ISO 9001, VeriCert (kwaliteit), milieu (ISO 14001), gezondheid en veiligheid (QHSAS 18001, VCA), voedselveiligheid (HACCP, ISO 22000, BRC, IFS).

Training

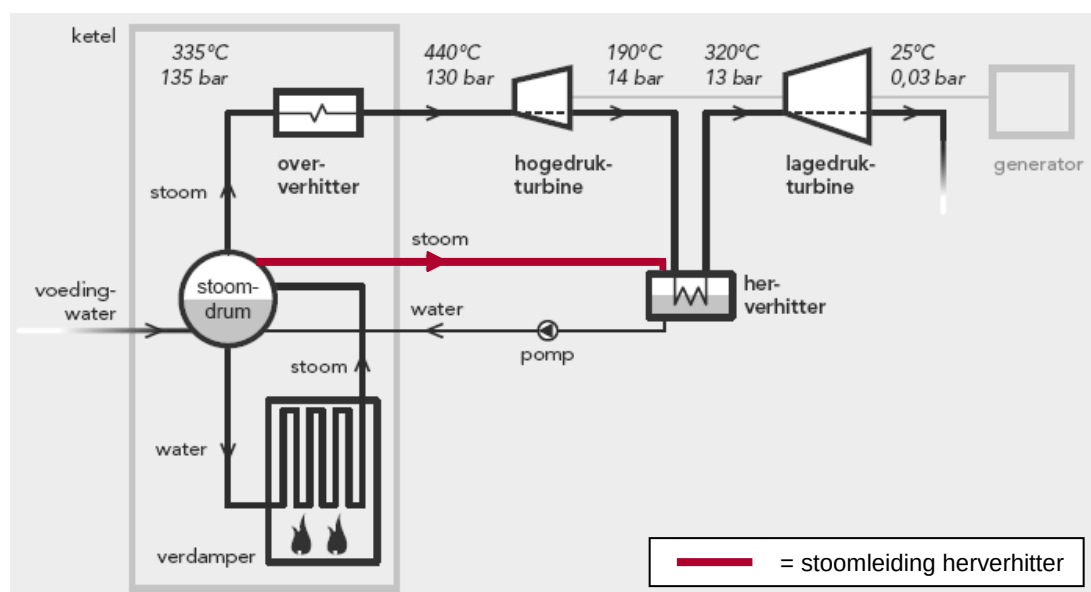
Auditvaardigheden, kwaliteit, milieu, arbeidsomstandigheden, automotive, veiligheid, voedselveiligheid, techniek en functiegerichte opleidingen.

De opdracht is uitgevoerd door de afdeling industriële inspecties. Deze afdeling heeft de beschikking over gespecialiseerde software om drukvaten en leidingwerk te kunnen berekenen. Deze programma's worden gebruikt om berekeningen, gemaakt door andere partijen, te beoordelen. In het geval van deze opdracht is Bureau Veritas opgetreden als onafhankelijke adviserende partij en zijn de berekeningen zelf gemaakt.

1.3 Probleemomschrijving

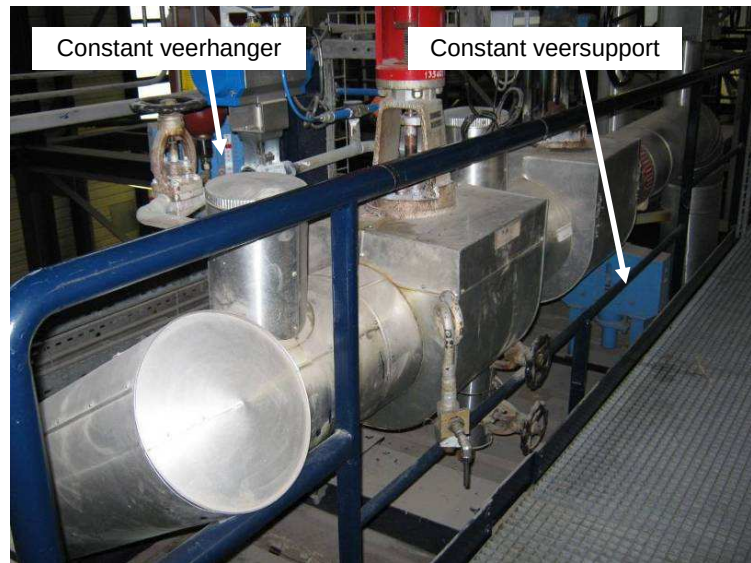
Bij Afval Energie Bedrijf Amsterdam is in 2006 een nieuwe HoogRendementCentrale geplaatst, voorzien van twee afvalgestookte stoomketels 35 & 36. Bovenop de twee afvalgestookte ketels zijn stoomdrums geplaatst, waarin hogedrukstoom wordt geproduceerd. Het merendeel van de geproduceerde hogedrukstoom wordt gebruikt om de hogedrukturbine aan te drijven. Een ander deel van de geproduceerde hogedrukstoom wordt getransporteerd naar de herverhitter. De herverhitter verhit de stoom afkomstig van de uitlaatzijde van de hogedrukturbine opnieuw. Deze opnieuw verhitte stoom wordt gebruikt om de lagedrukturbine aan te drijven.

Zowel ketel 35 als 36 is voorzien van een stoomleiding die stoom transporteert van de stoomdrum naar de herverhitter. Deze stoomleidingen zijn naast elkaar in spiegelbeeld uitgevoerd en hebben dezelfde maatvoering. Het probleem bestaat uit het doorhangen van het eerste deel van deze stoomleidingen. Het doorhangende deel van de stoomleidingen bevindt zich direct boven de stoomdrum. Dit leidingdeel is afgesteund door middel van constant veerhangers/-supports, waarvan de instelwaarden worden overschreden. De keurende instantie heeft aangegeven dat dit probleem zo snel mogelijk en uiterlijk voor augustus 2010 moet zijn verholpen. De stoomleiding waar het om gaat is in onderstaande afbeelding in rood aangegeven.



Principe van herverhitting HR-centrale.
(bron: AEB)

De functie van de herverhitterstoomleiding is om stoom van 335 °C en 135 bar(g) te transporteren van de stoomdrum naar de herverhitter. De herverhitter verhit de stoom die uit de hogedrukturbine komt. Door deze stoom opnieuw te verhitten ontstaat een hogere druk en temperatuur, waarmee de lagedrukturbine wordt aangedreven. De stoomtoevoer vanaf de stoomdrum naar de herverhitter wordt door regelafsluiters in de herverhitterstoomleiding gedoseerd. Omdat de installatie continu in bedrijf is, is niet bekend of de herverhitterstoomleidingen ook in koude toestand doorhangen.



Doorhangende stoomleidingen 35SBO10BR001/-002 en 36SBO10BR001/-002 van HP stoomdrum ketel 35 & 36 naar herverhitter.

1.4 Projectopdracht

Aan Bureau Veritas is gevraagd om advies uit te brengen over hoe het probleem verholpen kan worden. Ook moet een advies worden uitgebracht over welke onderzoeken nodig zijn om na te gaan in hoeverre schade aan de drukkoudende delen is ontstaan.

Het doel van het project is om een structurele oplossing voor het probleem te vinden. De installatie is 24 uur per dag en 7 dagen per week in bedrijf en gaat normaal gesproken alleen uit bedrijf bij onderhouds- en inspectiestops. Ongeplande stops moeten zoveel mogelijk worden vermeden.

2 Theorie

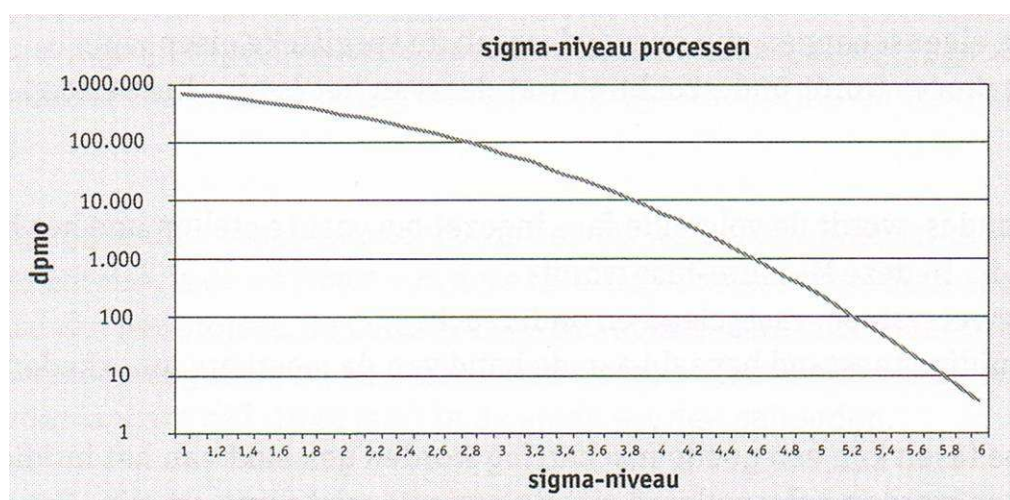
2.1 Six Sigma

Om het probleem op een gestructureerde manier aan te kunnen pakken is ervoor gekozen om de Design for Six Sigma methode toe te passen. Het project kan worden opgedeeld in een aantal fasen. Per fase kan er een conclusie worden getrokken, die als input dient voor de volgende fase.

Six Sigma is ontwikkeld door Motorola. In 1979 zat het bedrijf in grote problemen, voornamelijk omdat ongeveer 20% van de omzet verloren ging aan het herstellen van fouten. Dit bracht een kostenpost met zich mee van 850 miljoen euro per jaar. Er werd een verbeterprogramma opgesteld, dat in de jaren 80 werd ingevoerd. Het verbeterprogramma was gericht op het verbeteren van productkwaliteit en klanttevredenheid. De instrumenten die werden gebruikt voor de kwaliteits- en verbeterprogramma's bestonden al, maar de discipline bij het uitvoeren van het project, de invulling van de rollen en de nadruk op financiële resultaten onderscheiden Six Sigma van al bestaande methodes. General Electric heeft Six Sigma grootschalig ingevoerd, wat miljarden aan besparingen heeft opgeleverd. Hierdoor is Six Sigma bekend geworden, waardoor ook andere grote bedrijven het zijn gaan toepassen.

Het Griekse symbool Sigma (σ) wordt in de statistiek gebruikt als maat voor de standaarddeviatie. Bij een Sigma-niveau van 6σ is er een uitvalspercentage aanwezig van 0,00034%. Wanneer dit wordt omgerekend naar het aantal fouten per miljoen mogelijkheden (dpmo) komt dit neer op 3,4 fouten per miljoen mogelijkheden. Six Sigma komt dus het streven naar perfectie.

Aantal fouten per miljoen mogelijkheden (dpmo)	Sigma-niveau van het proces
690.000	1
308.537	2
66.807	3
6.210	4
233	5
3,4	6



Sigma niveau van processen.
(bron: 111 Instrumenten voor kwaliteitsverbetering)

De nadruk van Six Sigma ligt op de volgende punten:

- focus op klanten;
- focus op processen;
- fasering van het project.

Focus op klanten

Om te voldoen aan de wensen en eisen van de klant, moet er een goed inzicht zijn in de klantbehoeften. De wensen en eisen van de klant kunnen worden vertaald naar de eigenschappen van het product. Het niet voldoen aan de klanteisen leidt tot ontevredenheid en een product dat niet voldoet aan de behoefte. Het is dus van belang dat aan het begin van het project de eisen en wensen bekend zijn. Dit vormt de basis voor het verbeterproces. Deze eisen en wensen worden in een Programma van Eisen aangegeven.

Focus op processen

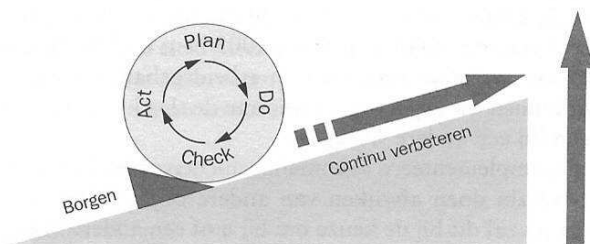
Het product wordt voortgebracht uit een proces. Om de kwaliteit van het product te verbeteren en de klanttevredenheid te waarborgen moet de kwaliteit van het proces worden verbeterd. Dit kan worden gerealiseerd door de variatie in het proces te verkleinen. Een proces met teveel variatie brengt producten voort die buiten de gestelde specificaties vallen en leidt tot defecten. Bij het beoordelen van het proces wordt naast de kwaliteit ook gekeken naar de inspanning die moet worden geleverd om het product af te leveren, de herbewerkingen en de kostprijs.

Fasering van het project

De Six Sigma aanpak wordt doorlopen in een strakke structuur. Dit bestaat uit de DMAIC-cyclus:

- Define (definiëren);
- Measure (meten);
- Analyse (analyseren);
- Improve (verbeteren);
- Control (beheersen).

Na het doorlopen van de eerste twee fasen is bekend wat het huidige prestatieniveau is en kunnen de projectdoelstellingen worden bepaald. Dit wordt vertaald naar een financieel plaatje, zodat de kosten, besparingen en huidige en verwachte omzet kunnen worden bepaald. Het hele traject is gericht op verbetering en het waarborgen hiervan.



Het continu verbeterproces (kwaliteitscirkel van Deming).

Er zijn een aantal rollen ontwikkeld die binnen een Six Sigma project moeten worden vervuld. Dit zijn:

- Black Belt (projectleiders van grotere projecten);
- Green Belt (uitvoerders van kleinere projecten);
- Master Black Belt (begeleiden van projectleiders en het opleiden van mensen);
- Champion (selecteren van projecten, maken van uiteindelijke keuze en het zorgen voor omstandigheden zodat het project voortgang kan maken);
- Yellow Belts (medewerkers die bekend zijn met de filosofie en basismethodieken van Six Sigma);
- White Belts (medewerkers met een 'awareness' training).

Er worden allerlei trainingen aangeboden om deze rollen te kunnen vervullen.

Om goede beslissingen te kunnen nemen wordt veelvuldig gebruik gemaakt van statistische rekenmodellen. Het verkleinen van de variatie is de methode om te kunnen verbeteren.

2.2 Design for Six Sigma

Bij Six Sigma projecten wordt meestal een verbetering gezocht in het operationele gedeelte van een organisatie. Dit resulteert vaak in een aanpassing aan de standaardwijze van werken. Een groot deel van de problemen ontstaat al in de product- en procesontwikkeling. Er kan dan al rekening worden gehouden met mogelijke problemen in de fabricage en uitvoering. De methode die gericht is op de product- en procesontwikkeling heet Design for Six Sigma (DfSS).

Bij de Design for Six Sigma methode wordt de statistiek geheel buiten beschouwing gelaten. Omdat de nadruk ligt op de ontwikkelingsfase, is meestal nauwelijks of geen data beschikbaar om in statistische modellen te kunnen verwerken. De DfSS methode bestaat uit het toepassen van een aantal instrumenten die tot doel hebben om zoveel mogelijk fouten uit te sluiten. Het project kan worden onderverdeeld in de volgende fasen:

Identify fase

In deze fase wordt, door gebruik te maken van instrumenten, de oorzaak van het probleem aan het licht gebracht. Het doel is om het probleem te doorgronden.

Design fase

De oorzaak van het probleem is nu bekend en er wordt naar een oplossing in deelproblemen gezocht om het probleem structureel op te lossen. Er worden conceptontwerpen ontwikkeld, waaruit de beste optie wordt geselecteerd.

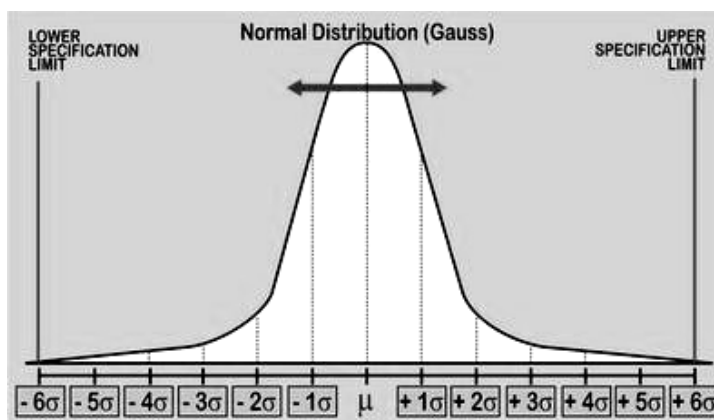
Optimize fase

Een optimaliseeractie wordt uitgevoerd op de gekozen oplossing of het herontwerp.

Verify fase

Deze fase bestaat uit het verifiëren van de oplossing en de kwaliteit hiervan te waarborgen.

De nadruk van de DfSS methode ligt op het robuust ontwerpen, vereenvoudigen van producten/processen en het nemen van preventieve maatregelen tijdens de ontwerpfase om problemen tijdens fabricage en gebruik te voorkomen. Er wordt gewerkt vanuit de gestelde eisen, die worden vertaald naar productspecificaties en procesvoering. Ook wordt er met de DfSS methodiek een efficiënter ontwerpproces gerealiseerd.



Six Sigma weergegeven in de Gauss kromme.

3 Programma van Eisen

Om te kunnen bepalen of de doelstellingen aan het eind van het project zijn gehaald, zal er vooraf moeten worden aangegeven wat de eisen zijn waaraan moet worden voldaan. De eisen kunnen tijdens het project worden bijgesteld of aangevuld, doordat bijvoorbeeld nieuwe informatie naar voren is gekomen. Hieronder zijn de eisen genoemd, waarmee rekening moet worden gehouden tijdens het herontwerp van de stoomleidingen.

Functie Primaire functieervulling: ▪ transport van HP stoom; ▪ meten en regelen van het stoomtransport; ▪ veiligheid. Belastingen: ▪ eigen gewicht stoomleiding en gewichten van: medium, isolatiemateriaal, instrumentatie en appendages; ▪ hydrotest; ▪ inwendige overdruk; ▪ thermische expansie; ▪ verplaatsingen stoomdrum a.g.v. thermische expansie. Gebruik: ▪ corrosiebestendigheid; ▪ afleesbaarheid instrumenten; ▪ toegankelijkheid handbediende afsluiters; ▪ ongevaarlijk voor mensen (aanraking); ▪ bereikbaarheid t.b.v. inspecties. Onderhoud: ▪ toegankelijkheid; ▪ demontabele delen.	Kosten Lage kapitaalkosten (aanschaf): ▪ minimale aanpassingen; ▪ toegepaste materialen; ▪ levensduur; ▪ ontwerp. Lage gebruikskosten (onderhoud): ▪ onderhoud; ▪ reparaties; ▪ energieverlies; ▪ bedieningskosten.
Technologie Vanuit ontwerp aan fabricage: ▪ sterkte; ▪ elasticiteit; ▪ functionaliteit. Specifieke (bedrijfs-)kennis m.b.t. fabricage: ▪ lasprocedures; ▪ pijp specificatie; ▪ pijp supporting. Specifieke (bedrijfs-)kennis m.b.t. kwaliteit: ▪ speciale materialen; ▪ documentatie. Diversen: ▪ van toepassing zijnde normen; ▪ wetgeving.	Faciliteiten Capaciteit: ▪ aanwezigheid van materialen en onderdelen; ▪ mankracht; ▪ levertijden. Uitrusting: ▪ machines; ▪ gereedschappen; ▪ meetapparatuur. Diversen: ▪ werkomstandigheden; ▪ budget.

Programma van Eisen.

Uit dit overzicht kunnen een aantal punten worden gefilterd die van toepassing zijn om te kunnen beoordelen of het herontwerp van de stoomleiding acceptabel is. Deze punten kunnen worden onderverdeeld in vaste eisen, variabele eisen en wensen.

- Vaste eisen : voorwaarden waaraan altijd moet worden voldaan.
- Variabele eisen : voorwaarden waaraan in meer of mindere mate kan worden voldaan.
- Wensen : niet beslist noodzakelijk.

Vaste eis	Variabele eis	Wens	
X			veilig
X			voldoende sterkte leidingmateriaal
X			voldoende elasticiteit leidingsysteem
	X		lage belasting van stoomdrumnozzle
		X	lage en gelijkmatige belasting van pijp supporting
X			corrosiebestendig
	X		duurzaam
		X	gebruiksvriendelijk
	X		onderhoudsarm
	X		lage kosten
		X	minimale aanpassingen aan bestaande installatie
X			voldoen aan normen en specificaties
X			voldoen aan geldende wet- en regelgeving

Ordering van gestelde eisen.

Alle mogelijke oplossingen zullen moeten voldoen aan de vaste eisen. Wanneer niet aan één van de vaste eisen is voldaan, zal de oplossing afvallen. De eisen zijn vooral bedoeld voor het ontwerpproces. Tijdens het project kunnen nieuwe eisen worden toegevoegd.

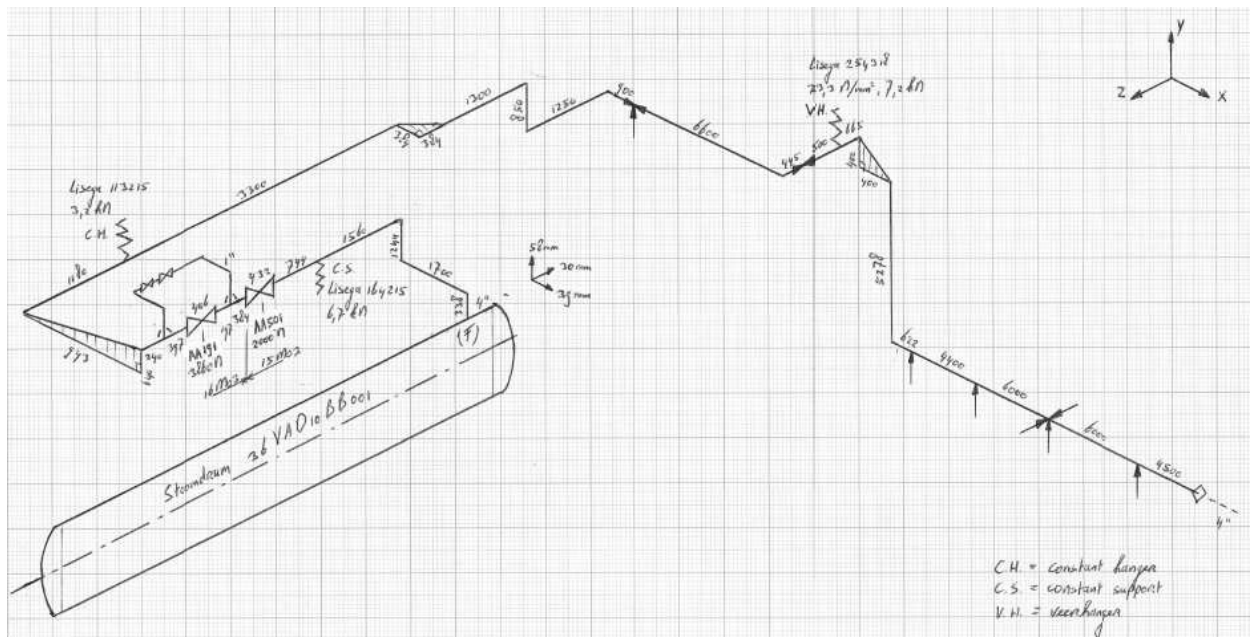
4 Identify fase

4.1 As Built situatie

Om de oorzaak van het probleem te kunnen achterhalen is in eerste instantie een bezoek gebracht aan AEB om de situatie ter plaatse te inventariseren. Relevante documenten van de nieuwbouwfase zijn opgevraagd en er is onderzocht of wat ontworpen is ook overeenkomt met de werkelijke situatie.

Uit de ontwerpdocumenten is gebleken dat de leiding vanaf nozzle F van de stoomdrum tot en met de eerste afsluiter is ontworpen en gefabriceerd door de ketelfabrikant. Het vervolg van de leiding is door een contractor ontworpen en geïnstalleerd. Dit is mede de reden geweest waarom Bureau Veritas is gevraagd om als onafhankelijke partij de stoomleidingen te analyseren. De bedrijven die het ontwerp hebben uitgevoerd, hebben er allebei belang bij om een eventueel probleem toe te wijzen aan het deel dat niet in hun oorspronkelijke scope zat.

De isometrische As Built leidingtekeningen zijn niet volledig, tegenstrijdig en komen niet geheel overeen met de werkelijke situatie. De leidingssystemen zijn tijdens het bezoek aan AEB nagelopen en gedocumenteerd. Zie onderstaande isometrische As Built schets.



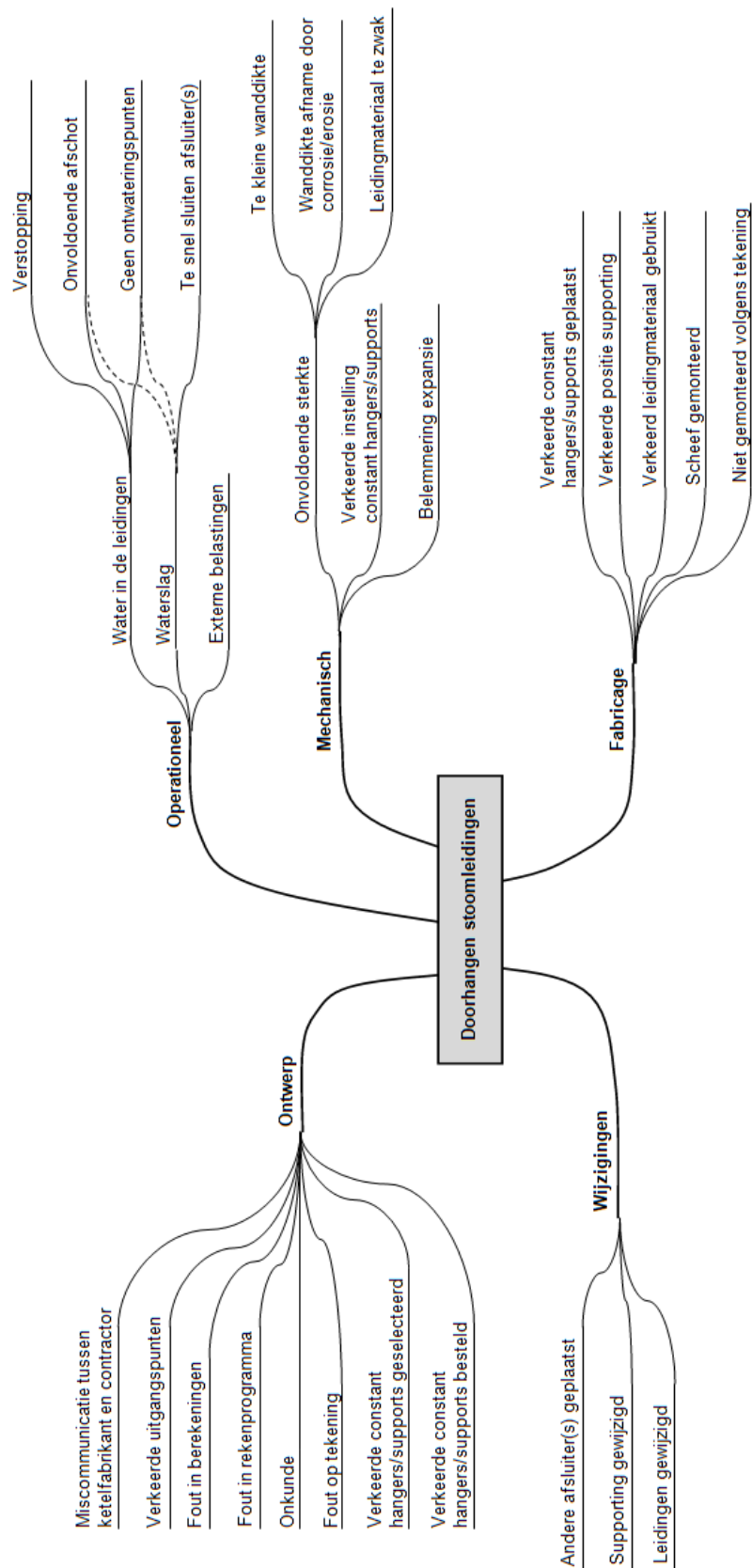
As Built situatie stoomleiding 36SBO10BR001/-002.

4.2 Mindmapping

Tijdens de beoordeling van de situatie ter plaatse zijn diverse ideeën ontstaan over de mogelijke oorzaak van het probleem. Een goede manier om al deze ideeën op een overzichtelijke wijze weer te geven is het toepassen van mindmapping.

Mindmapping heeft tot doel om een compleet beeld te geven van alle gedachten die aanwezig zijn met betrekking tot de oorzaak van het probleem. De mindmap krijgt zijn vorm door een centraal sleutelwoord te nemen en deze in het midden van alle ideeën te plaatsen. De ideeën worden rondom genoteerd door middel van sleutelwoorden die vervolgens verder kunnen worden uitgediept door het stellen van de vragen: wie, wat, waarom, wanneer en hoe. De uitwerking van de mindmap staat op de volgende pagina.

Mindmap.



4.3 Failure Mode and Effect Analysis

Uit de mindmap komen een groot aantal mogelijke oorzaken van het probleem naar voren. Deze mogelijkheden kunnen worden gerangschikt door middel van het toepassen van een Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Een FMEA is bedoeld om potentiële risico's in een proces op te sporen en de gevolgen daarvan te analyseren. Door mogelijke foutkansen en hun effecten te analyseren kunnen de risico's in kaart worden gebracht, zodat gerichte maatregelen genomen kunnen worden om deze uit te sluiten.

De FMEA heeft de uitkomst van de mindmap als input. De mogelijke oorzaken worden opgesomd met daarbij de mogelijke gevolgen. Aan deze gevolgen wordt een gevolgscore G toegekend. Vervolgens worden mogelijke oorzaken benoemd. Aan de mogelijke oorzaken wordt een score R met de kans van optreden van de fout toegekend. Als laatste worden de controlemaatregelen genoemd met daarachter de score D voor non-detectie. Deze drie scores worden per mogelijke oorzaak vermenigvuldigd en vormen samen het Risico Prioriteits Getal (RPG).

Om de scores te kwantificeren is een schaalverdeling van 1 tot 10 gebruikt, met de volgende kenmerken:

G = Gevolg schaalverdeling	
1	Onwaarschijnlijk dat de fout waarneembare schade veroorzaakt.
2 - 3	De fout is onbeduidend.
4 - 6	Fout en gevolgen wekken enige hinder.
7 - 8	Gevolgen leiden tot schade.
9 - 10	De veiligheid of wettelijke eisen komen in het gedrang.

R = Kans van optreden van de fout	
1	Zeer gering; het is onwaarschijnlijk dat de fout optreedt.
2 - 3	Gering; mogelijk een gering aantal fouten.
4 - 6	Matig; af en toe zijn fouten te verwachten.
7 - 8	Hoog; regelmatige fouten zijn te verwachten.
9 - 10	Zeer hoog; het is bijna zeker dat de fout in grotere aantallen zal optreden.

D = Score voor non-detectie	
1	Zeer hoog; visueel direct waarneembaar.
2 - 3	Hoog; fout wordt waarschijnlijk ontdekt.
4 - 6	Matig; fout wordt alleen bij gerichte controle ontdekt.
7 - 8	Gering; fout wordt waarschijnlijk over het hoofd gezien.
9 - 10	Zeer gering; fout alleen aantoonbaar door grondige analyse.

Schaalverdeling FMEA.

Een aantal controlemaatregelen zijn gecheckt en sluiten mogelijke oorzaken uit. Dit is in de laatste kolom van de FMEA aangegeven door deze oorzaken af te vinken. Deze controlemaatregelen zijn uitgevoerd op de aanwezige As Built documenten, door navraag te doen over de historie van de installatie en door de As Built situatie ter plaatse te bekijken. De mogelijke oorzaken die voorzien zijn van een kruis zullen verder moeten worden uitgezocht. Te beginnen met de oorzaken die een hoog risicoprioriteitsgetal hebben. Op de volgende pagina is de FMEA weergegeven.

Procesfunctie	Mogelijke fout	Mogelijk gevolg	G	Mogelijke oorzaak	R	Controlemaatregel	D	RPG	Check
Ontwerp	Miscommunicatie tussen ketelfabrikant en contrador	Fout/onvolledig ontwerp	7	- te weinig overleg - geen duidelijke afspraken - onvoldoende toezicht	2	Controle documenten	4	56	X
	Verkeerde uitgangspunten	Ontwerp niet geschikt voor functie	8	- onvolledige specificaties - fout op leidinglijst	2	Controle specificaties en leidinglijst	3	48	✓
	Fout in berekeningen	Fout ontwerp	8	Menselijke fout	6	Controle berekeningen	6	288	X
	Fout in rekenprogramma	Fout ontwerp	8	Software fout	1	Software validatie	7	56	X
	Onkonde	Onveilige situatie	9	Niet competent personeel	2	Checken van het werk	4	72	X
	Fout op tekening	Verkeerde constructie	7	Menselijke fout	6	Controle van tekening	3	126	✓
	Verkeerde CH/CS's geselecteerd	Fout ontwerp	7	- verkeerd aflezen - verkeerde informatie	6	Check ontwerp berekeningen	4	168	X
	Verkeerde CH/CS's besteld	Verkeerde constructie	7	- onvoldoende communicatie - verkeerde informatie	6	Check bestellingen	3	126	✓
	Te kleine wanddikte	Te elastisch leidingwerk	8	- fout in ontwerp - verkeerde componenten toegepast	3	Check wanddikte berekeningen	4	96	X
				- corrosief medium - te hoge stroomsnelheid medium	2	Check inspectierapporten	4	48	X
Mechanisch	Wanddikte afname door corrosie/erosie	Kleiner weerstandsmoment tegen buiging	6	Fout in ontwerp	2	Check berekeningen	4	64	X
	Leidingmateriaal te zwak	Doorbuiging leidingwerk	8	- fout besteld - fout afgeleverd	5	Check documenten met As Built situatie	3	105	✓
	Verkeerde instellingen CH/CS's	Andere evenwichtstoestand	7	Obstructies	5	Visuele controle	1	40	✓
	Belemmering expansie	Vervormingen	8	Fout gemonteerd	4	Check As Built situatie	3	84	✓
	Verkeerde CH/CS's geplaatst	Andere evenwichtstoestand	7	- fout op tekening - fout gemonteerd	4	Check documenten met As Built situatie	2	56	✓
	Verkeerde positie support	Andere evenwichtstoestand	7	- fout besteld - verkeerd materiaal gebruikt	5	Check B.O.M.	4	160	✓
	Verkeerd leidingmateriaal gebruikt	Andere materiaaleigenschappen	8	Onkonde monteurs	1	Check As Built situatie in koude toestand	1	7	X
	Scheef gemonteerd	Andere belasting support	7	Verkeerde interpretatie tekening	2	Check As Built situatie	2	28	✓
	Niet gemonteerd volgens tekening	Afwijkende constructie	7	Vuil in leidingwerk	1	Check inspectierapporten	2	10	✓
	Verstopping	Water ophoping	5	- niet goed gemonteerd - niet aangegeven op tekening	3	- check As Built situatie - check documenten	2	30	X
Operationeel	Onvoldoende afschat	Water ophoping	5	Slecht ontwerp	3	Check As Built situatie	1	18	✓
	Geen ontwateringspunten	Water ophoping	6	Sluitingsdijd afsluiter te kort	2	Check historie	2	28	X
Wijzigingen	Te snel sluiten afsluiter(s)	Waterslag	7	Externe factoren	2	Check As Built situatie	1	14	✓
	Externe belastingen	Vervormingen leidingwerk	7	- falen afsluiter(s) - onderhoud	4	Check historie	2	48	✓
	Andere afsluiter(s) geplaatst	Andere belastingen support	6	Aanpassingen aan installatie	4	Check historie	1	24	✓
	Supporting gewijzigd	Andere evenwichtstoestand	6	Aanpassingen aan installatie	4	Check historie	1	24	✓
	Leidingen gewijzigd	Andere evenwichtstoestand	6	Aanpassingen aan installatie	4	Check historie	1	24	✓

FMEA van de doorhangende stoomleiding.

Er blijven een aantal mogelijke oorzaken over waar verder onderzoek voor nodig is om te kunnen bepalen of zij relevant zijn. Na het uitvoeren van de FMEA, met de input afkomstig van de mindmap, blijven de volgende mogelijke oorzaken op volgorde van risicoprioriteitsgetal over:

- fout in berekeningen;
- verkeerde selectie constant veerhangers/-supports;
- te kleine wanddikte;
- onkunde;
- te zwak leidingmateriaal;
- fout in rekenprogramma;
- miscommunicatie tussen ketelfabrikant en contractor;
- wanddikteafname door corrosie/erosie;
- onvoldoende afschot;
- te snel sluiten afsluiter(s);
- scheef gemonteerd.

Fout in berekeningen

In de ontwerpfase zijn twee soorten berekeningen gemaakt die betrekking hebben op de stoomleidingen. Allereerst is er de ontwerpberekening van de gebruikte pijpspecificatie, die echter niet beschikbaar is. Daarnaast is er een pipe stress berekening van het stoomsysteem gemaakt door de contractor. Deze berekening komt niet overeen met de As Built situatie en kan daardoor niet worden gebruikt om eventuele oorzaken uit te sluiten. Om te verifiëren of de uitkomsten van deze berekeningen acceptabel zijn voor de As Built situatie zullen deze berekeningen opnieuw moeten worden uitgevoerd met de beschikbare gegevens.

Verkeerde selectie van constant veerhangers/-supports

De selectie van de hangers en supports is voortgekomen uit de oorspronkelijke pipe stress berekening. Om te kunnen beoordelen of de geselecteerde supports geschikt zijn, zal dit in de pipe stress berekening moeten worden meegenomen.

Te kleine wanddikte

Door een te kleine wanddikte in combinatie met het pijpmateriaal en de diameter is het mogelijk dat de leiding doorhangt als gevolg van een te grote overspanning. Het leidingmateriaal en de toegepaste wanddikte van de pijp en bochten zijn vermeld op de isometrische As Built tekeningen en komen overeen met de gebruikte pijp specificatie. Ontwerpberekeningen van de pijp specificatie zijn niet beschikbaar, zodat er een controleberekening moet worden gemaakt. Door middel van deze wanddikteberekeningen kan aantoonbaar worden gemaakt dat het gekozen leidingmateriaal en de wanddikte acceptabel zijn om te worden toegepast bij de opgegeven ontwerpdruk en -temperatuur. Het doorhangen door een te grote overspanning wordt meegenomen in de pipe stress berekening.

Onkunde

Het ontwerp en de fabricage zijn uitgevoerd door goed bekend staande bedrijven met ruime ervaring in de nieuwbouw van stoomketelinstallaties. Het is niet erg waarschijnlijk dat onkundig personeel zich met het project heeft bezighouden zonder toezicht van begeleidend personeel. Het ontwerp is beoordeeld door een keurende instantie en ook op de montage en ingebruikname van de installatie is toezicht geweest van een keurende instantie.

Te zwak leidingmateriaal

Een wanddikteberekening zal aan moeten tonen of het gekozen leidingmateriaal in combinatie met de wanddikte geschikt is voor de geldende condities. De pipe stress berekening zal aantonen of de overspanningen acceptabel zijn.

Fout in rekenprogramma

Het is niet bekend welke programmatuur is gebruikt om de pijpspecificatie door te rekenen. De oorspronkelijke pipe stress berekening is uitgevoerd in CAESAR II. Dit programma is gevalideerd, waardoor fouten onwaarschijnlijk zijn.

Miscommunicatie tussen ketelfabrikant en contractor

Na het doornemen van de As Built documenten is naar voren gekomen dat de stoomleiding door twee verschillende partijen is ontworpen en geïnstalleerd. Het is moeilijk te zeggen of dit een oorzaak van het probleem kan zijn. Wel zal het uitvoeren van de genoemde pipe stress berekening aantonen of het samengebouwde systeem als geheel voldoet.

Wanddikteafname door corrosie/erosie

Door een verminderde wanddikte wordt het weerstandsmoment tegen buiging kleiner en zal de leiding eerder doorbuigen. Het is niet erg waarschijnlijk dat er wanddikteafname heeft plaatsgevonden als gevolg van corrosie of erosie. Iedere twee jaar wordt de installatie geïnspecteerd en worden er wanddiktemetingen verricht. Er is niet bekend of de betreffende stoomleidingen in het verleden noemenswaardige wanddikteafname hebben gehad.

Onvoldoende afschot

Het idee achter het niet aanwezig zijn van voldoende afschot is dat er water in de leidingen blijft staan, wat mogelijk waterslag tot gevolg kan hebben. Door de reactiekrachten die hierbij vrij komen is het mogelijk dat de leidingen lokaal ongecontroleerd verplaatsen. Op de isometrische leidingtekeningen is overal aangegeven dat de leidingen onder afschot moeten worden gemonteerd.

Te snel sluiten afsluiter(s)

Ook bij het te snel sluiten van een afsluiter is het mogelijk dat er een reactiekracht op het leidingwerk wordt uitgeoefend, doordat het medium als het ware tegen de dichte afsluiter aanbotst.

Scheef gemonteerd

De mogelijkheid dat de leidingen scheef zijn gemonteerd is niet erg waarschijnlijk. De isolatie is op een aantal plaatsen duidelijk ingedeukt doordat de leiding zich heeft verplaatst tegen omliggend staal en tegen het leuningwerk van het naastgelegen bordes.

4.4 Uitkomst mindmapping en FMEA

Door het uitvoeren van de mindmap zijn zoveel mogelijk oorzaken op een overzichtelijke wijze gepresenteerd. Deze mogelijke oorzaken zijn vervolgens verwerkt in een FMEA. Na de oorspronkelijke ontwerpdocumenten en de As Built situatie te hebben beoordeeld zijn een aantal mogelijke oorzaken uitgesloten. De mogelijke oorzaken die over zijn gebleven, zijn geordend op een risicoprioriteitsgetal. Het blijkt dat de oorzaken die het hoogst scoren dienen te worden geanalyseerd door middel van berekeningen om te kunnen bepalen of zij relevant zijn of niet.

Door het uitvoeren van de genoemde wanddikte- en pipe stress berekeningen kan mogelijk worden aangetoond of de oorzaak van het probleem in de ontwerpfase is ontstaan. Als basis voor deze berekeningen worden de originele ontwerpgegevens gebruikt en wordt de geometrie gebaseerd op het As Built leidingsysteem. Dit is immers de situatie zoals die is wanneer het systeem daadwerkelijk in bedrijf is. Wanneer uit de berekeningen blijkt dat alles voldoet, zullen de andere mogelijke oorzaken met een lager risicoprioriteitsgetal nader moeten worden onderzocht.

De wanddikteberekeningen voor de pijpen en bochten zullen worden uitgevoerd volgens de RToD blad D0201 en D0210. Dit zal gebeuren voor het 15Mo3 alsook het 16Mo3 leidingdeel. De pipe stress berekening zal worden uitgevoerd met behulp van het programma CAESAR II versie 5.10.

4.5 Ontwerpgegevens

Als basis voor de berekeningen worden de gegevens genomen die gebruikt zijn in de oorspronkelijke ontwerpfase. Deze gegevens zijn nog steeds van toepassing. De leidingdelen van de ketelfabrikant en de contractor hebben afwijkende ontwerpgegevens. Een overzicht is op de volgende pagina weergegeven.

	Leidingdeel van stoomdrum tot afsluiter AA501	Leidingdeel van afsluiter AA501 tot leidingbrug
Leidingnummer	35SBO10BR001 36SBO10BR001	35SBO10BR002 36SBO10BR002
Ontwerpcode	RToD 2003-07	RToD
Ontwerpdruk	162 bar(g)	168 bar(g)
Ontwerptemperatuur	349 °C	355 °C
Medium	Stoom	Stoom
Leidingmateriaal - norm - R_m (treksterkte bij 20°C) - R_e (rekgrens bij 20°C) - R_e (θ_m) (rekgrens bij θ_m) - R_{mg} (100 000 h; θ_m) - R_{m min} (100 000 h; θ_m) - R_{rg} (1%; 100 000 h; θ_m) - A₅ (min. rek na breuk)	Naadloze pijp 15Mo3 DIN 17175 450 N/mm ² 285 N/mm ² 185 N/mm ² - - - 22%	Naadloze pijp 16Mo3 EN 10216-2: 2002 450 N/mm ² 280 N/mm ² 159 N/mm ² - - - 22%
Pijpafmetingen	Ø114,3 mm x 10 mm	Ø114,3 mm x 12,5 mm
Bochtafmetingen	r = 300 mm wanddikte= 10mm min. dikte na buigen= 8 mm	r= 152 mm wanddikte= 16 mm
Corrosietoetslag	0 mm	1 mm
Tolerantietoetslag	±12,5%	±12,5%
Isolatiemateriaal dikte	120 mm	120 mm
Isolatiemateriaal dichtheid	120 kg/m ³	120 kg/m ³

Ontwerpgegevens leiding 35SBO10BR001/-002 & 36SBO10BR001/-002.

HP stoomdrum 35VAD10BB001 & 36VAD10BB001		
Ontwerpcode	RToD 2003-07	
Ontwerpdruk	162 bar(g)	
Ontwerptemperatuur	349 °C	
Medium	Water/stoom	
Materiaal - romp - nozzles	15NiCuMoNb5 (VdTUV-377/1) 15Mo3 (DIN 17175)	
Afmetingen	Ø 2010 mm x 80 mm; lengte = 16300 mm	
Corrosietoetslag	0 mm	
Verplaatsingen nozzle F - transverse - verticaal - longitudinaal	Stoomdrum 35VAD10BB001 D _x = +39 mm D _y = +58 mm D _z = +30 mm	Stoomdrum 36VAD10BB001 D _x = +39 mm D _y = +58 mm D _z = -30 mm
Max. toelaatbare nozzle loads nozzle F - krachten - momenten	F _x = 1000 N F _y = 3000 N F _z = 2000 N M _x = 3000 Nm M _y = 2000 Nm M _z = 3000 Nm	

Ontwerpgegevens HP stoomdrum 35VAD10BB001 & 36VAD10BB001.

4.6 Wanddikteberekening pijp

Het berekenen van de minimale wanddikte volgens de Regels voor Toestellen onder Druk (RToD) staat beschreven in blad D0201. De minimale wanddikte moet ten minste gelijk zijn aan de grootste waarde van:

- de minimum wanddikte volgens blad D0101;
- de minimale wanddikte voor cilinders $d = (p_d \cdot D_e) / (2 \cdot z \cdot f + p_d)$, vermeerderd met de toeslagen vermeld in blad D0101.

Bovenstaande is alleen van toepassing als $d \leq 0,3 \cdot D_i$, waaraan wordt voldaan. De minimaal vereiste wanddikte volgens blad D0101 voor corrosievast gelegeerd staal is 3mm. Ook aan deze eis wordt voldaan.

De verzwakkingsfactor (z) is 1. De gespecificeerde minimale rek na breuk (A_5) is bij beide materialen groter dan 10%. De ontwerpspanning f is de kleinste waarde van f_1 , f_2 , f_3 en f_4 .

$$\begin{aligned}f_1 &= 0,67 \cdot R_e(\vartheta_m) \\ &= 0,44 \cdot R_m^* \\ f_2^{**} &= R_e(\vartheta_m + 15^\circ\text{C}) && \text{(n.v.t.)} \\ f_3 &= R_{rg}(1\%; 100\,000\text{ h}; \vartheta_m) && \text{(n.v.t.)} \\ &= 0,67 \cdot R_{mg}(100\,000\text{ h}; \vartheta_m) && \text{(n.v.t.)} \\ &= 0,83 \cdot R_{m\min}(100\,000\text{ h}; \vartheta_m) && \text{(n.v.t.)} \\ f_4^{**} &= R_{mg}(100\,000\text{ h}; \vartheta_m + 15^\circ\text{C}) && \text{(n.v.t.)} \\ &= 1,25 \cdot R_{m\min}(100\,000\text{ h}; \vartheta_m + 15^\circ\text{C}) && \text{(n.v.t.)}\end{aligned}$$

* Deze waarde kan voor staal worden verhoogd tot $0,5 \cdot R_m$ als de vormgeving en vervaardiging zodanig zijn dat spanningspieken zo goed mogelijk worden vermeden.

** Alleen van toepassing op pijpen bedoeld voor warmte uitwisseling met $T > 600^\circ\text{C}$.

De kruiptreksterkte en kruiprekgrens beginnen voor de kruipvaste materialen 15Mo3 en 16Mo3 pas een rol te spelen bij temperaturen vanaf 450°C . De ontwerptemperatuur ligt lager, zodat dit buiten beschouwing kan worden gelaten. Alleen de ontwerpspanning f_1 is van toepassing.

De in rekening te brengen ontwerpspanning f voor 15Mo3 is de kleinste waarde van:

$$\begin{aligned}0,67 \cdot R_e(\vartheta_m) &= 0,67 \cdot 185 = 124\text{ N/mm}^2 \\ 0,44 \cdot R_m &= 0,44 \cdot 450 = 198\text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

De in rekening te brengen ontwerpspanning f voor 16Mo3 is de kleinste waarde van:

$$\begin{aligned}0,67 \cdot R_e(\vartheta_m) &= 0,67 \cdot 159 = 107\text{ N/mm}^2 \\ 0,44 \cdot R_m &= 0,44 \cdot 450 = 198\text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

De minimale berekende wanddikte d voor 15Mo3 is:

$$\begin{aligned}d &= (p_d \cdot D_e) / (2 \cdot z \cdot f + p_d) \\ d &= (16,2 \cdot 114,3) / (2 \cdot 1 \cdot 124 + 16,2) = 7,01\text{ mm}\end{aligned}$$

De minimale berekende wanddikte d voor 16Mo3 is:

$$\begin{aligned}d &= (p_d \cdot D_e) / (2 \cdot z \cdot f + p_d) \\ d &= (16,8 \cdot 114,3) / (2 \cdot 1 \cdot 107 + 16,8) = 8,32\text{ mm}\end{aligned}$$

Controle van de gebruikte wanddikte voor 15Mo3:

$$d = d_d - \Delta d_f - \Delta d_c - \Delta d_t$$

$$d = 10 - 0 - 0 - (10 \cdot 12,5\%) = 8,75 \text{ mm}$$

$$7,01 < 8,75$$

voldoet

Controle van de gebruikte wanddikte voor 16Mo3:

$$d = d_d - \Delta d_f - \Delta d_c - \Delta d_t$$

$$d = 12,5 - 0 - 1 - (12,5 \cdot 12,5\%) = 9,94 \text{ mm}$$

$$8,32 < 9,94$$

voldoet

Uit bovenstaande berekening volgt dat het pijpmateriaal en de wanddikte van de pijp acceptabel zijn om te worden toegepast bij de genoemde ontwerpcondities.

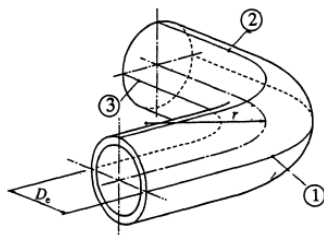
4.7 Wanddikteberekening bochten

In blad D0210 van de RToD is beschreven hoe een wanddikteberekening voor torusvormige naadloze of gelaste bochten met inwendige druk moet worden uitgevoerd. De minimale wanddikte van de bocht moet ten minste gelijk zijn aan de minimale wanddikte volgens blad D0201.

De bochten moeten van taai materiaal ($A_5 \geq 10\%$) zijn en er geldt dat $d \leq 0,19 \cdot D_e$. Aan deze voorwaarden is voldaan. De toelaatbare spanningen komen overeen met de bepaalde waarden volgens blad D0201.

De minimale wanddikte van de bochten, vermeerderd met de toeslagen volgens blad D0101, moet ter plaatse van de van toepassing zijnde lijnen ten minste gelijk zijn aan de volgende waarden:

- Buitenkant (lijn 1) $d_1 = \{(2 \cdot r + 0,5 \cdot D_e) / (2 \cdot r + D_e)\} \cdot d$
- Zijkant (lijn 2) $d_2 = d$
- Binnenkant (lijn 3) $d_3 = \{(2 \cdot r - 0,5 \cdot D_e) / (2 \cdot r - D_e)\} \cdot d$



Lijnen torusvormige bocht.
(Bron: RToD)

De minimale berekende wanddikte d_1 voor de 15Mo3 bochten is:

$$d_1 = \{(2 \cdot r + 0,5 \cdot D_e) / (2 \cdot r + D_e)\} \cdot d$$

$$d_1 = \{(2 \cdot 300 + 0,5 \cdot 114,3) / (2 \cdot 300 + 114,3)\} \cdot 7,01 = 6,45 \text{ mm}$$

De minimale berekende wanddikte d_1 voor de 16Mo3 bochten is:

$$d_1 = \{(2 \cdot r + 0,5 \cdot D_e) / (2 \cdot r + D_e)\} \cdot d$$

$$d_1 = \{(2 \cdot 152 + 0,5 \cdot 114,3) / (2 \cdot 152 + 114,3)\} \cdot 8,32 = 7,18 \text{ mm}$$

De minimale berekende wanddikte d_2 voor de 15Mo3 bochten is:

$$d_2 = d = 7,01 \text{ mm}$$

De minimale berekende wanddikte d_2 voor de 16Mo3 bochten is:

$$d_2 = d = 8,32 \text{ mm}$$

De minimale berekende wanddikte d_3 voor de 15Mo3 bochten is:

$$d_3 = \{(2 \cdot r - 0,5 \cdot D_e) / (2 \cdot r - D_e)\} \cdot d$$

$$d_3 = \{(2 \cdot 300 - 0,5 \cdot 114,3) / (2 \cdot 300 - 114,3)\} \cdot 7,01 = 7,83 \text{ mm}$$

De minimale berekende wanddikte d_3 voor de 16Mo3 bochten is:

$$d_3 = \{(2 \cdot r - 0,5 \cdot D_e) / (2 \cdot r - D_e)\} \cdot d$$

$$d_3 = \{(2 \cdot 152 - 0,5 \cdot 114,3) / (2 \cdot 152 - 114,3)\} \cdot 8,32 = 10,83 \text{ mm}$$

De toegepaste bochten zijn gemaakt door naadloze pijp te buigen. De grootste waarden uit bovenstaande berekeningen zijn bepalend. Voor de 15Mo3 bochten is de minimaal berekende wanddikte 7,83mm en voor de 16Mo3 bochten 10,83mm.

De fabrikant van de ketel heeft opgegeven dat de minimaal aanwezige wanddikte na buiging van de 15Mo3 bochten 8mm is. Voor de controle wordt deze minimaal aanwezige wanddikte aangehouden. Deze minimaal aanwezige wanddikte moet groter zijn dan de minimaal berekende wanddikte.

Controle van de gebruikte wanddikte voor 15Mo3:

$$d = 8,00 \text{ mm (min. wanddikte na buiging)}$$

$$7,83 < 8,00$$

voldoet

Controle van de gebruikte wanddikte voor 16Mo3:

$$d = d_d - \Delta d_f - \Delta d_c - \Delta d_t$$

$$d = 16 - 0 - 1 - (16 \cdot 12,5\%) = 13,00 \text{ mm}$$

$$10,83 < 13,00$$

voldoet

Uit bovenstaande berekening volgt dat het materiaal en de wanddikte van de bochten acceptabel zijn om te worden toegepast bij de genoemde ontwerpcondities.

4.8 Pipe stress berekening As Built leidingsysteem

Nu aangetoond is dat de op zichzelf staande leidingcomponenten voldoen is de volgende stap om naar het leidingsysteem als geheel te kijken. Het berekenen en beoordelen van de spanningen in een leidingsysteem is beschreven in de RToD blad D1101. Factoren die van invloed zijn op het doorhangen van de leiding zijn:

- eigen gewicht leiding;
- gewicht medium;
- gewicht isolatiemateriaal;
- gewicht afsluiters;
- druk;
- supporting;
- thermische expansie;
- verplaatsingen stoomdrum.

Om de invloed van deze factoren in kaart te brengen en als mogelijke oorzaak aan te wijzen wordt een pipe stress berekening in CAESAR II (versie 5.10) gemaakt op basis van de As Built situatie. Hiermee kan aantoonbaar worden gemaakt of het doorhangen van de stoomleidingen verklaard kan worden d.m.v. een theoretisch rekenmodel. Met dit rekenmodel kan ook worden beoordeeld of de spanningen in het leidingwerk acceptabel zijn en in hoeverre de nozzles van de stoomdrums worden belast.

Het softwareprogramma CAESAR II is ontwikkeld door het Amerikaanse bedrijf COADE. Het programma is geschikt om pipe stress berekeningen uit te voeren volgens diverse piping codes en wordt wereldwijd gebruikt. Het programma is geschikt om zowel statische- als dynamische berekeningen te maken van leidingsystemen. Er kunnen o.a. analyses worden gemaakt van: FRP, ondergronds leidingwerk, windbelasting, golfbelasting, aardbeving, expansiebalgen en veerhangers.

De leidingsystemen van ketel 35 en 36 hebben dezelfde geometrie in gespiegelde vorm. Het volstaat om een enkel systeem te analyseren, aangezien de resultaten hetzelfde zijn voor het gespiegelde systeem.

Er is voor gekozen om het leidingsysteem te modeleren vanaf de stoomdrumnozzle tot aan het punt op de leidingbrug waar de leiding in axiale en transverse richting is begrensd. De leiding loopt na deze axiale stop nog enkele tientallen meters door in een rechte lijn. Het is dus aannemelijk dat er op dit punt geen hoekverdraaiingen optreden, zodat het punt gezien kan worden als ankerpunt. Dit houdt in dat de leiding in alle zes de vrijheidsgraden wordt begrensd. Aftakkende drainleidingen worden niet meegenomen in het rekenmodel, omdat zij geen relevante invloed hebben op het gehele systeem. Wel wordt de 1" bypass leiding om de afsluiter AA191 meegenomen om te kunnen bepalen of de spanningen in dit leidingdeel en in de T-stukken van de hoofdleiding acceptabel zijn. Het beschouwde As Built leidingsysteem is isometrisch weergegeven in bijlage B van dit verslag.

De spanningen in het leidingsysteem kunnen worden verdeeld in primaire en secundaire spanningen.

Primaire spanningen

Primaire spanningen zijn niet zelfbegrenzend en leiden in geval van te hoge spanningen direct tot falen. De primaire spanningen kunnen o.a. worden veroorzaakt door:

- eigen gewicht;
- druk;
- waterslag;
- afblaaskrachten veiligheidskleppen.

Over het algemeen worden deze spanningen veroorzaakt door optredende krachten.



Voorbeeld van een gescheurde pijp door te hoge primaire spanningen.

Secundaire spanningen

Secundaire spanningen in leidingsystemen zijn zelfbegrenzend. Deze spanningen leiden niet direct tot falen, maar zullen op de langere termijn leiden tot bezwijken a.g.v. vermoeiing. Secundaire spanningen zijn o.a.:

- thermische expansie/contractie;
- trillingen;
- gedwongen verplaatsingen.

Meestal zijn de spanningen cyclisch van aard en komen zij voort uit opgedrongen verplaatsingen.



Voorbeeld van vermoeiingsschade ontstaan door trillingen in het leidingwerk.

De haakse pijp-pijp verbinding is afgescheurd, waardoor de leiding is weggeslagen tegen de leuning.

De primaire en secundaire spanningen worden in de pipe stress berekening apart beoordeeld. Er worden load cases aangemaakt om dit onderscheid te kunnen maken. Een load case is een samenstelling van factoren. Voor de stoomleiding bestaat de primaire load case uit de combinatie van druk en gewichten (soortelijke massa pijp, soortelijke massa medium, dichtheid isolatiemateriaal en massa van afsluiters). In CAESAR II wordt dit de sustained case (SUS) genoemd.

Primaire spanningen die niet constant aanwezig zijn worden in een aparte load case beoordeeld. Deze spanningen kunnen worden veroorzaakt door bijvoorbeeld wind- of aardbevingbelasting. Deze worden in een occasional load case (OCC) samengevoegd met de aanwezige gewichten en de druk. In dit project zijn geen occasional loads aanwezig. De installatie is binnen opgesteld, dus is er geen rekening gehouden met windbelasting.

De secundaire load case bestaat uit thermische expansie en verplaatsingen van de stoomdrum nozzle. Dit wordt de expansion case (EXP) genoemd.

Er wordt ook een load case aangemaakt met de operationele condities. Deze operating load case (OPE) wordt gebruikt om de krachten en momenten op de stoomdrumnozzle en de supporting tijdens bedrijf te kunnen bepalen. Deze load case wordt niet gebruikt om te toetsen of de optredende spanningen toelaatbaar zijn. Dit gebeurt alleen voor de SUS en EXP load case.

CAESAR II load case	Case	Omschrijving
L1 (OPE) W+D1+T1+P1+H	Operating case	gewichten + verplaatsingen stoomdrum + temperatuur + druk + veerbelastingen
L2 (SUS) W+P1+H	Sustained case	gewichten + ontwerpdruk + veerbelastingen
L3 (EXP) L3=L1-L2	Expansion case	thermische expansie/contractie

Load cases gebruikt in pipe stress berekening.

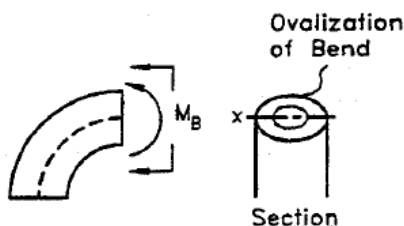
De evenwichtsspanningen worden volgens de RToD blad D1101, bijlage 1 als volgt berekend:

$$\begin{aligned} \text{SUS} \quad \sigma_1 &= \{(P_d \cdot (D_e - d)) / 4 \cdot d\} + i_1 \cdot \{(\sqrt{M_{x1}^2 + M_{y1}^2 + M_{z1}^2}) / W\} \\ \text{OCC} \quad \sigma_2 &= \sigma_1 + i_1 \cdot \{(\sqrt{M_{x2}^2 + M_{y2}^2 + M_{z2}^2}) / W\} & (\text{n.v.t.}) \\ \text{EXP} \quad \sigma_e &= i \cdot \{(\sqrt{M_{xe}^2 + M_{ye}^2 + M_{ze}^2}) / W\} \\ i_1 &= 0,75 \cdot i \end{aligned}$$

Het weerstandsmoment van de pijpdoorsnede tegen buiging wordt bepaald met $W \approx \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d \cdot D_g^2$. Voor aftakkingen met formulewanddikte d_2 en een uitwendige middellijn $D_{e2} < D_e$ van de hoofdpijp is $D_g = D_{e2} - d^2$ en d is de kleinste waarde van $i \cdot d_2$ en de formulewanddikte van de hoofdpijp. In alle andere gevallen is $D_g = D_e - d$ en is d de formulewanddikte van de pijp.

Flexibiliteitsfactor k

Van leidingelementen die een hogere flexibiliteit hebben dan die van een rechte pijp mag de flexibiliteit worden meegenomen in de berekening. Dit wordt berekend door de stijfheidcoëfficiënt te delen door de flexibiliteitsfactor k . Deze factor k moet groter zijn dan 1. Dit houdt in dat de flexibiliteit alleen groter kan zijn dan van rechte pijp. Dit is bijvoorbeeld het geval bij bochten. Wanneer een buigend moment op een bocht wordt uitgeoefend zal deze in de doorsnede vervormen en een ovale vorm aannemen. De buitenwand van de bocht komt hierdoor dichterbij de neutrale lijn van de bocht te liggen waardoor het traagheidsmoment en het weerstandsmoment kleiner worden. Hierdoor wordt de flexibiliteit verhoogd, maar ook de spanningen in de bocht worden groter. Dit gaat ook op voor aftakkingen in de pijpwand. De grootste spanningsconcentraties zijn niet aanwezig in de rechte pijp, maar in de bochten en aftakkingen. Dit is in het verleden aan het licht gekomen door vermoeiingsproeven die werden uitgevoerd op pipelementen. Het bleek dat vermoeiingsscheuren niet ontstonden in de rechte pijp maar in de nabijheid van de fittingen.



Vervorming van een bocht door een buigend moment.
(Bron: Pipe stress analysis seminar notes)

De flexibiliteitsfactoren volgens de RToD blad D1101 zijn gebaseerd op vervormingsmetingen die op de verschillende leidingelementen zijn uitgevoerd.

Bij een verschil in wanddikte tussen de pijp en de aansluitende bocht wordt de gemiddelde wanddikte gebruikt om de uitwendige diameter voor de berekening te bepalen. De inwendige diameter blijft altijd gelijk. De wanddikte die wordt gebruikt in de formules is de werkelijke wanddikte van de fitting.

De flexibiliteitsfactor k voor de torusvormige 15Mo3 bochten zonder flenzen ($m = 0$) wordt als volgt bepaald:

$$\begin{aligned} \text{Inwendige diameter} \quad D_i &= D_e(\text{pijp}) - (2 \cdot d(\text{pijp})) \\ D_i &= 114,3 - (2 \cdot 10) = 94,3 \text{ mm} \\ \text{Gemiddelde wanddikte} \quad d &= (d(\text{pijp}) + d(\text{bocht})) / 2 \\ d &= (10 + 8) / 2 = 9 \text{ mm} \\ \text{Gemiddelde diameter} \quad D_e &= D_i + (2 \cdot d) \end{aligned}$$

$$D_e = 94,3 + (2 \cdot 9) = 112,3 \text{ mm}$$

Hulpwaarde $a = (4 \cdot d \cdot r) / ((D_e - d)^2)$

$$a = (4 \cdot 8 \cdot 300) / ((112,3 - 8)^2) = 0,882$$

Flexibiliteitsfactor $k = 1,65 \cdot a^{((m-6)/6)} \quad (k \geq 1)$

$$k = 1,65 \cdot 0,882^{((0-6)/6)} = 1,871$$

De flexibiliteitsfactor k voor de torusvormige 16Mo3 bochten zonder flenzen ($m = 0$) wordt als volgt bepaald:

Inwendige diameter $D_i = D_e(\text{pijp}) - (2 \cdot d(\text{pijp}))$

$$D_i = 114,3 - (2 \cdot 12,5) = 89,3 \text{ mm}$$

Gemiddelde wanddikte $d = (d(\text{pijp}) + d(\text{bocht})) / 2$

$$d = (12,5 + 16) / 2 = 14,25 \text{ mm}$$

Gemiddelde diameter $D_e = D_i + (2 \cdot d)$

$$D_e = 89,3 + (2 \cdot 14,25) = 117,8 \text{ mm}$$

Hulpwaarde $a = (4 \cdot d \cdot r) / ((D_e - d)^2)$

$$a = (4 \cdot 16 \cdot 152,4) / ((117,8 - 16)^2) = 0,941$$

Flexibiliteitsfactor $k = 1,65 \cdot a^{((m-6)/6)} \quad (k \geq 1)$

$$k = 1,65 \cdot 0,941^{((0-6)/6)} = 1,753$$

De flexibiliteitsfactor k voor de onversterkte 16Mo3 T-stukken is 1 volgens de tabel op de volgende pagina.

Vormfactoren i en i_1

De spanningsverhoging in leidingelementen wordt in rekening gebracht door de vormfactor i en i_1 , die altijd groter moeten zijn dan 1. Zie de tabel op de volgende pagina.

De vormfactor voor de torusvormige 15Mo3 bochten is:

$$i = 0,9 \cdot a^{(-2/3)} \quad (i \geq 1)$$

$$i = 0,9 \cdot 0,882^{(-2/3)} = 0,979$$

$$i = 1$$

De vormfactor voor de torusvormige 16Mo3 bochten is:

$$i = 0,9 \cdot a^{(-2/3)} \quad (i \geq 1)$$

$$i = 0,9 \cdot 0,941^{(-2/3)} = 0,937$$

$$i = 1$$

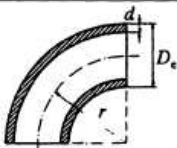
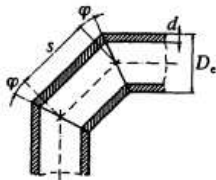
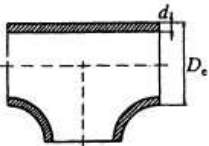
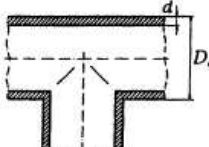
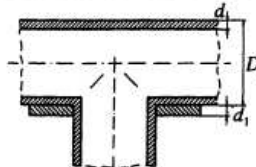
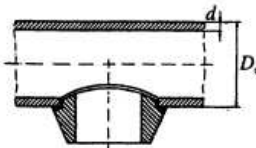
De vormfactor voor de onversterkte 16Mo3 T-stukken wordt als volgt bepaald:

Hulpwaarde $a = (2 \cdot d) / (D_e - d)$

$$a = (2 \cdot 12,5) / (114,3 - 12,5) = 0,246$$

Vormfactor $i = 0,9 \cdot a^{(-2/3)} \quad (i \geq 1)$

$$i = 0,9 \cdot 0,246^{(-2/3)} = 2,292$$

leidingelement piping component			a	k	i	
torusvormige bocht met $m (\leq 2)$ flenzen toroidal bend or elbow with $m (\leq 2)$ flanged ends				$\frac{4d \cdot r}{(D_e - d)^2}$	$1,65 a^{\frac{m-6}{6}}$	$0,9 a^{\frac{m-4}{6}}$
korte segmentbocht met $m (\leq 2)$ flenzen closely spaced mitred bend with $m (\leq 2)$ flanged ends $s < \frac{D_e - d}{2} \cdot (1 + \text{tg } \varphi)$				$\frac{2d \cdot s}{(D_e - d)^2} \cdot (\cot \varphi)$	$1,22 a^{\frac{m-5}{6}}$	$0,72 a^{\frac{m-4}{6}}$
lange segmentbocht widely spaced mitred bend $s \geq \frac{D_e - d}{2} \cdot (1 + \text{tg } \varphi)$				$\frac{d}{D_e - d} \cdot (1 + \cot \varphi)$	$1,22 a^{-\frac{3}{6}}$	$0,72 a^{-\frac{2}{3}}$
T-stukken en aftakkingen Tees and branches	gesmeed of geperst forged or pressed			$\frac{8,8d}{D_e - d}$	1	$0,9 a^{-\frac{2}{3}}$
	opgebouwd, onversterkt fabricated, unreinforced			$\frac{2d}{D_e - d}$		
	opgebouwd, met ringversterking fabricated, with pad or saddle reinforcement	$d_1 \leq 1,5d$		$\frac{2(d + 0,5d_1)^{2,5}}{(D_e - d) d^{1,5}}$		
		$d_1 > 1,5d$		$\frac{8,1d}{D_e - d}$		
	opgebouwd, versterkt fabricated, reinforced			$\frac{8d}{D_e - d}$		
pijpverbindingen pipe connections	stompe las butt weld		-	-	1	1
	schroefverbinding screwed connection		-	-		2,3
	blokflens met twee hoeklassen double welded slip-on flange		-	-		1,3

Flexibiliteitsfactor k en vormfactor i voor leidingelementen.
(Bron: RToD)

Vermoeiingsfactor c_f

Er wordt verwacht dat de technische levensduur van de HR-centrale rond de 25-30 jaar zal liggen. In principe is de ketel 24 uur per dag, 7 dagen per week in bedrijf en zal hij alleen uit bedrijf gaan bij de onderhouds- en inspectiestop eens in de twee jaar. Dit komt neer op een aantal cyclische wisselingen dat, rekening houdend met de verwachte levensduur, ver onder de 1000 zal liggen. Het toegepaste leidingmateriaal behoort tot materiaalgroep 1 en heeft een treksterkte kleiner dan 550 N/mm^2 , waardoor de correctiefactor c_E volgens onderstaande tabel uitkomt op 1,0.

De vermoeiingsfactor c_f wordt als volgt bepaald, met een maximum van 1:

$$c_f = (0,01466 \cdot c_E \cdot E(\sigma_m)) / (n^{0,2} \cdot \{R_e + R_e(\sigma_m)\}) \quad (c_f \leq 1)$$

n	c_E			
	materiaalgroep 1 material group 1		materiaalgroep 2 material group 2	materiaalgroep 3 material group 3
	$R_m \leq 550 \text{ N/mm}^2$	$800 \leq R_m \leq 900 \text{ N/mm}^2$		
1000	1,0	0,93976	1,51986	1,51986
2000	1,0	0,96875	1,60667	1,60667
5000	1,0	1,02083	1,67844	1,67844
10000	1,0	1,15789	1,78538	1,78538
20000	1,0	1,16129	1,89787	1,91497
50000	1,0	1,26087	2,13396	2,13396
100000	1,0	1,30000	2,16255	2,16255
200000	1,0	1,45455	2,30646	2,30646
500000	1,0	1,62963	2,43423	2,04161
1000000	1,0	1,60000	2,40000	1,75548

Bepaling correctiefactor c_E volgens RToD blad D1101.
(Bron: RToD)

De vermoeiingsfactor c_f voor 15Mo3 is:

$$c_f = (0,01466 \cdot c_E \cdot E(\sigma_m)) / (n^{0,2} \cdot \{R_e + R_e(\sigma_m)\}) \quad (c_f \leq 1)$$

$$c_f = (0,01466 \cdot 1,0 \cdot 187 \cdot 10^3) / (1000^{0,2} \cdot \{285 + 185\}) = 1,5$$

$$c_f = 1$$

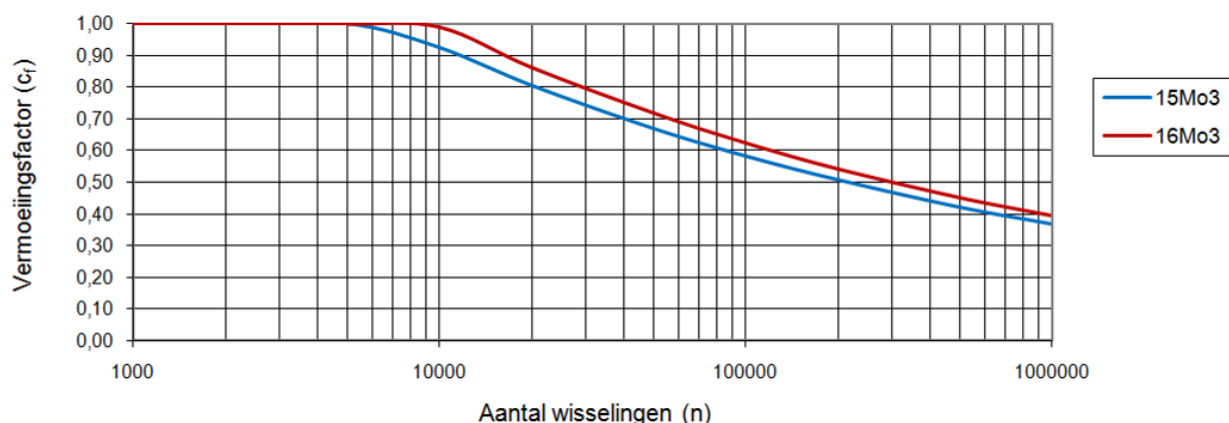
De vermoeiingsfactor c_f voor 16Mo3 is:

$$c_f = (0,01466 \cdot c_E \cdot E(\sigma_m)) / (n^{0,2} \cdot \{R_e + R_e(\sigma_m)\}) \quad (c_f \leq 1)$$

$$c_f = (0,01466 \cdot 1,0 \cdot 187 \cdot 10^3) / (1000^{0,2} \cdot \{280 + 159\}) = 1,6$$

$$c_f = 1$$

De vermoeiingsfactor is verwerkt in de formules die de toelaatbare spanningen bepalen. Wanneer een leidingstelsel onderworpen wordt aan een groot aantal cyclische wisselingen krijgt de vermoeiingsfactor een lagere waarde en worden de toelaatbare spanningen verlaagd.



Vermoeingsfactorcurve voor 15Mo3 en 16Mo3.

Frictie

In het rekenmodel is rekening gehouden met de frictie tussen de contactpunten van het uitzettende leidingstelsel en de vaste omgeving. De frictie is in het rekenmodel aangebracht op ieder punt waar een support aanwezig is. Wanneer twee oppervlakken langs elkaar glijden is de optredende wrijvingskracht afhankelijk van de materialen en de normaalkracht N waarmee de glijvlakken op elkaar worden gedrukt. De wrijvingskracht $W = f \cdot N$. Voor de materiaalafhankelijke wrijvingscoëfficiënt f wordt voor de combinatie staal – staal 0,3 aangehouden. De wrijvingskracht is onafhankelijk van de snelheid en de grootte van het contactoppervlak.

Toelaatbare spanningen f en f_e

In elk punt van het leidingstelsel moet voldaan zijn aan:

$$\text{SUS} \quad \sigma_1 \leq f$$

$$\text{OCC} \quad \sigma_2 \leq 1,2 \cdot f \quad (\text{n.v.t.})$$

$$\text{EXP} \quad \sigma_e \leq f_e$$

De toelaatbare spanning f wordt bepaald zoals is beschreven in paragraaf 4.6 van dit verslag.

15Mo3 heeft een toelaatbare spanning $f = 124 \text{ N/mm}^2$

16Mo3 heeft een toelaatbare spanning $f = 107 \text{ N/mm}^2$

De toelaatbare spanning f_e is de kleinste van de volgende waarden (de materiaalfactor $c_m = 1$):

- $c_f \cdot \{0,8 \cdot R_e + 0,13 \cdot c_m \cdot R_e (\vartheta_m)\}$
- $c_f \cdot \{0,8 \cdot R_e + 0,2 \cdot c_m \cdot R_{rg} (1\%; 100\,000 \text{ h}; \vartheta_m)\}$ (n.v.t.)

De kruiprekgrens speelt geen rol bij de aanwezige ontwerptemperatuur van het kruipvaste 15Mo3 en 16Mo3. Wanneer de spanningen σ_1 en σ_2 zijn bepaald volgens een onderzoek omschreven in paragraaf 3 van de RToD blad D1101 mag f_e verhoogd worden met de kleinste waarde van:

- $c_f \cdot c_m \cdot \{0,67 \cdot R_e (\vartheta_m) - \sigma_1\}$
- $c_f \cdot c_m \cdot \{0,8 \cdot R_e (\vartheta_m) - \sigma_2\}$ (n.v.t.)

De CAESAR II berekening voldoet aan de eisen gesteld in paragraaf 3, waardoor de toelaatbare spanning f_e mag worden verhoogd met bovengenoemde kleinste waarde. De spanning σ_2 is in dit geval niet van toepassing, omdat er geen wind- of aardbevingbelasting is meegenomen. De spanningen σ_1 en σ_2 verschillen per locatie in een leidingstelsel. De maximaal toelaatbare spanning f_e is afhankelijk van het aanwezige buigend moment op die locatie.

Wanneer de spanning σ_1 op een locatie groter is dan $0,67 \cdot R_e (\vartheta_m)$, dan is de toelaatbare spanning f_e voor het 15Mo3 leidingdeel:

$$f_e = c_f \cdot \{0,8 \cdot R_e + 0,13 \cdot c_m \cdot R_e (\vartheta_m)\}$$

$$f_e = 1 \cdot \{0,8 \cdot 285 + 0,13 \cdot 1 \cdot 185\} = 252 \text{ N/mm}^2$$

Wanneer de spanning σ_1 op een locatie groter is dan $0,67 \cdot R_e (\vartheta_m)$, dan is de toelaatbare spanning f_e voor het 16Mo3 leidingdeel:

$$f_e = c_f \cdot \{0,8 \cdot R_e + 0,13 \cdot c_m \cdot R_e (\vartheta_m)\}$$

$$f_e = 1 \cdot \{0,8 \cdot 280 + 0,13 \cdot 1 \cdot 159\} = 245 \text{ N/mm}^2$$

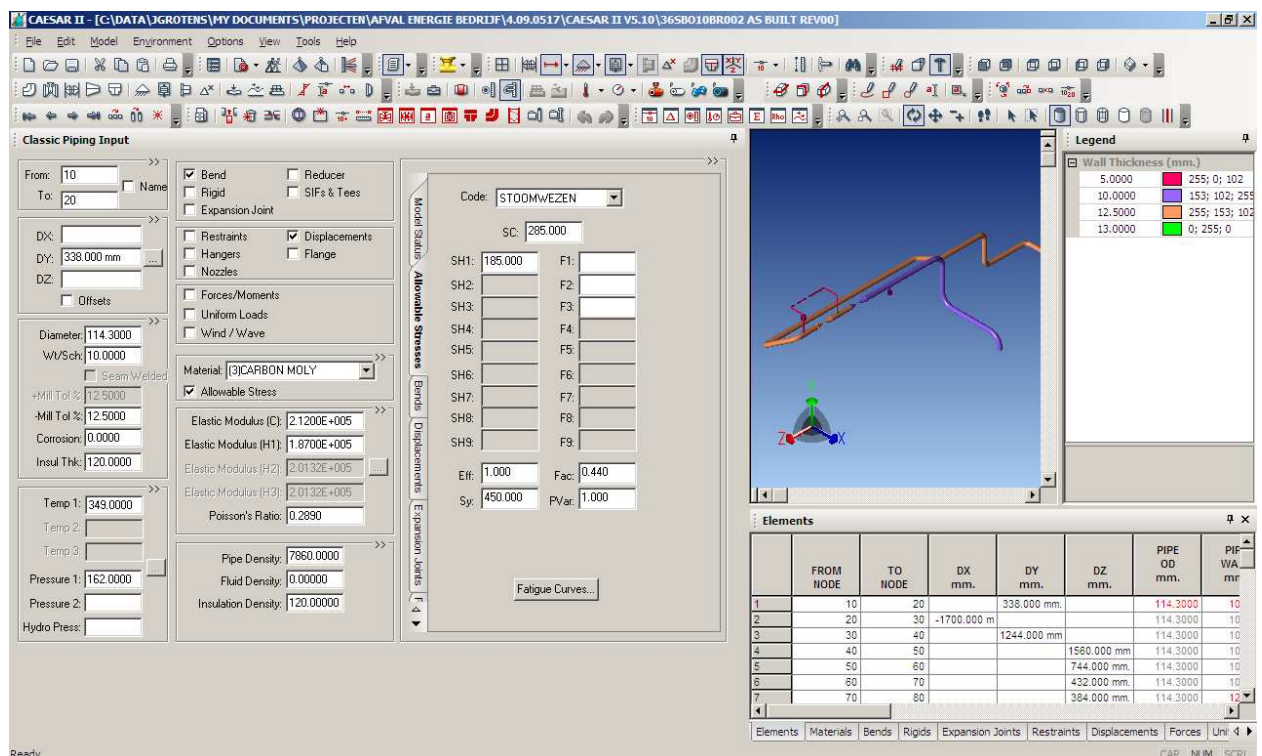
Op een locatie waar de spanning σ_1 kleiner is dan $0,67 \cdot R_e (\vartheta_m)$, wordt de waarde van f_e verhoogd met $c_f \cdot c_m \cdot \{0,67 \cdot R_e (\vartheta_m) - \sigma_1\}$. De factoren c_f en c_m zijn beide 1.

4.9 Resultaat CAESAR II berekening

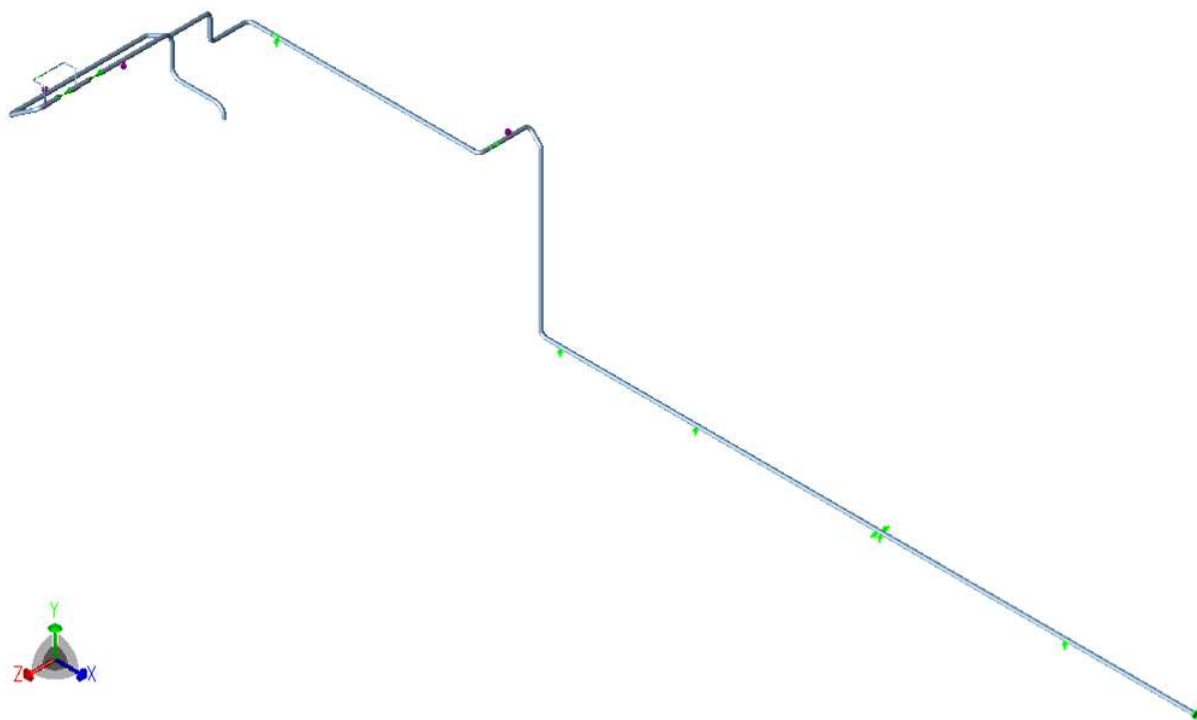
De CAESAR II in- en output van de As Built situatie is toegevoegd in bijlage C. De analyse is uitgevoerd op de stoomleiding van ketel 36. Het systeem van ketel 35 heeft dezelfde maatvoering, maar is gespiegeld uitgevoerd om de x-as. Het gespiegelde systeem wordt niet geanalyseerd, aangezien de uitkomst hetzelfde is.

De CAESAR II uitdraai bestaat uit de volgende onderdelen:

- overzicht van gebruikte load cases;
- input data en berekende data;
- overzicht van krachten, momenten en verplaatsingen;
- overzicht van spanningen in de sustained en expansion case.



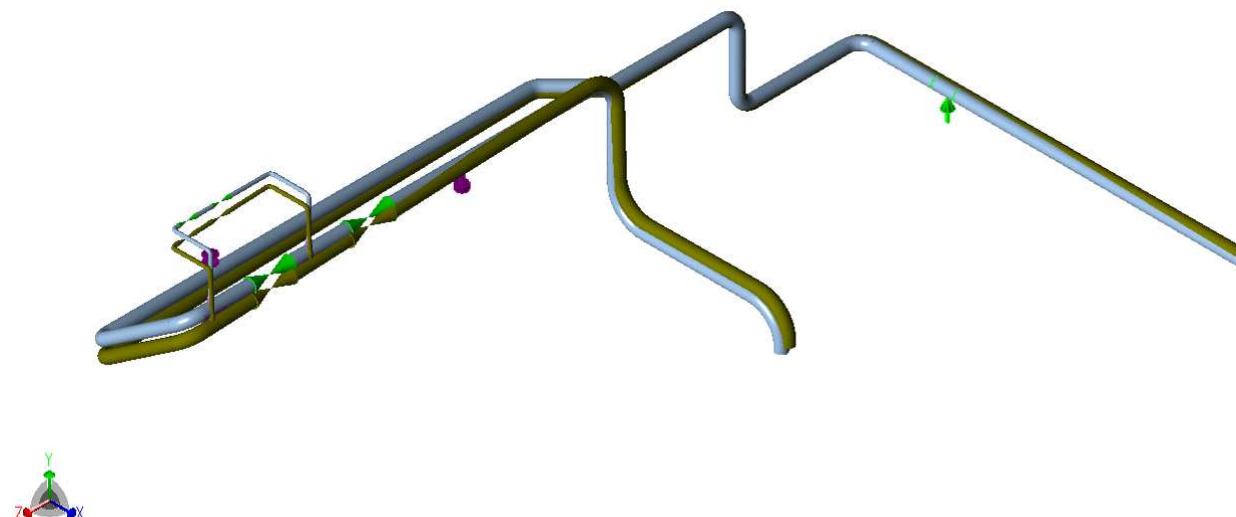
Input window CAESAR II.



As Built rekenmodel 36SBO10BR001/-002 in CAESAR II.

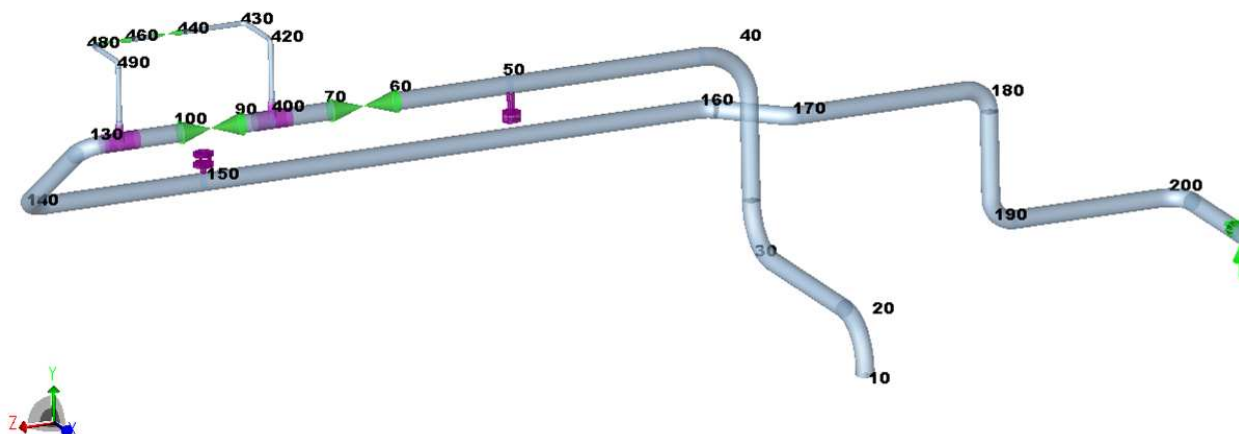
Verplaatsingen

Uit het rekenmodel blijkt dat de stoomleiding onder operationele condities (operating case) ver doorhangt. De grootste verticale verplaatsing treedt op in de tweede bocht na afsluiter AA191. Ter plaatse van deze bocht hangt de leiding in het rekenmodel 125mm door.



Doorhangen van leiding 36SBO10BR001/-002 in operationele toestand.

In de afbeelding is ook te zien dat de verplaatsingen van de stoomdrum nozzle zijn meegenomen in het rekenmodel. De bruine leiding geeft de elastische lijn weer in de operating case.



Node numbering CAESAR II.

NODE	DX mm.	DY mm.	DZ mm.	RX deg.	RY deg.	RZ deg.
10	39.000	58.000	-30.000	0.0000	0.0000	0.0000
20	37.284	58.794	-28.369	0.4428	0.1820	0.1895
30	29.505	53.576	-15.608	1.4696	0.2968	0.3336
40	25.415	47.500	13.347	2.0628	0.2703	0.3222
50	31.510	-1.918	18.820	2.4226	0.2959	0.2855
60	35.628	-34.210	22.052	2.5070	0.3427	0.2638
70	38.213	-53.111	23.927	2.5064	0.3432	0.2637
80	40.625	-69.674	25.631	2.4273	0.3778	0.2541
90	41.957	-77.935	26.505	2.3741	0.3978	0.2487
100	44.777	-94.755	28.305	2.3730	0.3982	0.2486
120	47.705	-110.727	30.067	2.2367	0.4485	0.2377
130	49.452	-120.750	29.042	2.0890	0.5146	0.2218
140	46.357	-121.735	17.856	1.6804	0.5976	0.2260
150	35.258	-94.439	13.301	1.3556	0.6332	0.2450
160	0.881	-37.871	-1.899	0.7143	0.4759	0.3055
170	-0.764	-31.176	-6.363	0.6657	0.4213	0.3233
180	-7.504	-18.260	-13.428	0.5905	0.2648	0.3765
190	-3.122	-19.784	-21.234	0.5933	0.1289	0.4223
200	-3.315	-6.888	-25.949	0.6074	-0.0781	0.5121

Verplaatsingen en rotaties in de operating case.

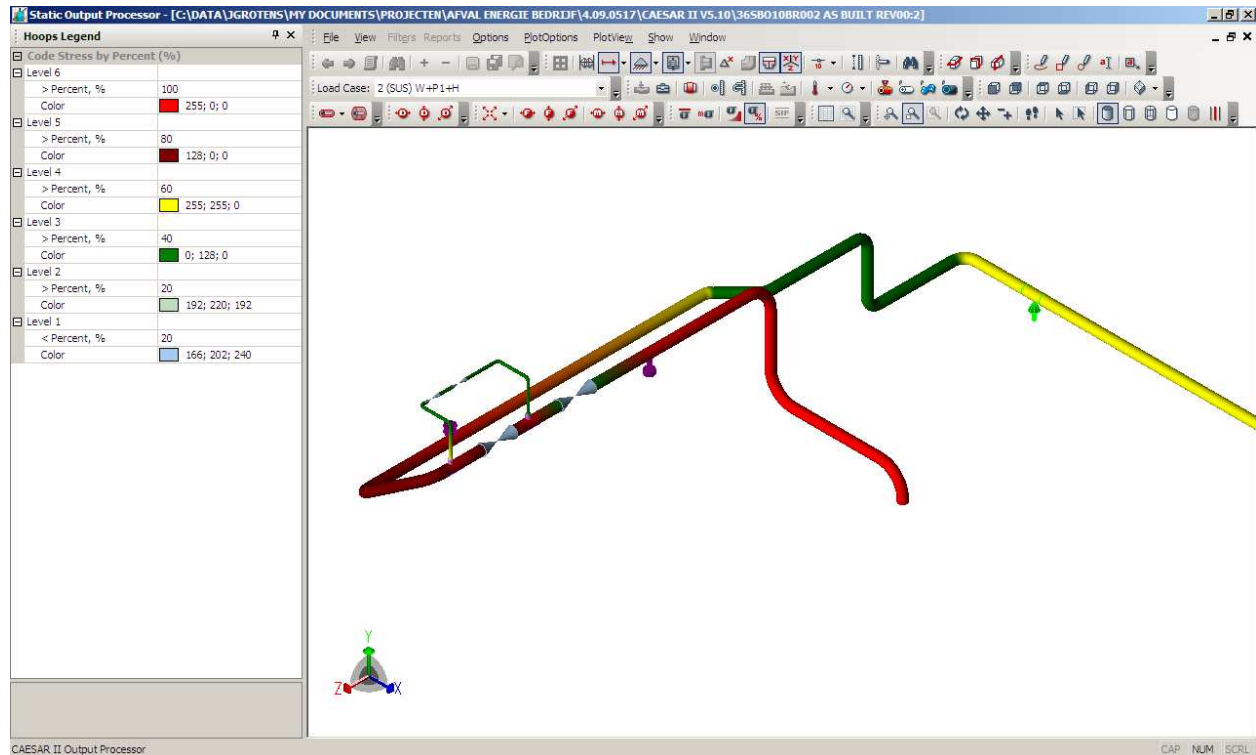
Spanningen

In de CAESAR II output (in bijlage C) is in het overzicht 'stresses extended' te zien dat de spanningen in de sustained case (SUS) niet binnen de toelaatbare waarden blijven. De toelaatbare spanning in de sustained case van 124 N/mm² in het 15Mo3 leidingdeel wordt met 128% overschreden ter plaatse van node 10 (stoomdrumnozzle). De toelaatbare spanning van 107 N/mm² in het 16Mo3 leidingdeel wordt met 139% overschreden ter plaatse van node 120 (T-stuk na afsluiter AA191). Deze spanningen worden veroorzaakt door de inwendige druk, gewichten en hanger loads. De spanningen in de expansie case (EXP) blijven, met een maximum van 39% van de toelaatbare waarde, wel binnen de toelaatbare waarden.

SUS: CODE STRESS CHECK FAILED : LOADCASE 2 (SUS) W+P1+H
 Highest Stresses: (N./sq.mm.)
 CodeStress Ratio (%): 139.4 @Node 120
 Code Stress: 148.5 Allowable: 106.5

EXP: CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 3 (EXP) L3=L1-L2
 Highest Stresses: (N./sq.mm.)
 CodeStress Ratio (%): 39.4 @Node 269
 Code Stress: 108.8 Allowable: 276.3

Code stress check voor de SUS en EXP case.



Spanningen in de sustained case.

Nozzle loads

De optredende nozzle loads op nozzle F van de stoomdrum overschrijden de maximaal toelaatbare waarden die zijn opgegeven door de stoomdrumfabrikant. Met name het moment om de x-as komt met een overschrijding van 270% ver boven de toelaatbare waarde uit. Dit moment is ook in de sustained case erg hoog, wat erop duidt dat dit wordt veroorzaakt door het doorhangen van de leiding als gevolg van het eigen gewicht van de leiding, afsluiters, isolatiemateriaal en hanger loads. In de operating case is naast deze factoren ook de expansie door temperatuurverhoging meegenomen.

Node 10	F _x [N]	F _y [N]	F _z [N]	M _x [Nm]	M _y [Nm]	M _z [Nm]
Operating case	-708	-1833	1716	8095	2597	3255
Sustained case	-38	-1528	803	7463	1460	1697
Max. allowable loads	1000	3000	2000	3000	2000	3000

Nozzle loads stoomdrum 36VAD10BB001 nozzle F.

Uit de oorspronkelijke ontwerpdocumenten is gebleken dat deze nozzle loads nooit zijn gecheckt. Het 15Mo3 leidingdeel vanaf de stoomdrumnozzle tot afsluiter AA501 is geïnstalleerd door de fabrikant van de ketel en deze heeft hier geen berekening van gemaakt. De contractor die het 16Mo3 leidingdeel vanaf afsluiter AA501 heeft ontworpen en geïnstalleerd heeft zijn leidingdeel wel berekend, maar heeft geen check uitgevoerd op de nozzle loads van de stoomdrum.

4.10 Conclusie Identify fase

Door een mindmap te maken en de uitkomst hiervan te verwerken in een FMEA zijn een aantal mogelijkheden naar voren gekomen die de oorzaak van het doorhangen van de stoomleidingen zouden kunnen zijn. Een aantal oorzaken kunnen worden uitgesloten doordat de situatie ter plaatse is onderzocht, door de verstrekte informatie van AEB en door documenten te checken.

Uit de mindmap en FMEA blijkt dat een groot aantal mogelijke oorzaken betrekking heeft op de ontwerpfase van het leidingsysteem. Omdat de aanwezige informatie op de oorspronkelijke ontwerptekeningen en in de ontwerpberekeningen niet overeenkomt met de werkelijke situatie is ervoor gekozen om een aantal berekeningen te maken op basis van de As Built situatie. Met deze berekeningen kunnen mogelijke oorzaken worden uitgesloten of worden aangetoond.

In eerste instantie zijn er sterkteberekeningen volgens de RToD gemaakt van de gebruikte pijp en bochten om aan te tonen dat het gekozen materiaal en de wanddikte geschikt zijn voor de ontwerpcondities. Uit deze berekeningen is gebleken dat de oorzaak niet in de afzonderlijke componenten ligt. Het materiaal en de wanddikte van de pijp en de bochten zijn geschikt voor de ontwerpcondities.

Vervolgens is een pipe stress berekening van het hele leidingsysteem gemaakt in CAESAR II om na te gaan of het doorhangen met een theoretisch rekenmodel kan worden verklaard. Uit deze berekening volgt dat de leiding doorhangt onder zowel operationele- als niet-operationele condities, wat met name wordt veroorzaakt door het eigen gewicht van de geïsoleerde leiding met afsluiters in combinatie met de hanger loads van de geplaatste constant veerhangers/-supports. De spanningen in het leidingsysteem overschrijden de maximaal toelaatbare waarden volgende de RToD blad D1101.

Ook de toelaatbare nozzle loads van de stoomdrum nozzle, die zijn opgegeven door de stoomdrum fabrikant, worden ruim overschreden door een buigend moment om de x-as. Dit buigend moment wordt veroorzaakt doordat het leidingdeel met de afsluiters AA501 en AA191 ver doorhangt als gevolg van het eigen gewicht. Het gewicht moet worden opgevangen door de constant veerhangers/-supports. De positie waarop deze zijn geplaatst en de ingestelde hanger loads voldoen niet. De leiding is niet gelijkmatig ondersteund, zodat een deel van de leiding doorhangt. Dit brengt een groot buigend moment en een hoge spanningsconcentratie ter plaatse van de stoomdrumnozzle teweeg.

De huidige As Built situatie is niet acceptabel. Er is aangetoond dat:

- de spanningen in de sustained case de maximaal toelaatbare waarde van de RToD blad D1101 overschrijden;
- de nozzle loads veel hoger uitvallen dan de maximaal toelaatbare loads opgegeven door de stoomdrumfabrikant. Met name het buigend moment om de x-as is veel te hoog.
- de leiding niet gelijkmatig ondersteund is en onacceptabel ver doorhangt. Het isolatiemateriaal is op een aantal plekken beschadigd doordat de leiding de leuning van het bordes en andere delen van de staalconstructie raakt.

De spanningen in het leidingsysteem moeten worden verlaagd en de nozzle loads worden geminimaliseerd. Nu de oorzaak van het doorhangen is aangetoond met behulp van een CAESAR II berekening kan worden gezocht naar een oplossing voor het probleem. Dit wordt verder uitgewerkt in de Design fase.

5 Design fase

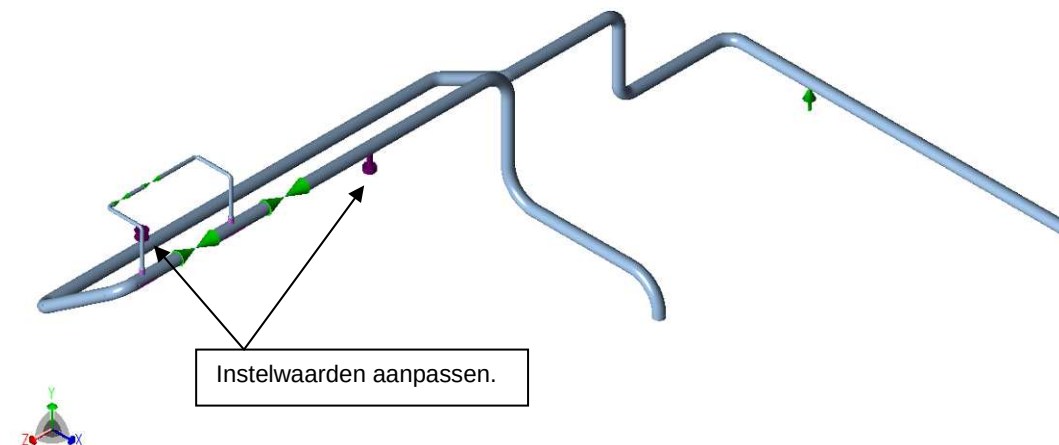
Uit de analyse van de As Built situatie is naar voren gekomen dat het huidige systeem niet acceptabel is. In de Design fase zullen een aantal concepten tegen elkaar worden afgewogen, waarna er voor de meest geschikte oplossing wordt gekozen. Om deze keuze te kunnen maken wordt wederom gebruik gemaakt van instrumenten. Hierdoor kan op een gestructureerde wijze een afgewogen keuze worden gemaakt. Daarnaast moet worden bekeken waar, en met wat voor technieken, er geïnspecteerd moet worden om eventueel ontstane schade op te kunnen sporen.

5.1 Concepten

De oplossing voor het doorhangen van de leidingen, die te hoge spanningen in het leidingwerk en te hoge nozzle loads op de stoomdrum veroorzaken, moet worden gezocht in de supporting van het leidingwerk. Het probleem zit in de supporting van de leiding die zich boven de stoomdrum bevindt. Aangezien dit leidingdeel vrij moet kunnen verplaatsen in verticale richting kunnen er geen normale supports worden toegepast. Wanneer er een normaal support onder de leiding zou worden geplaatst in koude situatie, zou de leiding door expansie in operationele condities los komen van dit support. Het support zou dan geen gewicht meer dragen, waardoor deze niet het gewenste effect zou hebben. De leiding zal geheel moeten worden gedragen door veren, zodat een vrije verticale verplaatsing mogelijk is en toch het gewicht van de leiding met toebehoren continu wordt opgenomen door de veren. Er worden vijf concepten beschouwd, die hieronder worden beschreven.

Concept 1: Instelwaarden bestaande constant veerhangers/-supports aanpassen

De bestaande constant veerhangers/-supports zijn op een bepaalde waarde ingesteld. Deze waarde kan worden aangepast, zolang dit maar binnen het bereik van het type veerhanger/-support blijft. Het type en de optimale instelwaarde worden bepaald door het maken van een pipe stress berekening. Het gemaakte As Built CAESAR II rekenmodel wordt als uitgangspunt genomen. De berekening wordt zodanig uitgevoerd dat het softwareprogramma zelf het type en de optimale instelwaarde van de constant veerhangers/-supports bepaalt. Er moet worden gecontroleerd of de geselecteerde constant veerhangers/-supports van hetzelfde type zijn als de bestaande constant veerhangers/-supports en of de loads en verplaatsingen binnen het bereik van deze types blijven. Mogelijk zouden de problemen kunnen worden opgelost door de bestaande constant veerhangers/-supports anders in te stellen.

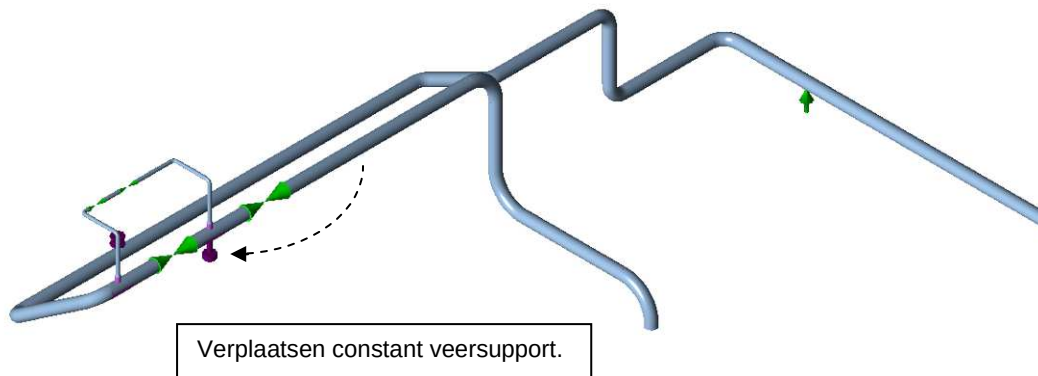


Concept 1 : instelwaarden bestaande constant veerhangers/-supports aanpassen.

Concept 2: Bestaand constant veersupport verplaatsen.

Uit de As Built analyse is gebleken dat de leiding na afsluiter AA191 erg ver doorhangt. Mogelijk kan het probleem worden verholpen door het bestaande constant veersupport te verplaatsen. De nieuwe

positie komt tussen de afsluiters AA501 en AA191 te liggen, omdat hier de grootste concentratie van gewicht aanwezig is.



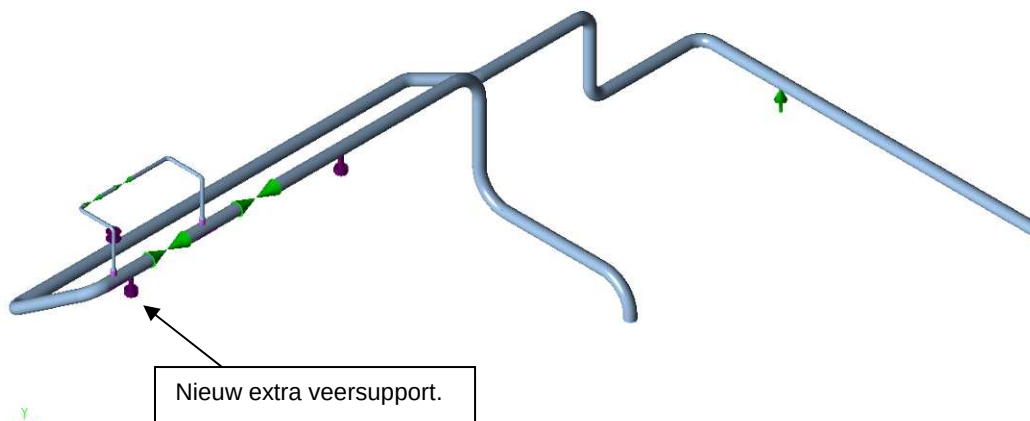
Concept 2: Bestaand constant veersupport verplaatsen.

Concept 3: Bestaand constant veersupport verplaatsen en de instelwaarde van de bestaande constant veerhanger aanpassen.

Als aanvulling op concept 2 worden de instelwaarden van de constant veerhangers/-supports aangepast naar de optimale instelwaarde. Dit wordt gerealiseerd door CAESAR II zelf de instelwaarden van de constant veerhangers/-supports te laten bepalen. Ook hier moet worden gecontroleerd of de geselecteerde types overeenkomen met de bestaande supports en of de instelwaarden binnen het bereik vallen.

Concept 4: Nieuw extra veersupport toevoegen.

Om tot een zo gelijkmatig mogelijke ondersteuning van de leiding te komen kan een nieuw extra veersupport worden toegevoegd aan het bestaande systeem. Het type veersupport wordt bepaald met behulp van CAESAR II en grafieken/tabellen van de fabrikant van het veersupport.



Concept 4: Nieuw extra veersupport toevoegen.

Concept 5: Nieuw extra veersupport toevoegen en de instelwaarden van de bestaande constant veerhangers/-supports aanpassen.

Concept 5 is hetzelfde als concept 4 met het verschil dat de instelwaarden van de bestaande constant veerhangers/-supports wordt aangepast.

5.2 Kosten

Voor de concepten 2 t/m 5 geldt dat de installatie uit bedrijf zal moeten worden genomen om de wijzigingen door te kunnen voeren. Het uit bedrijf gaan van de installatie is de grootste kostenpost, waar niet direct een prijskaartje aan te hangen is. Uiteraard wordt een stop van de installatie altijd gecombineerd met andere onderhouds- en/of herstelwerkzaamheden.

De keurende instantie die toezicht houdt op de wijziging dient vooraf goedkeuring te geven aan de wijziging en zal nadat deze wijziging is doorgevoerd een inspectie verrichten. Ook de kosten hiervoor zullen moeten worden meegerekend.

De opdracht voor het analyseren van het probleem en het geven van advies over de oplossing, wordt door Bureau Veritas uitgevoerd tegen een vaste prijs. De projectleiding, QA/QC management, werkvoorbereiding en inkoop zullen door het personeel van AEB zelf worden uitgevoerd. De montage zal worden uitgevoerd door een contractor die permanent op het terrein aanwezig is. Het NDO wordt uitgevoerd door een extern bedrijf met gecertificeerd personeel en de beoordeling van de wijziging wordt uitgevoerd door de keurende instantie die optreedt als Aangewezen Keurings Instantie (AKI).

Om een indruk te krijgen van de kosten per concept, wordt een schatting gedaan voor de benodigde uren en uurtarieven. Een nieuw Lisega support van het type 16 32 15 kost rond de € 2.000,- per stuk.

In onderstaande tabel is de kostenschatting per concept weergegeven. De kostenschatting is opgebouwd uit aannames en alleen bedoeld ter indicatie, zodat het kostenplaatje mee kan worden genomen in de keuze voor een van de vijf concepten. De kosten voor het uit bedrijf gaan van de installatie zijn niet meegenomen.

	Concept 1	Concept 2	Concept 3	Concept 4	Concept 5
Engineering	8.000,-	8.000,-	8.000,-	8.000,-	8.000,-
Projectmanagement/QA & QC					
▪ Projectmanager/ QA & QC (€ 120,- p/u)	(24 uur) 2.880,-	(40 uur) 4.800,-	(40 uur) 4.800,-	(40 uur) 4.800,-	(40 uur) 4.800,-
Werkvoorbereiding					
▪ Werkvoorbereider/inkoper (€ 80,- p/u)	(16 uur) 1.280,-	(24 uur) 1.920,-	(32 uur) 2.560,-	(16 uur) 1.280,-	(24 uur) 1.920,-
Materiaal					
▪ tijdelijke constructie	500,-	500,-	500,-	500,-	500,-
▪ nieuw supportstaal	-	6.000,-	6.000,-	6.000,-	6.000,-
▪ nieuw Lisega support	-	-	-	4.000,-	4.000,-
Montage/laswerk					
▪ monteur/fitter (€ 40,- p/u)	(2x 24 uur) 1.920,-	(2x 60 uur) 4.800,-	(2x 64 uur) 5.120,-	(2x 36 uur) 2.880,-	(2x 40 uur) 3.200,-
▪ gecertificeerde lasser (€ 60,- p/u)	-	(1x 8 uur) 480,-	(1x 8 uur) 480,-	(1x 8 uur) 480,-	(1x 8 uur) 480,-
Inspectie					
▪ NDO	-	1.000,-	1.000,-	1.000,-	1.000,-
▪ keurende instantie (AKI)	1.000,-	1.000,-	1.000,-	1.000,-	1.000,-
Totaal (€)	15.580,-	28.500,-	29.460,-	29.940,-	30.900,-

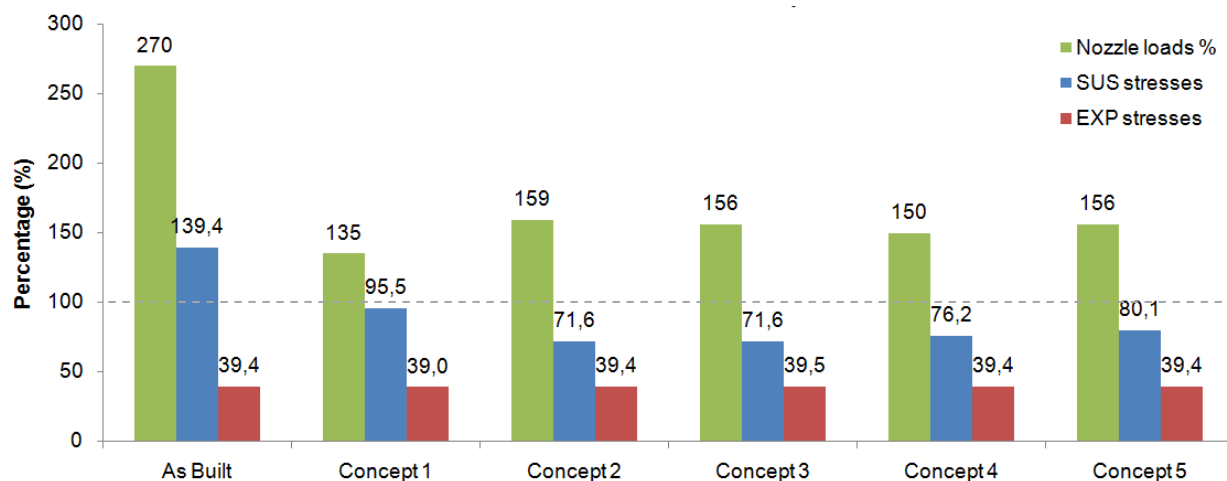
Kostenschatting per concept.

5.3 Uitwerking concepten

Van alle vijf concepten is een CAESAR II berekening gemaakt. Opvallend is dat bij alle concepten de toelaatbare nozzle loads worden overschreden. In de huidige situatie is de overschrijding van de nozzle loads 270%. Er is in het oorspronkelijke ontwerp nooit rekening gehouden met deze loads. De manier waarop het bestaande stoomleidingwerk is geïnstalleerd leidt ertoe dat de nozzle loads nooit binnen de toelaatbare waarden zullen blijven. Nadat een keuze is gemaakt voor een van de concepten zal in de Optimize fase moeten worden getracht het systeem te optimaliseren, zodat de nozzle loads zo laag mogelijk uitvallen. Er is enige marge aanwezig omdat de nozzle loads zijn berekend bij de ontwerptemperatuur. De werkelijke operationele bedrijfstemperatuur zal iets lager zijn.

De resultaten van de CAESAR II analyse van de vijf concepten is in grafieken en een tabel weergegeven om een onderling vergelijk te kunnen maken en het verschil ten opzicht van de As Built situatie aan te tonen.

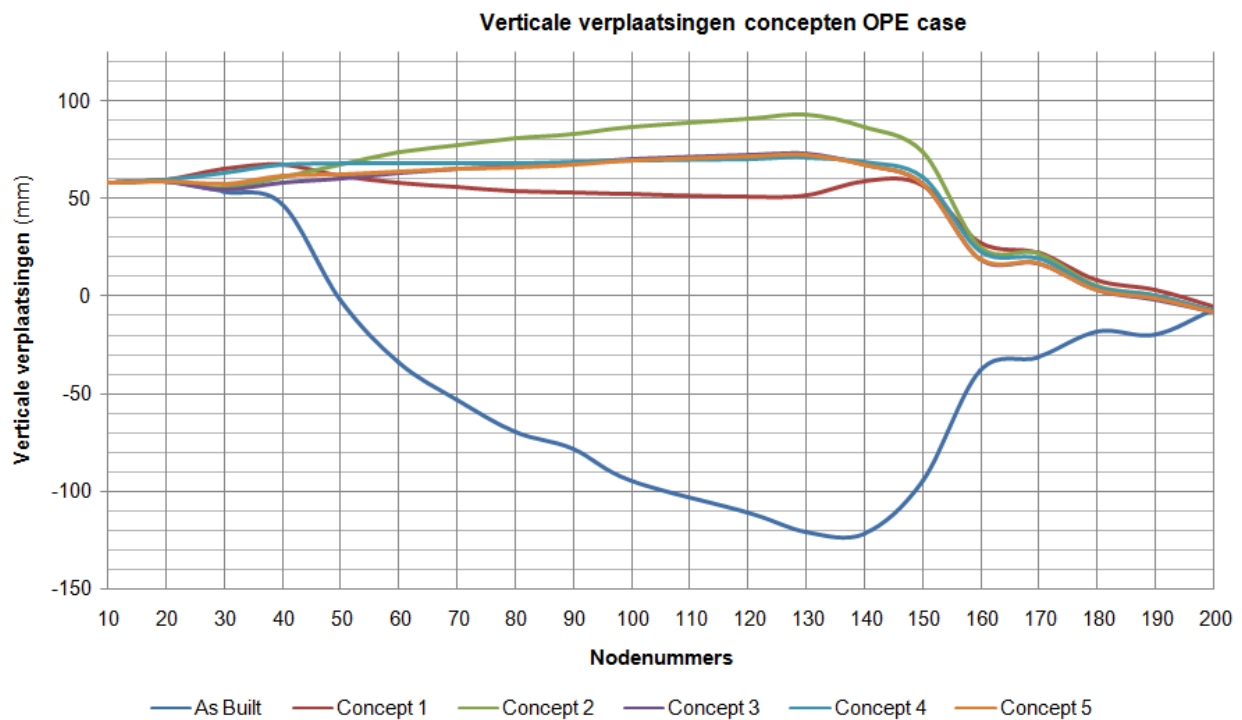
In de onderstaande tabel zijn per concept een overzicht van de spanningen in de sustained en expansion case en het percentage van de hoogst aanwezige nozzle load ten opzichte van de maximaal toelaatbare nozzle load weergegeven.



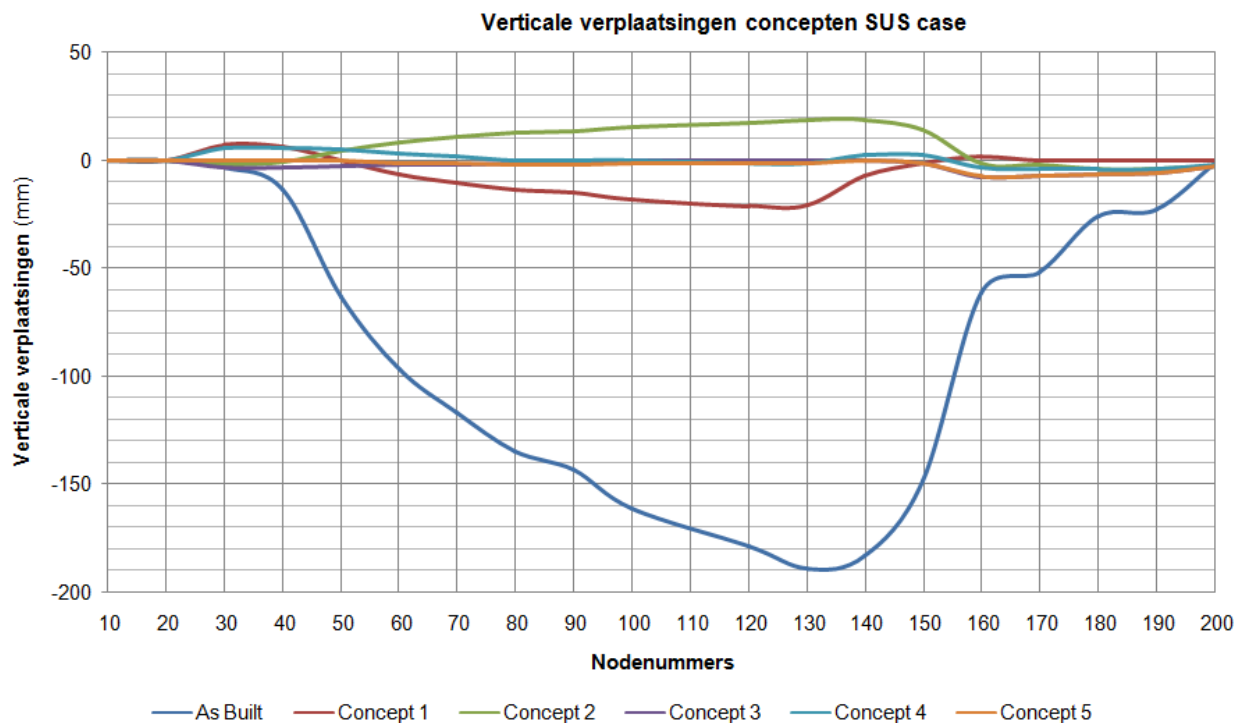
Stresses en nozzle loads van concepten en As Built situatie.

De nozzle loads van concept 1 vallen met 135% van de toelaatbare waarde het laagste uit. De sustained stresses van concept 1 liggen met 95,5% aan de hoge kant. De uitkomsten van de concepten 2 tot en met 5 liggen vrij dicht bij elkaar.

Op de volgende pagina zijn een tweetal grafieken weergegeven die de verticale verplaatsingen van nodelnummer 10 tot en met 200 presenteren. Ook hier is de As Built situatie samen weergegeven met de vijf concepten om een goed vergelijk te kunnen maken. In deze grafieken is te zien dat de ondersteuning van de concepten 3, 4 en 5 het meest gelijkmatig is.



Verticale verplaatsingen in de operating case van de concepten en de As Built situatie.



Verticale verplaatsingen in de sustained case van de concepten en de As Built situatie.

5.4 Pugh conceptselectie

Om de beste keuze te maken op basis van vooraf gestelde criteria kan de Pugh conceptselectie worden toegepast. Met dit instrument worden op een gestructureerde manier alle concepten beoordeeld. Er wordt een matrixstructuur opgezet waarin alle concepten worden afgewogen ten opzichte van een gekozen standaard. Als standaard wordt de huidige situatie genomen. Er wordt gebruik gemaakt van een wegingsfactor met een gewicht van 1 tot 5. De volgende schaalverdeling is van toepassing op de criteria:

Schaalverdeling criteria	
-2	Veel slechter dan de standaard.
-1	Slechter dan de standaard.
0	Gelijk aan de standaard.
1	Beter dan de standaard.
2	Veel beter dan de standaard.

Schaalverdeling criteria Pugh conceptselectie.

De gestelde criteria zijn afkomstig van het programma van eisen dat betrekking heeft op de conceptkeuze voor het herontwerp. Deze criteria zijn:

- lage belasting van de stoomdrumnozzle;
- lage en gelijkmatige belasting van supporting;
- duurzaam;
- lage kosten;
- minimale aanpassingen aan bestaande installatie.

De duurzaamheid kan worden vertaald naar zo laag mogelijke spanningen. Hieronder is de uitwerking van de Pugh conceptselectie weergegeven.

Criteria	Gewicht	Huidige situatie	Concept 1	Concept 2	Concept 3	Concept 4	Concept 5
Lage belasting van de stoomdrumnozzle	3	0	2	1	1	1	1
Lage en gelijkmatige belasting van supporting	2	0	1	1	2	2	2
Duurzaam	4	0	1	2	2	2	2
Lage kosten	3	0	-1	-2	-2	-2	-2
Minimale aanpassingen aan bestaande installatie	3	0	-1	-2	-2	-1	-2
ongewogen >		0	2	0	1	2	1
gewogen >		0	6	1	3	6	3

Uitwerking Pugh conceptselectie.

Concept 1 en 4 scoren in de Pugh conceptselectie zowel gewogen als ongewogen het hoogst. Concept 1 bestaat uit het aanpassen van de instelwaarden van de bestaande constant veerhangers/-supports. Concept 4 bestaat uit het plaatsen van een nieuw extra veersupport. De bestaande supporting blijft ongewijzigd en ook de instelwaarden van de bestaande constant veerhangers/-supports worden niet veranderd.

Om een goede afweging te kunnen maken tussen concept 1 en 4 zal een aanvullend instrument moeten worden gebruikt. Om alle voor- en nadelen van deze twee concepten op een rij te zetten wordt er een SWOT-analyse gemaakt.

5.5 SWOT-analyse

De SWOT-analyse is een sterkte-zwakteanalyse. Sterkten (strengths), zwakten (weaknesses), kansen (opportunities) en bedreigingen (threats) worden in een matrix uiteengezet. In onderstaande tabel zijn de concepten naast elkaar in een SWOT-analyse weergegeven.

	Concept 1	Concept 4
S	- laagste kosten; - lage belasting stoomdrum nozzle.	- gelijkmatige ondersteuning stoomleiding; - bestaande supporting blijft onveranderd.
W	- hoge spanningen in het leidingwerk in de sustained case (op het randje van de toelaatbare waarde); - constant veerhangers/-supports worden zwaar belast (net binnen bereik van type); - leiding blijft doorhangen.	- aanschaf en installatie van nieuw support; - installatie moet uit bedrijf voor montage nieuw constant veersupport.
O	mogelijkheid tot plaatsen van extra support als de oplossing niet afdoende is.	- mogelijkheid om het systeem achteraf bij te stellen (loads ruim binnen bereik van het type constant veerhangers/-supports); - mogelijkheid om nozzle loads verder te verlagen door optimale uitvoering nieuw support.
T	- wijzigen van instelwaarden constant veerhanger/-supports heeft onvoldoende effect; - verplaatsingen en loads komen door onvoorziene factoren buiten het bereik van de constant veerhangers/-supports.	onvoorziene problemen bij montage.

SWOT-analyse conceptkeuze.

5.6 Uitkomst Pugh conceptselectie en SWOT-analyse

Er zijn vijf concepten geanalyseerd in CAESAR II, die in de Pugh conceptselectie op een rij zijn gezet. Als criteria zijn de van toepassing zijnde punten uit het programma van eisen gebruikt. Uit de Pugh conceptselectie komen concept 1 en 4 als beste keuze naar voren. De score is voor beide concepten even hoog. Om een goede keuze tussen de twee concepten te kunnen maken is er een SWOT-analyse uitgevoerd. Deze sterkte-zwakteanalyse benoemt naast de sterke en zwakke eigenschappen ook de kansen en bedreigingen van de concepten.

Concept 1 brengt een aantal risico's met zich mee. De leiding zal ook na het wijzigen van de instelwaarden van de constant veerhangers/-supports nog steeds door blijven hangen, al is dit niet meer zo extreem als in de huidige situatie. Ook zijn de spanningen in het leidingwerk met 95,5% van de toelaatbare waarde erg hoog. De constant veerhangers/-supports zullen moeten worden ingesteld tot hun uiterste waarde, met het risico dat deze in de praktijk door onvoorziene factoren alsnog buiten het bereik komen te vallen.

Bij concept 4 zijn nauwelijks risico's aanwezig, afgezien van mogelijke problemen bij de montage. Het plaatsen van een nieuw veersupport heeft als grote voordeel dat de loads van alle constant veerhangers/-supports ruim binnen hun uiterste bereik blijven. Hierdoor is er de mogelijkheid om achteraf het systeem eventueel bij te kunnen stellen. De leiding wordt bij concept 4 gelijkmatig ondersteund en hangt niet door.

Wanneer de uitvoering van concept 1 niet het gewenste resultaat zou hebben, zou er alsnog een extra support bij kunnen worden geplaatst. Dit heeft als grote nadeel dat de installatie dan weer opnieuw uit

bedrijf zou moeten, met alle kosten van dien. Met de genoemde risico's van concept 1 en de voordelen van concept 4 valt de uiteindelijke conceptkeuze uit in het voordeel van concept 4. Het vervolg is dan ook de verdere uitwerking van concept 4.

5.7 Selectie nieuw Lisega support

De ruimte om het nieuwe support te kunnen plaatsen is vrij beperkt. Tussen afsluiter AA191 en het T-stuk van de by-pass leiding is een vrije ruimte aanwezig van ongeveer 370 mm. Op deze positie is onder de leiding staal aanwezig waarop het nieuwe support kan worden afgesteund. Dit resulteert in de keuze voor een veersupport, waarbij het support onder de leiding wordt geplaatst.

Alle veerhangers en supports bij AEB zijn afkomstig van de fabrikant Lisega. Als eerste zal het type veersupport moeten worden bepaald. Er zijn twee soorten veersupports:



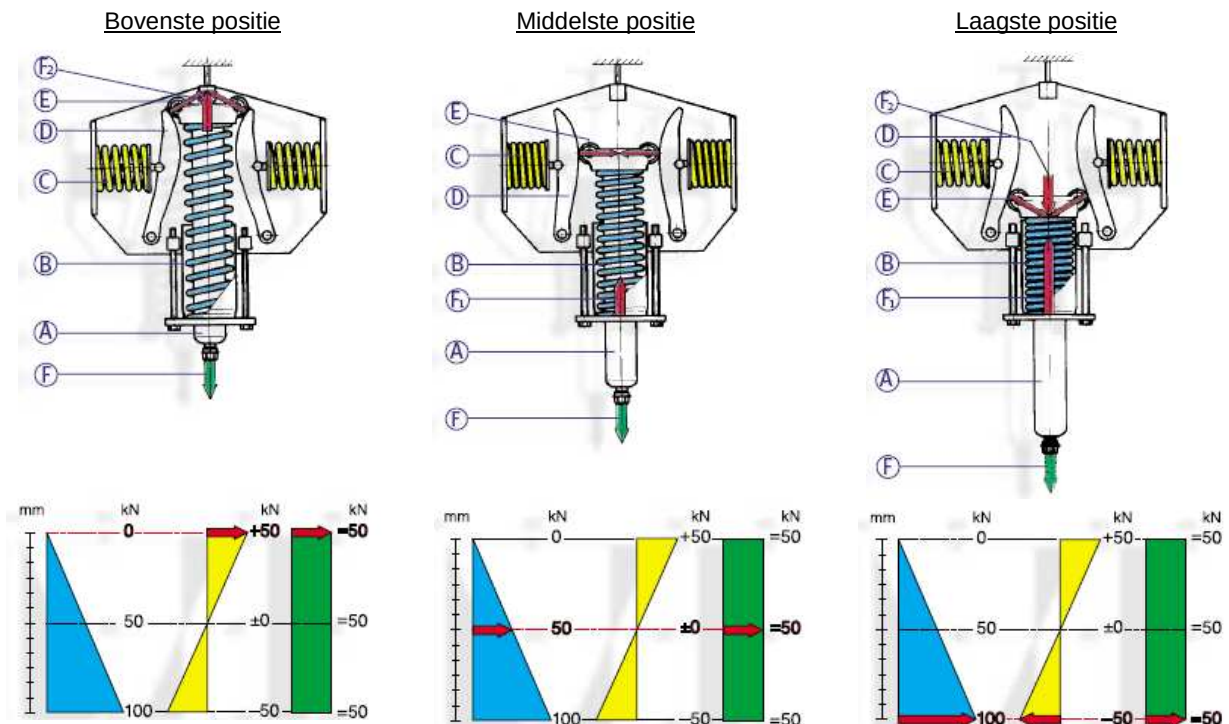
Veersupports

Veerhangers en –supports worden toegepast om kleine verticale verplaatsingen op te vangen. De belasting die wordt uitgeoefend door de veer, verandert met de indrukking en uitrekking ervan. Dit wordt uitgedrukt in een veerconstante.



Constant veersupports

Constant hangers en –supports worden toegepast om leidingwerk te ondersteunen wanneer een grote verticale verplaatsing moet worden opgevangen. De functie van een constant veerhanger/-support is om een constante belasting uit te oefenen over het gehele bereik van verplaatsingen. De belasting zal hetzelfde blijven op elke positie die wordt ingenomen, mits de verplaatsingen binnen het bereik van het type blijven. De werking van een Lisega constant veerhanger is in onderstaande afbeelding weergegeven.

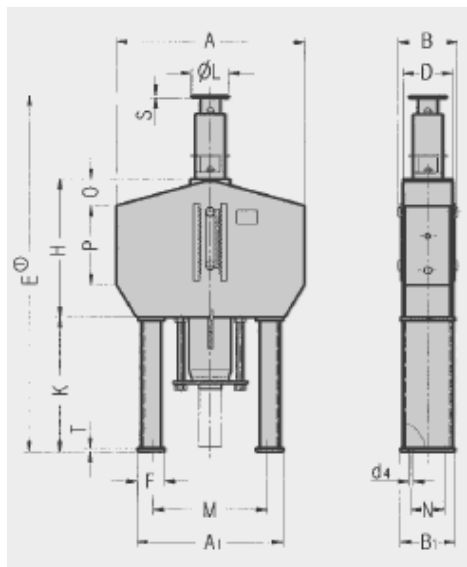


Werkingsprincipe van een Lisega constant veerhanger.

Uit de pipe stress berekening volgt dat er een constant veersupport moet worden toegepast met een load van 2,5 kN en met de mogelijkheid om 70 mm verticaal te kunnen verplaatsen. De verticale verplaatsing is te groot om een normaal veersupport toe te passen.

Selection example: 24 kN / 210mm	Type description					Load (kN)														
						0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22					
			11 C3	–		0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22					
			11 D3	11 D2		0.25	0.27	0.29	0.31	0.33	0.35	0.38	0.40	0.42	0.44					
	11 15	11 14	11 13	11 12		0.50	0.54	0.58	0.63	0.67	0.71	0.75	0.79	0.83	0.88					
	11 25	11 24	11 23	11 22		1.00	1.08	1.17	1.25	1.33	1.42	1.50	1.58	1.66	1.75					
	11 35	11 34	11 33	11 32		2.00	2.17	2.33	2.50	2.67	2.83	3.00	3.17	3.33	3.50					
	11 45	11 44	11 43	11 42		4.00	4.33	4.66	5.00	5.33	5.66	6.00	6.33	6.66	7.00					
	11 55	11 54	11 53	11 52		8.00	8.67	9.33	10.00	10.67	11.33	12.00	12.67	13.33	14.00					
	11 66	11 65	11 64	11 63	11 62	16.00	17.33	18.66	20.00	21.33	22.66	24.00	25.33	26.66	28.00					
	11 76	11 75	11 74	11 73	11 72	24.00	26.00	28.00	30.00	32.00	34.00	36.00	38.00	40.00	42.00					
	11 86	11 85	11 84	11 83	11 82	32.00	34.66	37.33	40.00	42.66	45.33	48.00	50.66	53.33	56.00					
	11 96	11 95	11 94	11 93	11 92	40.00	43.33	46.66	50.00	53.33	56.66	60.00	63.33	66.66	70.00					
	12 86	12 85	12 84	12 83	12 82	64.00	69.33	74.66	80.00	85.33	90.66	96.00	101.33	106.66	112.00					
	12 96	12 95	12 94	12 93	12 92	80.00	86.66	93.33	100.00	106.70	113.30	120.00	126.70	133.30	140.00					
	13 86	13 85	13 84	13 83	13 82	96.00	104.00	112.00	120.00	128.00	136.00	144.00	152.00	160.00	168.00					
	13 96	13 95	13 94	13 93	13 92	120.00	130.00	140.00	150.00	160.00	170.00	180.00	190.00	200.00	210.00					
Intermediate values can be interpolated	14 86	14 85	14 84	14 83	14 82	128.00	138.70	149.30	160.00	170.70	181.30	192.00	202.70	213.30	224.00					
	14 96	14 95	14 94	14 93	14 92	160.00	173.30	186.70	200.00	213.30	226.70	240.00	253.30	266.70	280.00					
...2...(150mm) ④						135	140	145	150	145	140	135	130	125	120					
...3...(300mm) ④						270	280	290	300	290	280	270	260	250	240					
...4...(450mm) ④						405	420	435	450	435	420	405	390	375	360					
...5...(600mm) ④						540	560	580	600	580	560	540	520	500	480					
...6...(750mm) ④						675	700	725	750	725	700	675	650	625	600					

Selectietabel Lisega constant veerhangers.



In de bovenstaande Lisega tabel is de selectie in het rood aangegeven. De eerste twee cijfers geven het type constant support aan (in de tabel is 11 ingevuld). Type 11 is een constant veerhanger en type 16 een constant veersupport. Achter deze codering komt een Lisega volgnummer dat aangeeft of het om een standaard toepassing of een nucleaire toepassing gaat. De standaard toepassing wordt aangeduid met de code 15. Het geselecteerde constant support wordt dan type 16 32 15.

De maatvoering van het constant veersupport is hieronder aangegeven. De opgegeven totale hoogtemaat (E) is een maximale waarde en kan naar beneden worden bijgesteld. Dit dient bij de bestelling te worden opgegeven, evenals het type, de hot load en de verticale verplaatsing. Evenals het kunnen nog iets veranderen door de optimalisatie van het support in de Optimize fase. Dit zal een minimale verandering zijn die verder geen effect zal hebben op deze selectie.

Type	A	A1	B	B1	D	d4	E①	F	H	K	L	M	N	O	P	S	T	Weight (kg)
16 32 15	445	350	170	140	132	12	745	75	275	275	100	270	70	10	165	6	10	39

Maatvoering Lisega constant veersupport type 16 32 15.

5.8 Non-destructief onderzoek

In de huidige situatie wordt de stoomdrumnozzle zwaar belast. De belasting overschrijdt de toelaatbare waarde met 270%. Ook de spanningen in het T-stuk na afsluiter AA191 zijn te hoog. Om er zeker van te zijn dat er geen schade is ontstaan zal er non-destructief onderzoek moeten worden verricht. Het kritische punt is de lasverbinding tussen de nozzle en de stoomdrum en de lasverbindingen tussen de hoofdleiding en de branch nipples van de by-pass leiding. Door de cyclische temperatuurwisselingen en hoge belastingen is er kans dat er na verloop van tijd vermoeiingsscheuren ontstaan. Vermoeiingsscheuren ontstaan zonder dat er een merkbare vervorming aan vooraf is gegaan. Bij vermoeiing ontstaat er materiaalbeschadiging op microschaal. Vermoeiingsscheuren kunnen ook ontstaan wanneer de spanning lager is dan de vloeigrens, waardoor geringe plastische vervormingen op de korrelgrenzen van het materiaal optreden. Dit kan bijvoorbeeld worden veroorzaakt door de aanwezigheid van spanningsconcentraties.

De volgende fasen worden doorlopen in het geval van een vermoeiingsscheur:

- wisselend glijden;
- het ontstaan van microscheuren;
- de groei van microscheuren;
- de groei van een macroscheur;
- het ontstaan van restbreuk.

De spanningen die ontstaan bij wisselend glijden en het ontstaan van microscheuren ten gevolge van uitwendige belasting zijn aan het oppervlak het grootst. Daarnaast zijn er spanningsconcentraties als gevolg van de vormgeving, bijvoorbeeld bij lassen. Het onderzoek zal zich dan ook concentreren op het oppervlak van de verbindingslas tussen nozzle en stoomdrum en de las van de branch nipples op de hoofdleiding. Hier zullen de grootste spanningen optreden en door de vormgeving van de lassen is op deze plekken scheurinitiatie te verwachten. Ook de warmtebeïnvloede zone (HAZ) van de lassen dient te worden meegenomen, omdat hier de hoogste hardheidswaarden en een lage taaiheid zijn te verwachten.

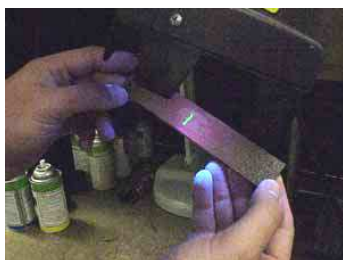
De meest gangbare oppervlakte scheuronderzoeken zijn:

- magnetisch onderzoek;
- penetrant onderzoek;
- visueel onderzoek.



Magnetisch onderzoek (MT)

Scheuren op of net onder het oppervlak kunnen worden aangetoond door een magnetisch onderzoek. Dit kan alleen worden toegepast op ferromagnetische metalen. Door middel van een magneet wordt er een magnetisch veld in het object aangebracht. Op plaatsen waar scheuren of ander beschadigingen aanwezig zijn, wordt het magneetveld verstoord. De veldlijnen in het magnetisch veld zullen niet in een rechte lijn doorlopen wat aantoonbaar kan worden gemaakt door ijzerpoeder op het object te verspreiden. Dit poeder zal een afwijkend patroon aangeven. Als alternatief kan een fluorescerende vloeistof worden gebruikt, wat een hogere nauwkeurigheid teweegbrengt.



Penetrant onderzoek (PT)

Een penetrant onderzoek kan worden uitgevoerd op alle niet-poreuze materialen. Er wordt een vloeistof (penetrant) op het materiaaloppervlak aangebracht, welke door zal dringen tot in de beschadigingen. Vervolgens wordt het overtollige penetrant verwijderd. Hierna wordt een andere stof (ontwikkelaar) aangebracht die de

penetrant in de beschadigingen zichtbaar maakt. De fouten kunnen zowel door daglicht als UV-lampen zichtbaar worden gemaakt.

Visueel onderzoek (VT)

Een visueel onderzoek beperkt zich tot een zintuiglijke beoordeling van het te onderzoeken object. Het uiterlijk van het object wordt nauwkeurig geïnspecteerd, waarbij kleine details ($> 0,1$ mm) en afwijkingen goed herkenbaar zijn. Met eenvoudige hulpmiddelen zoals een lamp of vergrootglas kunnen kleine oppervlaktefouten worden ontdekt. Het voordeel van visueel onderzoek is dat het snel kan worden uitgevoerd en goedkoop is.

Aan te bevelen is om een visueel onderzoek uit te voeren en vervolgens geheel rondom een magnetisch onderzoek uit te voeren op en direct naast de verbindinglassen. Het magnetisch onderzoek heeft de voorkeur boven het penetrant onderzoek, omdat schade net onder het materiaaloppervlak met een magnetisch onderzoek aantoonbaar kan worden gemaakt.

5.9 Conclusie Design fase

Nadat in de Identify fase de oorzaak van het probleem aan het licht is gebracht, is er in de Design fase naar een oplossing gezocht. Er zijn vijf concepten geanalyseerd in CAESAR II. Om een keuze uit deze vijf concepten te kunnen maken is er gebruik gemaakt van de Pugh conceptselectie. Uit dit instrument zijn twee concepten naar voren gekomen met de hoogste score. Er is vervolgens een SWOT-analyse uitgevoerd om een keuze tussen de twee overgebleven concepten te kunnen maken. Na alle voor- en nadelen van de concepten tegen elkaar te hebben afgewogen, is er uiteindelijk gekozen voor de verdere uitwerking van concept 4. Dit concept bestaat uit het plaatsen van een nieuw support, waarbij de instellingen van de bestaande constant veerhangers/-supports niet worden veranderd.

Voor de keuze van het nieuwe support is een selectie gemaakt uit de verschillende types supports van de fabrikant Lisega. Omdat er staal onder de leiding aanwezig is, is er gekozen voor een veersupport en geen veerhanger. De grote verticale verplaatsing van de leiding resulteert in de keuze voor een constant veersupport. De belasting die het support op de leiding uitoefent is voor iedere positie die wordt ingenomen hetzelfde, mits dit binnen het bereik blijft van het type constant veersupport. Uit de Lisega selectietabel volgt dat er een constant veersupport moet worden toegepast van het Lisega type 16 32 15. In de Optimize fase zal dit support verder in detail worden uitgewerkt, waarbij er naar een verdere minimalisatie van de nozzle loads op de stoomdrum zal worden gezocht.

Om te bepalen of er schade is ontstaan als gevolg van het doorhangen van de stoomleidingen is er een advies uitgebracht om non-destructief onderzoek uit te voeren. De meest kritische punten zijn de lasverbindingen tussen de nozzle en de stoomdrum en de lasverbindingen van de branch nipples van de by-pass leiding met de hoofdleiding. De spanningsconcentratie is het grootst in het materiaaloppervlak en de HAZ van deze lassen. Op deze punten zouden vermoeiingsscheuren kunnen zijn ontstaan door de hoge belasting in combinatie met de cyclische bewegingen door temperatuurwisselingen. Aanbevolen wordt om deze lassen volledig rondom te onderzoeken door middel van visueel- en magnetisch onderzoek.

6 Optimize fase

In de Design fase is concept 4 gekozen als de beste oplossing. In de Optimize fase wordt het gekozen concept verder in detail uitgewerkt en waar nodig kan er verder worden geoptimaliseerd. Om de installatie zo kort mogelijk uit bedrijf te laten gaan, zal de aanpassing zo goed mogelijk moeten worden voorbereid. Er wordt een detailtekening van het nieuwe support gemaakt met stuklijst. Het support kan zover mogelijk worden geprefabriceerd, zodat er bij het uit bedrijf gaan van de installatie zo min mogelijk handelingen hoeven te worden verricht.

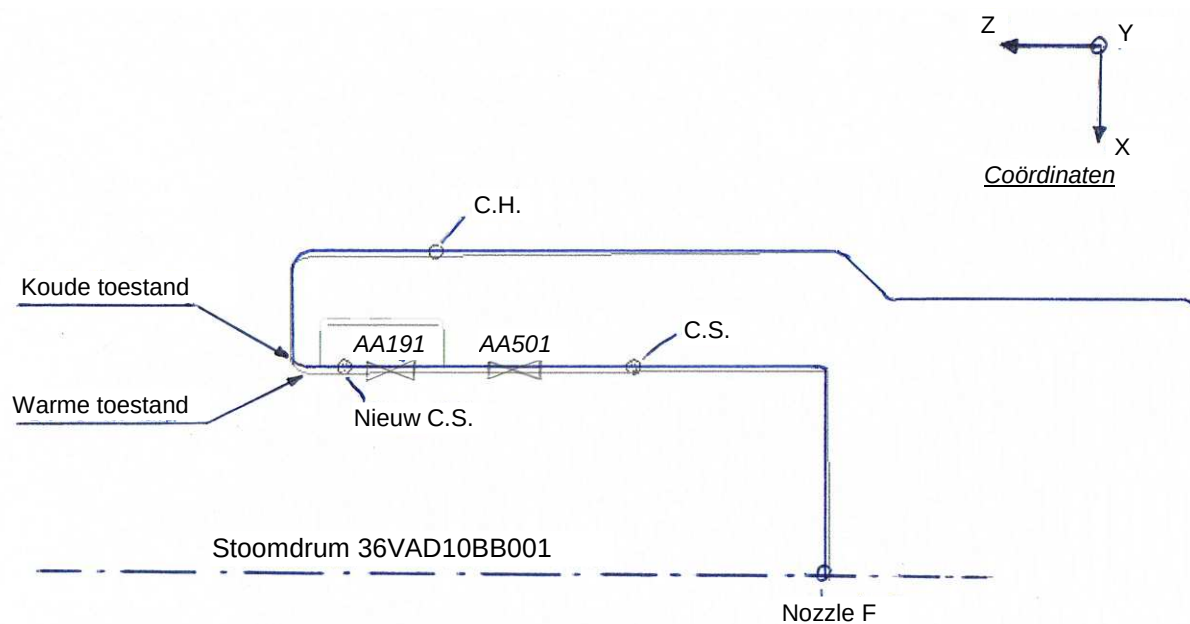
6.1 Optimalisering nozzle loads stoomdrum

De nozzle loads op nozzle F van de stoomdrum blijven ook na het plaatsen van een nieuw extra support boven de toelaatbare waarde die is opgegeven door de stoomdrumfabrikant. Deze overschrijding van toelaatbare nozzle loads wordt veroorzaakt door een moment om de verticale y-as. De optredende nozzle loads van concept 4 zijn hieronder weergegeven in een tabel.

Node 10	F_x [N]	F_y [N]	F_z [N]	M_x [Nm]	M_y [Nm]	M_z [Nm]
Operating case	-735	943	1876	1073	3000	-1125
Sustained case	-48	1083	268	35	509	-2401
Max. allowable loads	1000	3000	2000	3000	2000	3000

Concept 4: nozzle loads stoomdrum 36VAD10BB001 nozzle F.

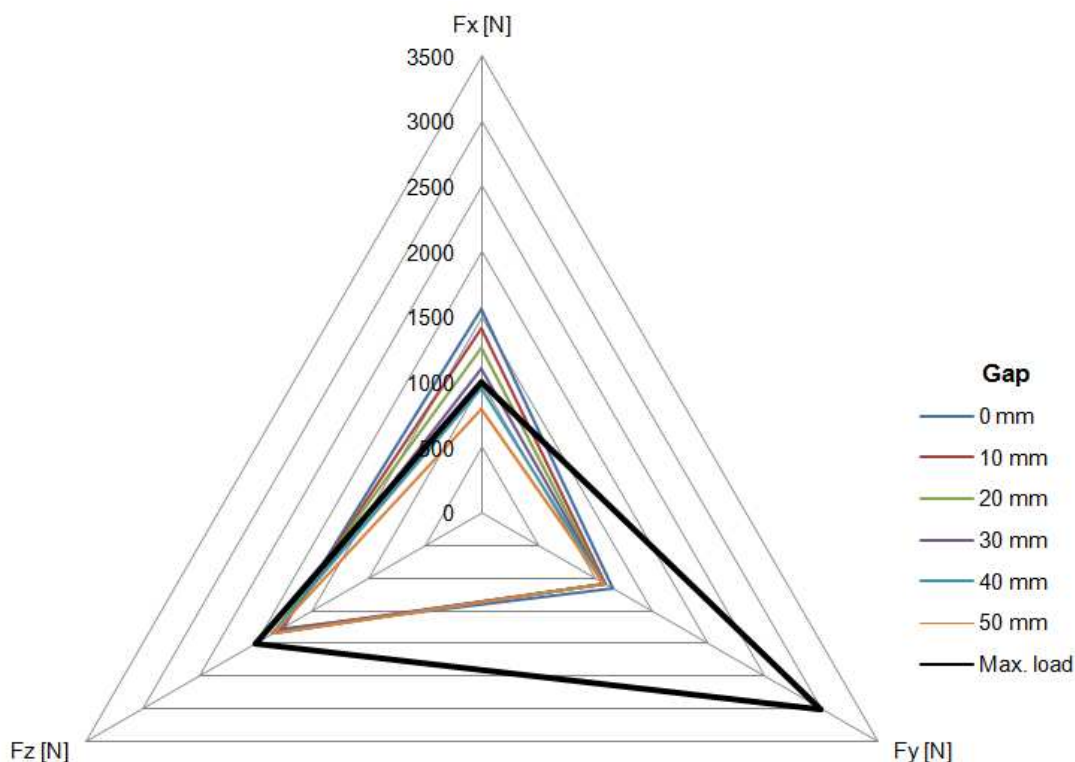
Het hoge moment om de y-as is alleen aanwezig in de operating case en is in de sustained case veel lager. Dit wijst erop dat dit moment wordt veroorzaakt door uitzetting van het leidingstelsel als gevolg van temperatuurverhoging. Het leidingwerk boven de stoomdrum is nergens begrensd in zijdelingse richting door supporting en kan daardoor vrij bewegen in de zijdelingse x-richting. In de bocht na afsluiter AA191 verplaatst de leiding zich met 57 mm in de x-richting door de hoge ontwerptemperatuur. Dit resulteert in een buigend moment om de y-as ter plaatse van de stoomdrumnozzle. Dit is in onderstaande afbeelding weergegeven.



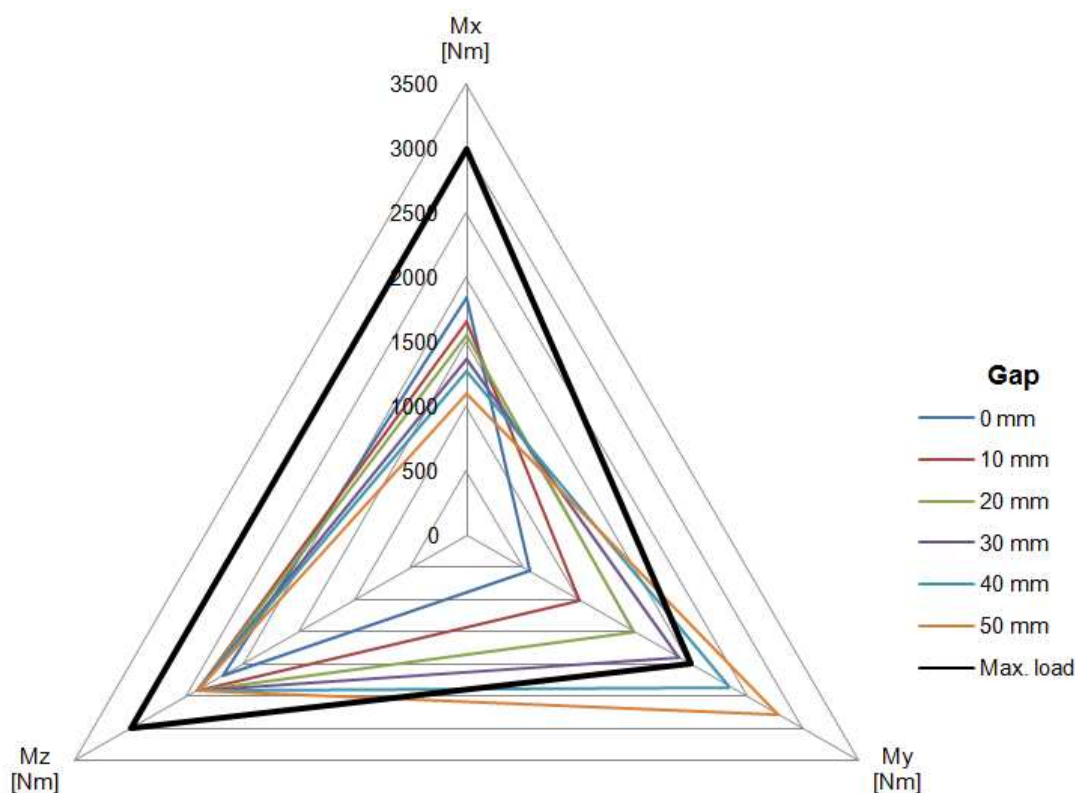
Bovenaanzicht elastische lijn concept 4 in operating case.

Om te voorkomen dat de leiding te veel kan bewegen in de x-richting wordt een guide aan het nieuwe support toegevoegd. Een guide begrenst de leiding tegen verplaatsingen in zijdelingse richting, maar verticale en axiale verplaatsingen worden niet begrensd. De guide moet een bepaalde vrije ruimte hebben waardoor een kleine verplaatsing in de x-richting mogelijk is. Wanneer deze ruimte (gap) er niet zou zijn, wordt niet het moment om de y-as maar de kracht in x-richting op de stoomdrumnozzle te groot. De leiding moet dus over een kleine afstand kunnen verplaatsen, maar ook weer niet teveel. Er zal naar een optimale afstand moeten worden gezocht, waarbij zowel de krachten als momenten op de nozzle zo laag mogelijk uitvallen en de spanningen in de leiding niet te hoog oplopen. Dit probleem geeft de complexiteit aan bij het maken van een goede pipe stress berekening. Aan de ene kant is het gunstig het leidingwerk zo min mogelijk te begrenzen, zodat het vrij kan uitzetten en de spanningen in het leidingwerk laag blijven. Aan de andere kant zal de leiding in zijn bewegingen moeten worden begrensd om nozzle loads en verplaatsingen van de leiding acceptabel te houden.

Ter plaatse van het nieuwe support wordt een guide geïnstalleerd met een gap. De exacte maat van de gap wordt bepaald door een aantal waarden uit te proberen en de resultaten te vergelijken. De nozzleverplaatsing van de stoomdrum in warme toestand is 39 mm in de positieve x-richting. Het is dan ook waarschijnlijk dat de optimale maat van de gap in de buurt zal liggen van de 39 mm. In onderstaande sterdiagrammen van optredende krachten en momenten op de stoomdrumnozzle zijn een aantal verschillende gaps uiteengezet. De maximaal toelaatbare krachten en momenten zijn aangegeven met een dikke zwarte lijn. Deze waarden gelden voor zowel de positieve als negatieve krachten en momenten. In de diagrammen zijn alle waarden positief weergegeven. De optredende waarden dienen binnen het oppervlak van de zwarte lijn te vallen.



Optredende krachten op nozzle F bij verschillende gap afstanden.



Optredende momenten op nozzle F bij verschillende gap afstanden.

In het diagram van de optredende krachten is te zien dat een gap van 40 mm net binnen de toelaatbare waarden valt. In het diagram van de optredende momenten blijft een gap van 30 mm net binnen de toelaatbare waarden. Een gap van 30 mm levert dus een te hoge kracht op, maar de momenten blijven binnen de toelaatbare waarden. Bij een gap van 40 mm is dit precies andersom. De optimale gapafstand ligt dus tussen deze twee waarden in. Er is gekozen om een gap van 35 mm toe te passen.

6.2 Uitwerking nieuw support

Er is nu bekend aan wat voor eisen het nieuwe support moet voldoen. Het support wordt als volgt uitgevoerd:

- een Lisega constant veersupport type 16 32 15;
- voorzien van een guide met een gap van 35 mm;
- geplaatst tussen afsluiter AA191 en het T-stuk van de by-pass leiding;
- afgesteund op de bestaande onderliggende staalconstructie.

Om het Lisega support af te steunen wordt er een UNP-profiel tussen de bestaande stalen liggers geplaatst, waarop het support komt te staan. De leiding wordt ondersteund door er een trunnion aan te lassen die door middel van een voetplaat op het veersupport wordt afgesteund. Ter plaatse van deze voetplaat is een montagelas bedacht om een eventueel hoogteverschil in het werk op te kunnen vangen. De hoogte is ter plaatse ingemeten op een moment dat de installatie in bedrijf was en de leiding dus in warme toestand. Het support moet geplaatst worden in koude toestand. Het Lisega support is voorzien van een blokkering die verwijderd moet worden bij een belasting die overeenkomt met de ingestelde waarde van de hanger. Deze belasting wordt bereikt wanneer de leiding in koude toestand is. De leiding zal zich in koude toestand op een andere hoogte bevinden dan in warme toestand, waarin de hoogte is opgemeten. De exacte lengte van de trunnion kan alleen in koude toestand worden bepaald en zal in het werk moeten worden aangebracht. Er wordt een montagelas op

de constructietekening aangegeven. Het is daarnaast ook nog mogelijk om het bovenste deel van het Lisega support bij te stellen door dit deel in of uit te draaien.

Bij het lassen aan de bestaande pijp kan gebruik worden gemaakt van de oorspronkelijke lasmethodekwalificaties en lasmethodebeschrijvingen. De materialen en trunnionafmetingen zijn hetzelfde als in het bestaande systeem. De trunnions zijn in de bestaande installatie overal vastgelast aan de hoofdleiding. Om zoveel mogelijk uniform te blijven met de bestaande installatie is er voor de uitvoering, het materiaal en de maatvoering van de trunnion gekozen om deze hetzelfde uit te voeren als de bestaande supports.



Positie nieuw support in leiding 35SBO10BR002.



Positie nieuw support in leiding 36SBO10BR002.

Om zo min mogelijk aan de bestaande pijp te hoeven lassen, wordt de guide uitgevoerd door aan beide zijden van de verticale trunnion een stuk pijp met eindplaat te lassen. Aan weerszijden van het support worden twee verticale UNP-profielen geplaatst met een afstand tussen de aangelaste eindplaten en de profielen van 35 mm. Hiermee wordt de guide met een gap van 35 mm gerealiseerd. De verticale UNP-profielen worden op het bestaande staal en de nieuwe UNP-ligger gelast. Een detailtekening met stuklijst is aan dit verslag toegevoegd in bijlage F.

6.3 Controleberekening UNP-ligger

Om te bepalen of de UNP-ligger voldoet is een controleberekening gemaakt. Hierbij is uitgegaan van de maximale belastingen die tijdens bedrijf kunnen optreden. Het eigen gewicht van de ligger is verwaarloosd.

Uitgangspunten

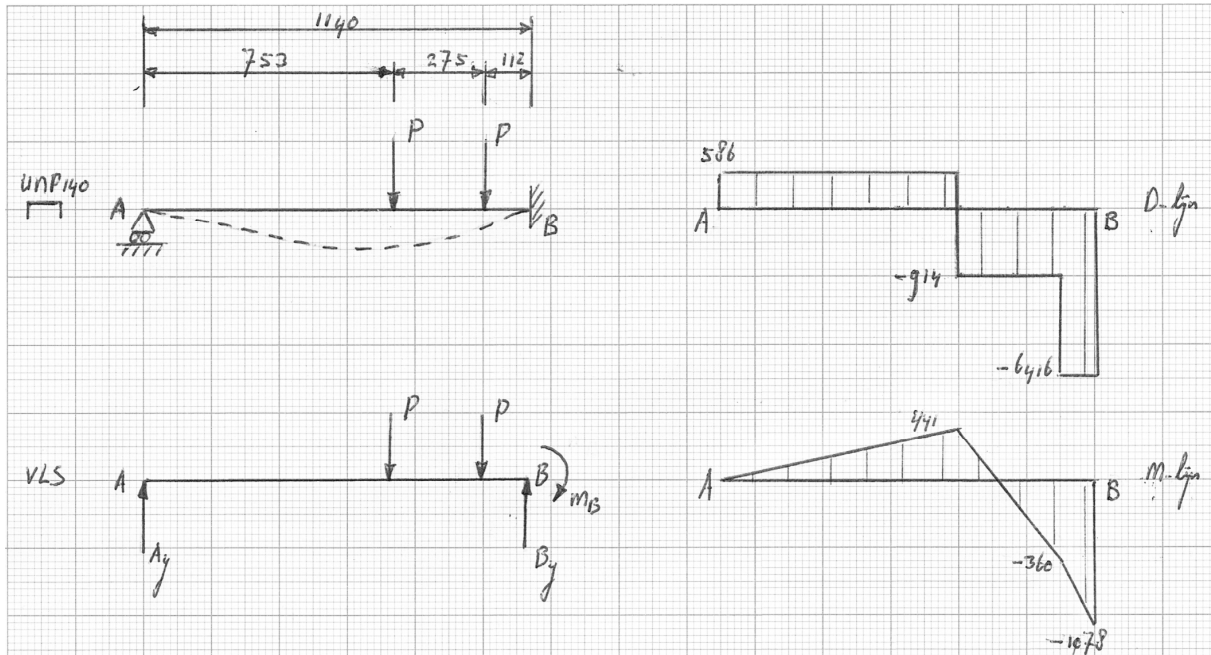
materiaal ligger	S235 ($f_{y,rep} = 235 \text{ N/mm}^2$)
belastingfactor	$\gamma_f = 1,5$
profiel	UNP140 ($h = 140$, $b = 60$)
elasticiteitsmodulus	$E = 210000 \text{ N/mm}^2$
kwadratisch oppervlaktemoment	$I_z = 62,7 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$
weerstandsmoment	$W_z = 14,8 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
zwaartelijnafstand	$e_z = 17,5 \text{ mm}$
lengte overspanning	$L_{rep} = 1140 \text{ mm}$
maximaal toelaatbare doorbuiging	$v_{max} = 0,004 \cdot L_{rep}$

(bron: Polytechnisch zakboek)

De belasting van de UNP-ligger bestaat uit het gewicht van het constant veersupport (390 N) en de maximaal optredende belasting van de leiding gevuld met water (4267 N). Hiermee komt de totale belasting op 4657 N.

Rekenwaarde voor de puntbelastingen is: $P = \gamma_f \cdot F_{\text{rep}}$, waarbij een belastingfactor γ_f van 1,5 in rekening wordt gebracht.

De puntbelasting P is: $(1,5 \cdot 4267) / 2 = 3200$ N. Gerekend wordt met $P = 3500$ N.



Schematische weergave UNP-ligger.

Som van de verticale krachten is 0

$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$A_y - P - P + B_y = 0$$

$$A_y = -B_y + 2P$$

$$A_y = -B_y + 7000 \quad [1]$$

Som van de momenten om A is 0

$$+\circlearrowleft \sum M_A = 0$$

$$-(P \cdot 753) - (P \cdot 1028) + (B_y \cdot 1140) - M_B = 0$$

$$-1781 \cdot P + 1140 \cdot B_y - M_B = 0$$

$$M_B = 1140 \cdot B_y - 1781 \cdot P$$

$$M_B = 1140 \cdot B_y - 6233500 \quad [2]$$

Momentenfunctie

$$M(x) = A_y \langle x - 0 \rangle^1 - P \langle x - 753 \rangle^1 - P \langle x - 1028 \rangle^1$$

Discontinuïteitsfuncties voor $0 \leq x \leq 1140$

$$Elv'' = M(x)$$

$$Elv'' = Ay \langle x - 0 \rangle^1 - P \langle x - 753 \rangle^1 - P \langle x - 1028 \rangle^1$$

$$Elv' = \int Elv''$$

$$Elv' = 1/2 \cdot Ay \langle x - 0 \rangle^2 - 1/2 \cdot P \langle x - 753 \rangle^2 - 1/2 \cdot P \langle x - 1028 \rangle^2 + C1$$

$$Elv = \int Elv'$$

$$Elv = 1/6 \cdot Ay \langle x - 0 \rangle^3 - 1/6 \cdot P \langle x - 753 \rangle^3 - 1/6 \cdot P \langle x - 1028 \rangle^3 + C1 \cdot x + C2$$

Randvoorwaarden voor $C2 = 0$:

$$v = 0 \text{ voor } x = 0$$

$$v = 0 \text{ voor } x = 1140$$

$C1$ bepalen door invullen $x = 1140$ in $Elv = 0$

$$1/6 \cdot Ay \langle x - 0 \rangle^3 - 1/6 \cdot P \langle x - 753 \rangle^3 - 1/6 \cdot P \langle x - 1028 \rangle^3 + C1 \cdot x = 0$$

$$1/6 \cdot Ay \langle 1140 \rangle^3 - 1/6 \cdot 3500 \langle 1140 - 753 \rangle^3 - 1/6 \cdot 3500 \langle 1140 - 1028 \rangle^3 + C1 \cdot 1140 = 0$$

$$C1 = -25 \cdot (2963088 \cdot Ay - 415558717) / 342$$

$$C1 = (10388967925 / 342) - 216600 \cdot Ay$$

Ay bepalen door invullen $C1$ in $Elv' = 0$ met $x = 1140$

$$1/2 \cdot Ay \langle x - 0 \rangle^2 - 1/2 \cdot P \langle x - 753 \rangle^2 - 1/2 \cdot P \langle x - 1028 \rangle^2 + C1 = 0$$

$$1/2 \cdot Ay \langle 1140 \rangle^2 - 1/2 \cdot 3500 \langle 1140 - 753 \rangle^2 - 1/2 \cdot 3500 \langle 1140 - 1028 \rangle^2 + (10388967925 / 342) - 216600 \cdot Ay = 0$$

$$Ay = 3470214503 / 5926176$$

$$Ay = 586 \text{ N}$$

By bepalen door invullen Ay in formule [1]

$$Ay = -By + 7000$$

$$586 = -By + 7000$$

$$By = 6414 \text{ N}$$

M_B bepalen door invullen By in formule [2]

$$M_B = 1140 \cdot By - 6233500$$

$$M_B = 1140 \cdot 6414 - 6233500$$

$$M_B = 1078460 \text{ Nmm} \approx 1078 \text{ Nm}$$

Maximale doorbuiging voor $0 \leq x \leq 753$ bij $Elv' = 0$

$$1/2 \cdot Ay \langle x - 0 \rangle^2 - 1/2 \cdot P \langle x - 753 \rangle^2 - 1/2 \cdot P \langle x - 1028 \rangle^2 + C1 = 0$$

$$1/2 \cdot 586 \langle x \rangle^2 + (10388967925 / 342) - 216600 \cdot 586 = 0$$

$$293 \cdot x^2 - (33020271275 / 342) = 0$$

$$x = 574 \text{ mm}$$

Maximale doorbuiging bepalen door invullen $x = 574$ in EIv

$$EIv = 1/6 \cdot Ay <x - 0>^3 - 1/6 \cdot P <x - 753>^3 - 1/6 \cdot P <x - 1028>^3 + C1 \cdot x$$

$$EIv = 1/6 \cdot 586 <574>^3 + ((10388967925 / 342) - 216600 \cdot 586) \cdot 574$$

$$EIv = -6318337695901 / 171$$

$$v = (-6318337695901 / 171) / (210000 \cdot 62,7 \cdot 10^4)$$

$$v = -0,28 \text{ mm}$$

Maximaal optredende spanning in de ligger

(alternatief)

$$\sigma = (M \cdot c) / I_z$$

$$\sigma = M / W_z$$

$$\sigma = (1078460 \cdot (60 - 17,5)) / 62,7 \cdot 10^4$$

$$\sigma = 1078460 / 14,8 \cdot 10^3$$

$$\sigma = 73 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma = 73 \text{ N/mm}^2$$

Controle van maximale doorbuiging

$$v_{\max} = 0,004 \cdot L_{\text{rep}}$$

$$v_{\max} = 0,004 \cdot 1140$$

$$v_{\max} = 4,56 \text{ mm}$$

Unity check

$$v / v_{\max} \leq 1$$

$$0,28 / 4,56 \leq 1$$

$$0,06 < 1$$

voldoet

Controle van maximaal optredende spanning

$$f_{y,\text{rep}} = 235 \text{ N/mm}^2$$

Unity check

$$\sigma / f_{y,\text{rep}} \leq 1$$

$$73 / 235 \leq 1$$

$$0,31 < 1$$

voldoet

6.4 Controleberekening verticale UNP-profielen

Om te bepalen of de verticale UNP-profielen voldoen is een controleberekening gemaakt van het langste profiel. Hierbij is uitgegaan van de maximale belasting die tijdens bedrijf kan optreden.

Uitgangspunten

materiaal staander	S235 ($f_{y,\text{rep}} = 235 \text{ N/mm}^2$)
belastingfactor	$\gamma_f = 1,5$
profiel	UNP140 ($h = 140$, $b = 60$)
elasticiteitsmodulus	$E = 210000 \text{ N/mm}^2$
kwadratisch oppervlaktemoment	$I_z = 62,7 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$
weerstandsmoment	$W_z = 14,8 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
zwaartelijnafstand	$e_z = 17,5 \text{ mm}$

lengte overspanning

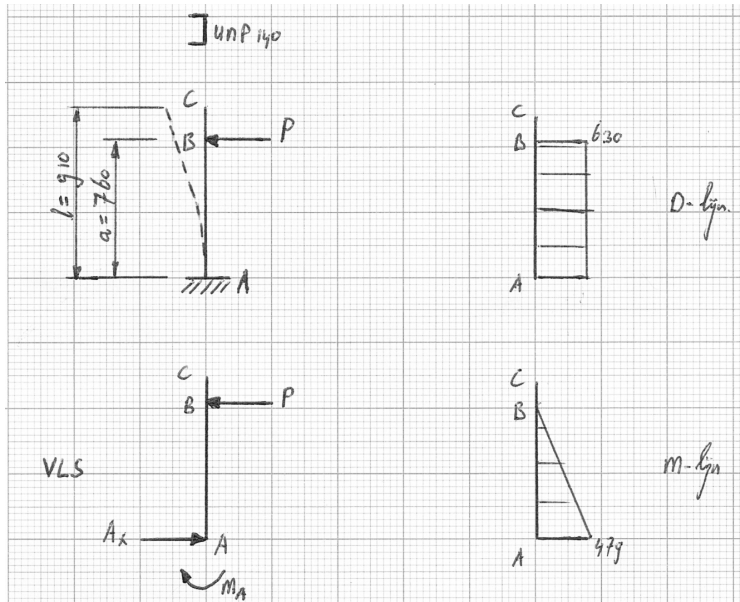
$$L_{\text{rep}} = 910 \text{ mm}$$

maximaal toelaatbare doorbuiging

$$v_{\text{max}} = 0,004 \cdot L_{\text{rep}}$$

(bron: Polytechnisch zakboek)

Rekenwaarde voor de puntbelastingen is: $P = \gamma_f \cdot F_{\text{rep}}$, waarbij een belastingfactor γ_f van 1,5 in rekening wordt gebracht. De puntbelasting P is: $(1,5 \cdot 279) = 419 \text{ N}$. Gerekend wordt met $P = 500 \text{ N}$.



Schematische weergave verticaal UNP-profiel.

Doorbuiging in B

$$v_B = (P \cdot a^3) / (3 \cdot E \cdot I)$$

$$v_B = (500 \cdot 760^3) / (3 \cdot 210000 \cdot 62,7 \cdot 10^4)$$

$$v_B = 0,56 \text{ mm}$$

Hoekverdraaiing in B

$$\phi_B = (P \cdot a^2) / (2 \cdot E \cdot I)$$

$$\phi_B = (500 \cdot 760^2) / (2 \cdot 210000 \cdot 62,7 \cdot 10^4)$$

$$\phi_B = 0,001097 \text{ rad}$$

Totale doorbuiging in C

$$v_C = v_B + \phi_B \cdot (l - a)$$

$$v_C = 0,56 + 0,001097 \cdot (910 - 760)$$

$$v_C = 0,72 \text{ mm}$$

Maximaal buigend moment

$$M_A = P \cdot a$$

$$M_A = 500 \cdot 760$$

$$M_A = 380000 \text{ Nmm} = 380 \text{ Nm}$$

Maximaal optredende spanning in de staander

$$\sigma = (M_A \cdot c) / I_z$$

$$\sigma = (380000 \cdot (60 - 17,5)) / 62,7 \cdot 10^4$$

$$\sigma = 26 \text{ N/mm}^2$$

(alternatief)

$$\sigma = M_A / W_z$$

$$\sigma = 380000 / 14,8 \cdot 10^3$$

$$\sigma = 26 \text{ N/mm}^2$$

Controle van maximale doorbuiging

$$v_{\max} = 0,004 \cdot L_{\text{rep}}$$

$$v_{\max} = 0,004 \cdot 910$$

$$v_{\max} = 3,64 \text{ mm}$$

Unity check

$$v_c / v_{\max} \leq 1$$

$$0,72 / 3,64 \leq 1$$

$$0,20 < 1$$

voldoet

Controle van maximaal optredende spanning

$$f_{y,\text{rep}} = 235 \text{ N/mm}^2$$

Unity check

$$\sigma / f_{y,\text{rep}} \leq 1$$

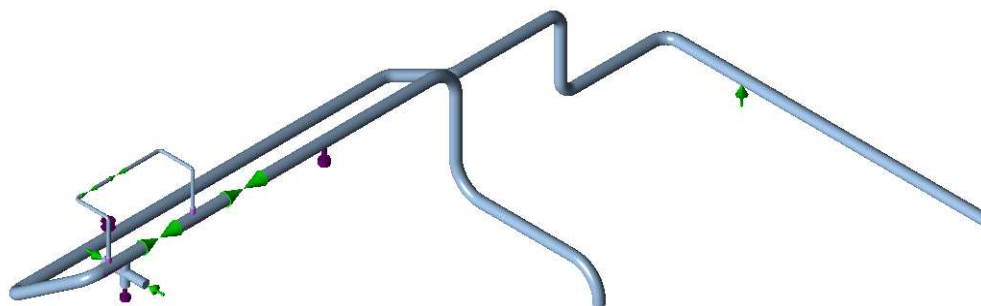
$$26 / 235 \leq 1$$

$$0,11 < 1$$

voldoet

6.5 Definitieve CAESAR II herontwerpberekening

Nu bekend is hoe het nieuwe support er in detail uit komt te zien kan de definitieve pipe stressberekening worden gemaakt. In de berekening is de trunnionconstructie met een guide en een gap van 35 mm gemodelleerd om een zo realistisch mogelijk resultaat te krijgen. De CAESAR II berekening is toegevoegd in bijlage E.



CAESAR II definitief model herontwerp.

De nozzle loads na de optimalisering van het herontwerp zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Node 10	F _x [N]	F _y [N]	F _z [N]	M _x [Nm]	M _y [Nm]	M _z [Nm]
Operating case	-1029	830	1830	1337	2119	-593
Sustained case	-48	1086	267	28	508	-2405
Max. allowable loads	1000	3000	2000	3000	2000	3000

Nozzle loads stoomdrum 36VAD10BB001 nozzle F na optimalisatie.

De toelaatbare waarden die zijn opgegeven door de fabrikant van de stoomdrum worden licht overschreden, maar zijn acceptabel. De getoonde waarden in de operating case zijn bepaald door uit te gaan van de ontwerptemperatuur. De operationele bedrijfstemperatuur zal lager zijn, waardoor ook de daadwerkelijke nozzlebelastingen lager uitvallen.

De spanningen vallen na het herontwerp en de optimalisatie binnen de toelaatbare waarden van de RTOD. Een overzicht van de spanningen is hieronder weergegeven.

SUS: CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 5 (SUS) W+P1+H
 Highest Stresses: (N./sq.mm.)
 CodeStress Ratio (%): 76.2 @Node 50
 Code Stress: 94.4 Allowable: 124.0

EXP: CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 6 (EXP) L6=L4-L5
 Highest Stresses: (N./sq.mm.)
 CodeStress Ratio (%): 39.5 @Node 269
 Code Stress: 109.7 Allowable: 278.0

Code stress check voor de SUS en EXP case na optimalisatie.

Door het toevoegen van de guide in de Optimize fase zijn de instelwaarden van het nieuwe constant veersupport iets veranderd ten opzicht van de waarden waar in de Design fase vanuit werd gegaan bij de selectie van het constant support. Uit het nieuwe definitieve rekenmodel volgt dat de load 2,6 kN wordt en de verticale verplaatsing 63 mm. Dit valt binnen het bereik van het geselecteerde Lisega type 16 32 15 en is dus acceptabel.

6.6 Conclusie Optimize fase

In de Design fase is de keuze gemaakt voor de verdere uitwerking van concept 4. In de Optimize fase is dit concept verder geoptimaliseerd en in detail uitgewerkt. De nozzle loads op de stoomdrumnozzle zijn geminimaliseerd door het plaatsen van een guide ter plaatse van het nieuwe extra support. Deze guide wordt voorzien van een vrije ruimte (gap) om een zo laag mogelijke nozzle belasting te krijgen. De optimale ruimte van de gap is bepaald door in de CAESAR II pipe stressberekening een aantal mogelijkheden uit te proberen en de resultaten te vergelijken. De krachten en momenten die optreden met een gap van 0 mm tot en met 50 mm zijn in een sterdiagram gevisualiseerd. Hieruit volgt dat door een gap van 40 mm toe te passen de krachten binnen de toelaatbare waarden blijven. Bij een kleinere gap worden de krachten in zijdelingse x-richting te hoog. Bij de momenten om de verticale y-as is dit precies andersom. Wanneer een gap van 30 mm wordt toegepast blijft het moment binnen de toelaatbare waarde, wanneer de gap verder wordt vergroot zal het moment te hoog worden. De optimale maat van de gap ligt tussen de 30 en 40 mm, zodat een gap van 35 mm wordt toegepast.

Met de berekende gegevens is het nieuwe extra support verder in detail uitgewerkt. Het nieuwe support wordt geplaatst tussen afsluiter AA191 en het T-stuk van de by-pass leiding. Aan de hoofdleiding wordt een trunnion gelast die op het constant veersupport wordt afgesteund. Aan deze

verticale trunnion worden twee stukken pijp met eindplaat gelast, die worden opgesloten door twee nieuw te plaatsen verticale UNP-profielen.

Tussen de eindplaten en de verticale UNP-profielen is een gap van 35 mm aanwezig. Het nieuwe support is in detail in AutoCAD uitgewerkt en voorzien van een stuklijst (zie bijlage F).

Van de UNP-ligger, waar het nieuwe support op wordt geplaatst, en het langste verticale UNP-profiel zijn controleberekeningen gemaakt. Als uitgangspunt zijn de maximale waarden, van de belastingen in bedrijfssituatie en wanneer de leiding is gevuld met water, aangehouden. Zowel het liggende UNP-profiel als de staande UNP-profielen voldoen.

Het lassen van de trunnion aan de bestaande leiding kan uitgevoerd worden op basis van de reeds aanwezige lasmethodekwalificaties en lasmethodebeschrijvingen. De materialen en trunnionafmetingen komen overeen met wat vaker is toegepast in de bestaande installatie.

Het definitieve herontwerp is in een CAESAR II berekening verwerkt en toegevoegd in bijlage E van dit verslag. De spanningen in de stoomleiding vallen binnen de toelaatbare waarden van de RToD. De nozzle loads zijn ook na de optimalisatie iets te hoog, maar wel acceptabel. Omdat de nozzle loads zijn bepaald door van de ontwerptemperatuur uit te gaan in plaats van de operationele bedrijfstemperatuur zal de daadwerkelijke nozzlebelasting lager zijn dan is berekend.

Het definitieve herontwerp voldoet aan alle eisen en wensen die zijn voortgekomen uit het programma van eisen dat is opgesteld in het beginstadium van het project. Een isometrische tekening van de situatie na het herontwerp is bijgevoegd in bijlage D.

Het herontwerp is hiermee afgerond en goedgekeurd door de keurende instantie. Het vervolg is dat de materialen volgens tekening kunnen worden besteld en het nieuwe support zover mogelijk kan worden geprefabriceerd. Wanneer de installatie uit bedrijf wordt genomen kunnen de nieuwe supports in een zo kort mogelijke tijd worden geïnstalleerd.

7 Verify fase

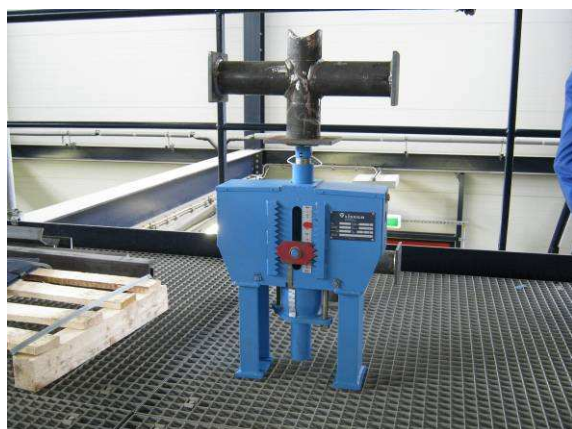
Na de montage van de nieuwe supports wordt onderzocht of de bedachte oplossing ook daadwerkelijk het probleem heeft opgelost en de installatie weer voor een langere periode veilig in bedrijf kan blijven.

7.1 Oppervlakte scheuronderzoek lasverbindingen

Het NDO is uitgevoerd door personeel van de fabrikant van de ketel. Er is een visueel onderzoek verricht, gevolgd door een magnetisch onderzoek. Er zijn geen scheurindicaties of andere afwijkingen waargenomen.

7.2 Prefabricage van de nieuwe supports

De materialen die op de stuklijst van de detailtekening van het support staan vermeld zijn op tijd besteld en afgeleverd. Een contractor heeft de nieuwe supports volgens tekening geprefabriceerd.



Geprefabriceerde onderdelen van de nieuwe supports.

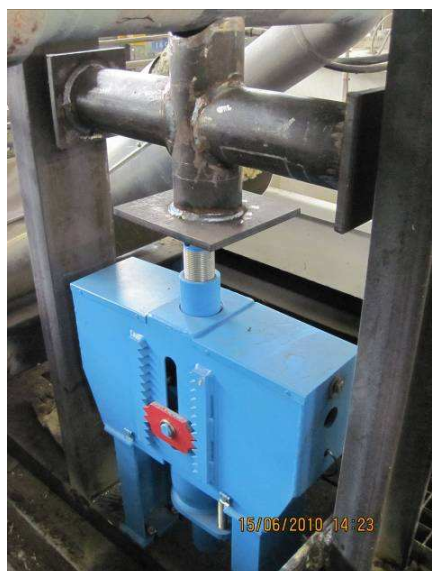
Door een staking van de Amsterdamse vuilnisophaaldienst is er in mei 2010 een tekort aan vuilnis voor de afvalverbranding ontstaan. Dit moment is aangegrepen om met de ketel uit bedrijf te gaan en de nieuwe supports te plaatsen. De isolatie van de leidingen is verwijderd en het leuningwerk van de naastgelegen bordessen is aangepast. De leidingen zijn opgevijseld tot de juiste hoogte en de nieuwe supports zijn geplaatst volgens tekening.

7.3 Montage en inbedrijfname van de nieuwe supports

De keuringsinstantie van AEB, die had aangegeven dat het doorhangen van de leiding zo snel mogelijk en uiterlijk voor augustus 2010 moest worden opgelost, is nauw betrokken geweest bij het herontwerp van de stoomleidingen. Het herontwerp en de detailtekening, van de uitvoering van het nieuwe support, zijn ter goedkeuring voorgelegd aan de keurende instantie. Deze heeft hierop zijn goedkeur gegeven.

Na de montage van de nieuwe supports zijn deze geïnspecteerd door de keurende instantie. Zij hebben aangegeven dat de verbindingsslassen tussen de hoofdpijp en de trunnion verwijderd dienden te worden. De reden hiervoor is niet bekend. De lassen zijn losgeslepen en er is een magnetisch- en penetrant onderzoek uitgevoerd op de positie waarop de lassen waren aangebracht. Er zijn geen indicaties gevonden.

Het support is hierdoor anders uitgevoerd dan was ontworpen. Er is een schaal op de trunnions gelast waar de pijpen vrij op liggen. Er zijn twee strippen aan weerszijden van de verticale UNP-profielen gelast om te voorkomen dat de trunnionconstructie naast het support terecht zou kunnen komen.



Installatie van geprefabriceerd support volgens tekening.



Aangepaste situatie nieuw support.



Nieuw support tijdens bedrijf.

Na een week uit bedrijf te zijn geweest is de installatie opnieuw opgestart. Er is opnieuw een bezoek gebracht aan AEB om te beoordelen of hetgeen ontworpen is ook in de praktijk goed functioneert. Het doorhangen van de stoomleidingen is door het toevoegen van de extra supports verholpen en de verplaatsingen van de nieuwe constant veersupports blijven binnen hun bereik. De werkelijke situatie komt, afgezien van de genoemde aanpassing, overeen met het bedachte herontwerp.

7.4 Conclusie Verify fase

De nieuwe supports zijn geplaatst tijdens een uitbedrijfname van de installatie door een tekort aan aanbod van vuilnis, vanwege een staking van de vuilnisophaaldienst in Amsterdam. In een week tijd zijn de nieuwe supports geplaatst. De supports zijn afwijkend uitgevoerd ten opzichte van de ontwerptekening, omdat de keurende instantie heeft aangegeven dat de verbindingsslassen tussen de hoofdleidingen en de trunnions verwijderd moesten worden. De keuze voor deze lasverbindingen is gemaakt om uniformiteit te houden met de rest van de installatie, waar alle trunnions wel direct zijn vastgelast op het leidingwerk. Het herontwerp met detailtekening was al goedgekeurd door deze keurende instantie, maar na de montage ervan is toch een andere mening ontstaan.

Nadat de installatie opnieuw in bedrijf was genomen is beoordeeld of het herontwerp het probleem heeft opgelost. Het doorhangen is verholpen en de verplaatsing van de nieuwe constant supports blijft binnen het maximum bereik. De installatie kan, na de uitvoering van het herontwerp, weer voor een langere periode veilig in bedrijf blijven. De eerstvolgende periodieke onderhouds- en inspectiestop is gepland om in 2012 te worden uitgevoerd.

8 Resultaten

De problemen die zijn genoemd in de probleemomschrijving van dit project zijn opgelost na het uitvoeren van een herontwerpberekening en het aanpassen van de supporting van de stoomleidingen. Het probleem is aangepakt door volgens de Design voor Six Sigma methodiek te werken. Het project is volgens deze methodiek opgedeeld in de Design voor Six Sigma fasen: Identify, Design, Optimize en Verify. Voordat er een start met het doorlopen van de IDOV fasen is gemaakt, is er een programma van eisen opgesteld om de eisen en wensen van het eindresultaat vast te leggen.

Identify fase

Na een bezoek te hebben gebracht aan AEB is er een mindmap gemaakt om alle ideeën die naar boven zijn gekomen op papier te zetten. Deze ideeën zijn verwerkt in een FMEA om de mogelijke gevolgen, de mogelijke oorzaken en controlemaatregelen in kaart te brengen en hieraan een risicoprioriteitsgetal toe te kennen. Een aantal mogelijke oorzaken zijn uitgesloten door het uitvoeren van de controlemaatregelen. De overgebleven mogelijke oorzaken zijn op een rij gezet en waar nodig door middel van berekeningen verder geanalyseerd. Uit de berekeningen is naar voren gekomen dat de gebruikte componenten geschikt zijn voor de gestelde condities, maar het systeem als geheel niet voldoet. Dit is aangetoond door een pipe stress berekening van het As Built leidingsysteem te maken. Uit de berekening blijkt dat de spanningen in het leidingwerk en de nozzle belasting van de stoomdrums veel te hoog is. Ook het doorhangen van de leidingen is met deze berekening verklaard.

Design fase

De oorzaak van de problemen zit in de verkeerde supporting van het leidingwerk. In de Design fase zijn een vijftal probleemoplossende concepten geanalyseerd. Er is gebruik gemaakt van de Pugh conceptselectie om het beste concept te kunnen selecteren. Er zijn twee concepten met een gelijke hoogste score naar voren gekomen. Deze twee concepten zijn in een SWOT-analyse verwerkt, waarna de keuze is gevallen op het concept waarbij er nieuwe extra veersupports aan de installatie worden toegevoegd. De selectie van de nieuwe Lisega constant veersupports is gemaakt en er is een advies gegeven over het uit te voeren NDO om eventuele ontstane schade op te kunnen sporen.

Optimize fase

In de Optimize fase is er een optimalisering op de conceptkeuze uitgevoerd om de nozzle loads op de stoomdrums te minimaliseren. Er is een guide aan de nieuwe supports toegevoegd, om de stoomdrumnozzles minimaal te belasten. Het herontwerp is afgerond met het maken van een detailtekening met stuklijst van de nieuw te monteren supports.

Verify fase

Nadat de nieuwe supports zijn geplaatst is er opnieuw een bezoek gebracht aan AEB om te verifiëren of het herontwerp ook daadwerkelijk de oplossing van de probleemomschrijving is geweest. Dit bleek het geval te zijn. De nieuwe supports functioneren zoals zij zijn bedacht, zodat de installatie weer veilig in bedrijf kan blijven tot de eerstvolgende onderhouds- en inspectiestop in 2012.

9 Evaluatie

Het project is succesvol en naar tevredenheid van de opdrachtgever afgerond. De opstartfase van het project is vrij moeizaam verlopen, doordat de aanwezige documenten vaak tegenstrijdig waren en/of niet overeenkwamen met de werkelijke situatie. Er zijn een aantal bezoeken gebracht aan AEB om er absoluut zeker van te zijn dat de juiste gegevens in het herontwerp zijn gebruikt. Deze bezoeken en het gebruik van een digitale fotocamera zijn van grote waarde gebleken. Door ter plaatse de installatie na te lopen en te vergelijken met de As Built documenten zijn er een aantal fouten op deze documenten naar voren gekomen die anders waarschijnlijk niet waren ontdekt. Het op tekening ontbreken van een leidingdeel van 1700 mm en de verwijzing naar een verkeerd type support zijn enkele voorbeelden hiervan.

De planning zoals die is vermeld in het plan van aanpak is tijdens het project niet veranderd. De daadwerkelijke uitvoering van het project heeft voorgelopen op de verslaglegging ervan. Ook de projectactiviteiten zijn uitgevoerd zoals dit aan het begin van het project was bedacht.

Een alternatief voor het magnetisch scheuronderzoek zou de replicamethode kunnen zijn. Bij deze methode wordt een replica gemaakt van het te onderzoeken object door het aanbrengen van een aluminium plaatje met een laklaag of een speciale tape. De afdruk die hierop achterblijft wordt vervolgens microscopisch onderzocht. Replica-onderzoek heeft als voordeel dat ook kleine scheurtjes (< 1 mm) gevonden kunnen worden. Nadeel is dat het bij kamertemperatuur moet worden uitgevoerd en het metaaloppervlak vooraf dient te worden gepolijst en geëtst.

De nieuwe HR-centrale van AEB heeft de nodige problemen gekend tijdens de eerste jaren van inbedrijfname. Met de uitvoering van dit project is in ieder geval weer een probleem opgelost en met het streven naar een zo veilig mogelijke installatie is er weer een stap in de goede richting gezet. Het continue verbeteringsproces bij AEB blijft volop in beweging. De kwaliteitscirkel van Deming is mede door de uitvoering van dit herontwerp weer rond.



Afvalverbrandingscentrale AEB Amsterdam.

10 Conclusies en aanbevelingen

Tijdens het oorspronkelijke ontwerp van de installatie zijn een aantal fouten gemaakt. De stoomleiding is door twee verschillende partijen ontworpen en geïnstalleerd. Dit heeft ertoe geleid dat het systeem als geheel niet goed genoeg is ontworpen. De volgende problemen zijn met de uitvoering van dit project naar voren gekomen:

- de spanningen in het leidingwerk waren onacceptabel hoog;
- de toelaatbare nozzle loads van de stoomdrumnozzle werden ver overschreden;
- de stoomleidingen werden niet goed ondersteund, waardoor zij ver doorhingen.

Er is gezocht naar de beste oplossing door het toepassen van de Design voor Six Sigma methodiek. Nadat de oorzaak van het probleem was gevonden, zijn er een aantal concepten uitgewerkt. Het beste concept is zover mogelijk geoptimaliseerd en er is een herontwerpberekening gemaakt. De gekozen oplossing bestond uit het installeren van nieuwe Lisega constant veersupports van het type 16 32 15. Het support werd bij beide leidingen geïnstalleerd tussen afsluiter AA191 en het T-stuk van de by-pass leiding. De nieuwe supports zijn voorzien van een guide met een gap van 35 mm. De detailuitvoering met stuklijst is aangegeven op de tekening in bijlage F.

Om te bepalen of er geen schade is ontstaan aan de drukhoudende delen is er aanbevolen om een visueel- en magnetisch onderzoek te verrichten op en net naast de lassen van de stoomdrumnozzles en de branch nipples van de by-pass leidingen. Dit is uitgevoerd door personeel van de fabrikant van de stoomdrum. Er zijn geen scheurindicaties of andere afwijkingen waargenomen.

Met de installatie van de nieuwe supports is bereikt dat het doorhangen van de leidingen is opgelost, de spanningen binnen de toelaatbare waarde van de RToD vallen en de nozzle loads op de stoomdrums zover mogelijk zijn geminimaliseerd.

11 Literatuurlijst

- 1) Grit, R. (2005). *Projectmanagement*. Groningen/Houten: Wolters-Noordhoff.
- 2) Conway, W.D. (1987). *Essentials of technical writing*. New York: Macmillan Publishing Company.
- 3) Siers, F.J. (2004). *Methodisch ontwerpen*. Groningen/Houten: Wolters-Noordhoff.
- 4) Delhoofden, P. (2003). *Handboek ontwerpen*. Groningen/Houten: Wolters-Noordhoff.
- 5) Pugh, S. (1991). *Total Design*. Addison-Wesley Publishing Company.
- 6) Pallada, M. (2008). *Projecthandleiding Six Sigma*. Utrecht: Hogeschool Utrecht.
- 7) Does, R.J.J.M en Mast, J. de (2006). *Six Sigma, stap voor stap*. Alphen aan den Rijn: Beaumont Quality Publications.
- 8) Oosterhoorn, A.D. (2004). *111 Instrumenten voor kwaliteitsverbetering, ingedeeld volgens de Six Sigma-verbetercyclus*. Deventer: Kluwer.
- 9) Hibbeler, Russell C. (2006). *Mechanica voor Technici; statica*. Amsterdam: Pearson Education Benelux.
- 10) Hibbeler, Russell C. (2006). *Sterkteleer*. Amsterdam: Pearson Education Benelux.
- 11) Leijendeckers, P.H.H. (1997). *Polytechnisch zakboek*. Arnhem: Koninklijke PBNA.
- 12) Stoomwezen (2005). *Regels voor Toestellen onder Druk*. 's Gravenhage: Sdu Uitgevers.
- 13) Hogeschool Arnhem en Nijmegen. *Het berekenen van pijpen en hulpstukken*. Arnhem: HAN.
- 14) COADE (1985-2008). *Version 5.10 CAESAR II user guide*. Houston: Engineering physics corporation.
- 15) COADE (1993). *Pipe stress analysis seminar notes*. Houston: Engineering physics corporation.
- 16) Crocker, S. & King, R.C. (1967). *McGraw-Hill piping handbook; fifth edition*. McGraw-Hill companies.
- 17) Lisega catalogus. *Constant hangers, constant supports*. (www.hanwell.com)
- 18) Hogeschool Utrecht (2004). *Gedrag van op vermoeiing belaste (gelaste) verbindingen*. Utrecht: Hogeschool Utrecht.
- 19) Vink, W.J.P. (1995-2004). *Niet-destructief onderzoek*. Delft: VSSD.

12 Bijlagen

- A. Symbolenlijst
- B. Isometrie As Built leiding 36SBO10BR001/-002
- C. CAESAR II As Built berekening
- D. Isometrie herontwerp leiding 36SBO10BR001/-002
- E. CAESAR II herontwerp berekening
- F. Constructietekening nieuw support

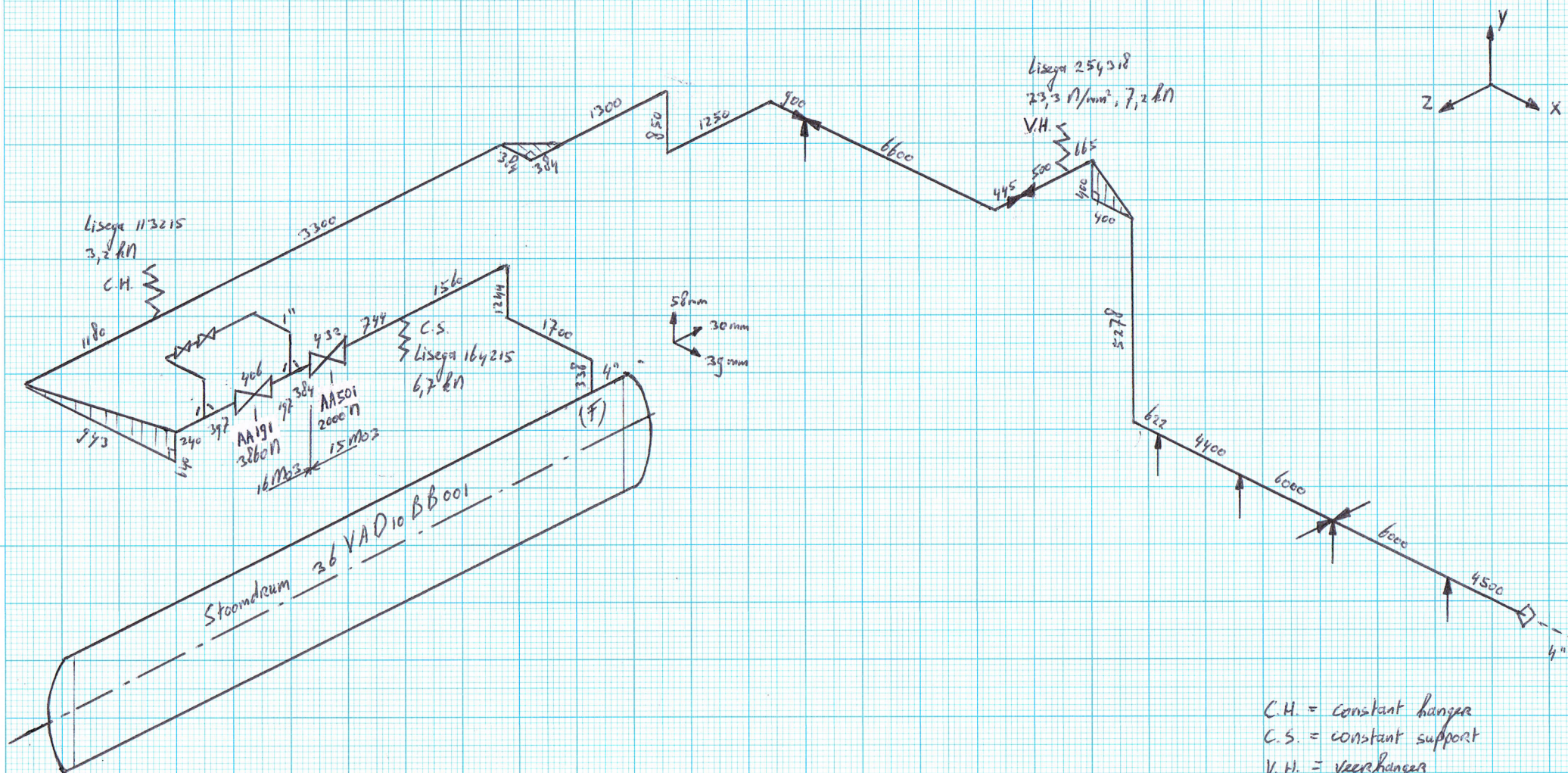
Bijlage A

Symbolenlijst

Symbool	Eenheid	Omschrijving
a	-	hulpwaarde
A_5	%	rek na breuk, gemeten aan proefstaaf
c	mm	loodrechte afstand van neutrale lijn tot buitenste vezel
C_E	-	correctiefactor
C_f	-	vermoeiingsfactor
C_m	-	materiaalfactor
D_x, D_y, D_z	mm	verplaatsing
D_e	mm	uitwendige middellijn van de cilinder
D_i	mm	inwendige middellijn van de cilinder
d, d_1, d_2, d_3	mm	formulewanddikte (voor controle: in rekening te brengen wanddikte) (voor ontwerp: vereiste minimum wanddikte)
d_d	mm	wanddikte volgens constructietekening of maattabel
Δd_f	mm	vervaardigingstoeslag
Δd_c	mm	interingstoeslag
Δd_t	mm	tolerantietoeslag
E	N/mm^2	elasticiteitsmodulus bij 20°C
$E(\vartheta)$	N/mm^2	elasticiteitsmodulus bij temperatuur ϑ
e	mm	zwaartelijfnafstand
F_x, F_y, F_z	N	kracht
f, f_1, f_2, f_3, f_4	N/mm^2	ontwerpspanning
f_e	N/mm^2	ontwerpwaarde van het spanningstraject
$f_{y,rep}$	N/mm^2	representatieve toelaatbare spanning
Y_f	-	belastingfactor
I	mm^4	kwadratisch oppervlaktemoment

i, i_1	-	vormfactor
k	-	flexibiliteitsfactor
L_{rep}	mm	representatieve overspanningslengte
M_x, M_y, M_z	Nmm of Nm	moment
m	-	aantal flenzen
n	-	aantal wisselingen
p_d	MPa	berekeningsdruk
R_x, R_y, R_z	°	rotatie
R_e	N/mm ²	rekgrens bij 20°C
$R_e(\vartheta_m)$	N/mm ²	rekgrens bij temperatuur ϑ_m
R_m	N/mm ²	treksterkte bij 20°C
$R_{mg}(100\ 000\ h; \vartheta_m)$	N/mm ²	gemiddelde kruipsterkte voor breuk na 100 000 uur bij temperatuur ϑ_m
$R_{m\ min}(100\ 000\ h; \vartheta_m)$	N/mm ²	minimum kruipsterkte voor breuk na 100 000 uur bij temperatuur ϑ_m
$R_{rg}(1\%; 100\ 000\ h; \vartheta_m)$	N/mm ²	gemiddelde kruiprekgrens voor 1% blijvende rek na 100 000 uur bij temperatuur ϑ_m
r	mm	bochtstraal
φ	rad	hoekverdraaiing
v	mm	doorbuiging, verplaatsing
W	mm ³	weerstandsmoment
z	-	verzwakkingsfactor
σ	N/mm ²	spanning
σ_1, σ_2	N/mm ²	evenwichtsspanningen
σ_e	N/mm ²	spanningstraject
ϑ_m	°C	materiaaltemperatuur

Bijlage B



C.H. = constant hanger
C.S. = constant support
V.H. = veerhanger

AS BUILT 01-2010



Bijlage C

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

Table of Contents

STOOMWEZEN GUARANTEE CERTIFICATE.....	2
LISTING OF STATIC LOAD CASES FOR THIS ANALYSIS.....	3
INPUT LISTING	4
MISCELLANEOUS COMPUTED DATA.....	15
Restraint Summary Extended : Multiple	19
Stresses Extended : 2 (SUS) W+P1+H.....	22
Stresses Extended : 3 (EXP) L3=L1-L2.....	31

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SB010BR002 AS BUILT REV00
Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STOOMWEZEN GUARANTEE CERTIFICATE
concerning the maintenance of an accepted program.

The undersigned does (do) hereby certify that the
accompanying sheets with calculation results marked:
C:\DATA\JGROTENS\MY D...\36SB010BR002 AS BUILT REV00
have been obtained with the aid of: CAESAR II
Version 5.10 by COADE ENGINEERING SOFTWARE, Inc.
acceptance date: August 25, 2008
and that this program, after acceptance by the
competent body, has not been altered.

Place and date Amersfoort, 25/06/2010

Signature(s) and name(s) of the person(s)
authorized by the company mentioned above:



CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

LISTING OF STATIC LOAD CASES FOR THIS ANALYSIS

- 1 (OPE) W+D1+T1+P1+H
- 2 (SUS) W+P1+H
- 3 (EXP) L3=L1-L2

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

INPUT LISTING

Job Description:

PROJECT: 4.09.0517

CLIENT : Afval Energie Bedrijf Amsterdam

ANALYST: J. Grotens

NOTES : As Built situatie
 36SBO10BR001
 36SBO10BR002

PIPE DATA

 From 10 To 20 DY= 338.000 mm.

PIPE

Dia= 114.300 mm. Wall= 10.000 mm. Insul= 120.000 mm. Cor= .0000 mm.

GENERAL

T1= 349 C P1= 162.0000 bars Mat= (3) CARBON MOLY STEEL
 E= 212,000 N./sq.mm. EH1= 187,000 N./sq.mm. EH2= 201,322 N./sq.mm.
 EH3= 201,322 N./sq.mm. EH4= 201,322 N./sq.mm. EH5= 201,322 N./sq.mm.
 EH6= 201,322 N./sq.mm. EH7= 201,322 N./sq.mm. EH8= 201,322 N./sq.mm.
 EH9= 201,322 N./sq.mm. v = .289 Density= 7,860.0000 kg/cu.m.
 Insul= 120.0000 kg/cu.m. Fluid= .0000000 kg/cu.m.

BEND at "TO" end

Radius= 300.000 mm. (user) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 19
 Angle/Node @2= .00 18 Ftg Thk= 8.000 mm.

DISPLACEMENTS

Node 10 DX1= 39.000 mm. DY1= 58.000 mm. DZ1= -30.000 mm. RX1= .000
 RY1= .000 RZ1= .000

ALLOWABLE STRESSES

STOOMWEZEN(1989) Sc= 285 N./sq.mm. Sh1= 185 N./sq.mm. Eff= 1.0000
 Sy= 450 N./sq.mm. Fac= .4400 Cm/Beta= 1.000

 From 20 To 30 DX= -1,700.000 mm.

BEND at "TO" end

Radius= 300.000 mm. (user) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 29
 Angle/Node @2= .00 28 Ftg Thk= 8.000 mm.

 From 30 To 40 DY= 1,244.000 mm.

BEND at "TO" end

Radius= 300.000 mm. (user) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 39
 Angle/Node @2= .00 38 Ftg Thk= 8.000 mm.

 From 40 To 50 DZ= 1,560.000 mm.

HANGERS

Hanger Node = 50 Hanger Table = 0.0 Available Space = -1,000.0000 mm.
 Allowed Load Variation = 25.0000 No. Hangers = 0.0 Short Range Flag = -1
 User Operating Load = .00 N. Free Node = 0 Free Node = 0
 Free Code = 0.0 Theoretical Cold Load = .00 N.
 Constant Effort Support Load = 6,700.00 N.

 From 50 To 60 DZ= 744.000 mm.

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

INPUT LISTING

From 60 To 70 DZ= 432.000 mm.

RIGID Weight= 2,000.00 N.

From 70 To 80 DZ= 384.000 mm.

PIPE

Dia= 114.300 mm. Wall= 12.500 mm. Insul= 120.000 mm. Cor= 1.0000 mm.

GENERAL

T1= 355 C P1= 168.0000 bars

SIF's & TEE's

Node 80 Unreinforced Tee

ALLOWABLE STRESSES

STOOMWEZEN(1989) Sc= 280 N./sq.mm. Sh1= 159 N./sq.mm. Eff= 1.0000

Fac= .4400 Cm/Beta= 1.000

From 80 To 90 DZ= 197.000 mm.

From 90 To 100 DZ= 406.000 mm.

RIGID Weight= 3,860.00 N.

From 100 To 120 DZ= 397.000 mm.

SIF's & TEE's

Node 120 Unreinforced Tee

From 120 To 130 DZ= 240.000 mm.

BEND at "TO" end

Radius= 152.400 mm. (LONG) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 129

Angle/Node @2= .00 128 Ftg Thk= 16.000 mm.

From 130 To 140 DX= -943.691 mm. DY= -639.568 mm.

BEND at "TO" end

Radius= 152.400 mm. (LONG) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 139

Angle/Node @2= .00 138 Ftg Thk= 16.000 mm.

From 140 To 150 DZ= -1,180.000 mm.

HANGERS

Hanger Node = 150 Hanger Table = 0.0 Available Space = .0000 mm.

Allowed Load Variation = 25.0000 No. Hangers = 0.0 Short Range Flag = -1

User Operating Load = .00 N. Free Node = 0 Free Node = 0

Free Code = 0.0 Theoretical Cold Load = .00 N.

Constant Effort Support Load = 3,200.00 N.

From 150 To 160 DZ= -3,300.000 mm.

BEND at "TO" end

Radius= 152.400 mm. (LONG) Bend Angle= 45.000 Angle/Node @1= 22.50 159

Angle/Node @2= .00 158 Ftg Thk= 16.000 mm.

From 160 To 170 DX= 384.000 mm. DZ= -384.000 mm.

BEND at "TO" end

Radius= 152.400 mm. (LONG) Bend Angle= 45.000 Angle/Node @1= 22.50 169

Angle/Node @2= .00 168 Ftg Thk= 16.000 mm.

From 170 To 180 DZ= -1,300.000 mm.

BEND at "TO" end

Radius= 152.400 mm. (LONG) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 179

Angle/Node @2= .00 178 Ftg Thk= 16.000 mm.

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

INPUT LISTING

```

-----
From 180 To 190 DY= -850.000 mm.
BEND at "TO" end
  Radius= 152.400 mm. (LONG) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 189
  Angle/Node @2= .00 188 Ftg Thk= 16.000 mm.
-----
From 190 To 200 DZ= -1,250.000 mm.
BEND at "TO" end
  Radius= 152.400 mm. (LONG) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 199
  Angle/Node @2= .00 198 Ftg Thk= 16.000 mm.
-----
From 200 To 210 DX= 900.000 mm.
RESTRAINTS
  Node 210 X Mu = .30
  Node 210 +Y Mu = .30
-----
From 210 To 220 DX= 6,600.000 mm.
BEND at "TO" end
  Radius= 152.400 mm. (LONG) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 219
  Angle/Node @2= .00 218 Ftg Thk= 16.000 mm.
-----
From 220 To 230 DZ= -445.000 mm.
RESTRAINTS
  Node 230 Z Mu = .30
-----
From 230 To 240 DZ= -500.000 mm.
HANGERS
  Hanger Node = 240 Hanger Table = 0.0 Available Space = .0000 mm.
  Allowed Load Variation = 25.0000 No. Hangers = 0.0 Short Range Flag = -1
  User Operating Load = .00 N. Free Node = 0 Free Node = 0
  Free Code = 0.0 Spring Rate = 33.30 N./mm.
  Theoretical Cold Load = 7,200.00 N.
-----
From 240 To 250 DZ= -665.000 mm.
BEND at "TO" end
  Radius= 152.400 mm. (LONG) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 249
  Angle/Node @2= .00 248 Ftg Thk= 16.000 mm.
-----
From 250 To 260 DX= 400.000 mm. DY= -400.000 mm.
BEND at "TO" end
  Radius= 152.400 mm. (LONG) Bend Angle= 45.000 Angle/Node @1= 22.50 259
  Angle/Node @2= .00 258 Ftg Thk= 16.000 mm.
-----
From 260 To 270 DY= -5,278.000 mm.
BEND at "TO" end
  Radius= 152.400 mm. (LONG) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 269
  Angle/Node @2= .00 268 Ftg Thk= 16.000 mm.
-----
From 270 To 280 DX= 622.000 mm.
RESTRAINTS
  Node 280 +Y Mu = .30
-----
From 280 To 290 DX= 4,400.000 mm.
RESTRAINTS
  Node 290 +Y Mu = .30
  
```

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

INPUT LISTING

 From 290 To 300 DX= 6,000.000 mm.

RESTRAINTS

Node 300 +Y Mu = .30
 Node 300 Z Mu = .30

From 300 To 310 DX= 6,000.000 mm.

RESTRAINTS

Node 310 +Y Mu = .30

From 310 To 320 DX= 4,500.000 mm.

RESTRAINTS

Node 320 ANC

From 80 To 400 DY= 94.000 mm.

PIPE

Dia= 50.000 mm. Wall= 13.000 mm. Insul= 80.000 mm.

From 400 To 410 DY= 30.000 mm.

REDUCER

Diam2= 33.700 mm. Wall2= 5.000 mm.

From 410 To 420 DY= 376.000 mm.

PIPE

Dia= 33.700 mm. Wall= 5.000 mm. Insul= 80.000 mm.

BEND at "TO" end

Radius= 38.100 mm. (LONG) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 419
 Angle/Node @2= .00 418 Ftg Thk= 5.600 mm.

From 420 To 430 DX= -390.000 mm.

PIPE

Dia= 33.700 mm. Wall= 5.000 mm. Insul= .000 mm.

BEND at "TO" end

Radius= 38.100 mm. (LONG) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 429
 Angle/Node @2= .00 428 Ftg Thk= 5.600 mm.

From 430 To 440 DZ= 420.000 mm.

From 440 To 450 DZ= 180.000 mm.

RIGID Weight= 100.00 N.

From 450 To 460 DZ= 160.000 mm.

From 460 To 470 DZ= 180.000 mm.

RIGID Weight= 70.00 N.

From 470 To 480 DZ= 60.000 mm.

BEND at "TO" end

Radius= 38.100 mm. (LONG) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 479
 Angle/Node @2= .00 478 Ftg Thk= 5.600 mm.

From 480 To 490 DX= 390.000 mm.

BEND at "TO" end

Radius= 38.100 mm. (LONG) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 489
 Angle/Node @2= .00 488 Ftg Thk= 5.900 mm.

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

INPUT LISTING

```
-----
From 490 To 500 DY= -376.000 mm.
PIPE
Dia= 33.700 mm. Wall= 5.000 mm. Insul= 80.000 mm.
-----
```

```
From 500 To 510 DY= -30.000 mm.
REDUCER
Diam2= 50.000 mm. Wall2= 13.000 mm.
-----
```

```
From 510 To 120 DY= -94.000 mm.
PIPE
Dia= 50.000 mm. Wall= 13.000 mm. Insul= 80.000 mm.
```

MATERIAL Changes:

10	20	Mat= (3) CARBON MOLY STEEL
		E= 212,000 N./sq.mm. v = .289
		Density= 7,860.0000 kg/cu.m.

JOBNAME: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS\PROJECTEN...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00

ALLOWABLE STRESS Changes

10	20	STOOMWEZEN(1989) Sc= 285 N./sq.mm.
		Sh1= 185 N./sq.mm. Eff= 1.0000
		Sy= 450 N./sq.mm. Fac= .4400
		Cm/Beta= 1.000
70	80	STOOMWEZEN(1989) Sc= 280 N./sq.mm.
		Sh1= 159 N./sq.mm. Eff= 1.0000
		Fac= .4400 Cm/Beta= 1.000

BEND ELEMENTS

10	20	Radius= 300.000 mm. (user)
		Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 19
		Angle/Node @2= .00 18 Ftg Thk= 8.000 mm.
20	30	Radius= 300.000 mm. (user)
		Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 29
		Angle/Node @2= .00 28 Ftg Thk= 8.000 mm.
30	40	Radius= 300.000 mm. (user)
		Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 39
		Angle/Node @2= .00 38 Ftg Thk= 8.000 mm.
120	130	Radius= 152.400 mm. (LONG)
		Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00
		129 Angle/Node @2= .00 128
		Ftg Thk= 16.000 mm.
130	140	Radius= 152.400 mm. (LONG)
		Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00
		139 Angle/Node @2= .00 138
		Ftg Thk= 16.000 mm.
150	160	Radius= 152.400 mm. (LONG)
		Bend Angle= 45.000 Angle/Node @1= 22.50
		159 Angle/Node @2= .00 158
		Ftg Thk= 16.000 mm.
160	170	Radius= 152.400 mm. (LONG)

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

INPUT LISTING

		Bend Angle= 45.000	Angle/Node @1= 22.50
		169 Angle/Node @2= .00	168
		Ftg Thk= 16.000 mm.	
170	180	Radius= 152.400 mm. (LONG)	
		Bend Angle= 90.000	Angle/Node @1= 45.00
		179 Angle/Node @2= .00	178
		Ftg Thk= 16.000 mm.	
180	190	Radius= 152.400 mm. (LONG)	
		Bend Angle= 90.000	Angle/Node @1= 45.00
		189 Angle/Node @2= .00	188
		Ftg Thk= 16.000 mm.	
190	200	Radius= 152.400 mm. (LONG)	
		Bend Angle= 90.000	Angle/Node @1= 45.00
		199 Angle/Node @2= .00	198
		Ftg Thk= 16.000 mm.	
210	220	Radius= 152.400 mm. (LONG)	
		Bend Angle= 90.000	Angle/Node @1= 45.00
		219 Angle/Node @2= .00	218
		Ftg Thk= 16.000 mm.	
240	250	Radius= 152.400 mm. (LONG)	
		Bend Angle= 90.000	Angle/Node @1= 45.00
		249 Angle/Node @2= .00	248
		Ftg Thk= 16.000 mm.	
250	260	Radius= 152.400 mm. (LONG)	
		Bend Angle= 45.000	Angle/Node @1= 22.50
		259 Angle/Node @2= .00	258
		Ftg Thk= 16.000 mm.	
260	270	Radius= 152.400 mm. (LONG)	
		Bend Angle= 90.000	Angle/Node @1= 45.00
		269 Angle/Node @2= .00	268
		Ftg Thk= 16.000 mm.	
410	420	Radius= 38.100 mm. (LONG)	
		Bend Angle= 90.000	Angle/Node @1= 45.00
		419 Angle/Node @2= .00	418
		Ftg Thk= 5.600 mm.	
420	430	Radius= 38.100 mm. (LONG)	
		Bend Angle= 90.000	Angle/Node @1= 45.00
		429 Angle/Node @2= .00	428
		Ftg Thk= 5.600 mm.	
470	480	Radius= 38.100 mm. (LONG)	
		Bend Angle= 90.000	Angle/Node @1= 45.00
		479 Angle/Node @2= .00	478
		Ftg Thk= 5.600 mm.	
480	490	Radius= 38.100 mm. (LONG)	
		Bend Angle= 90.000	Angle/Node @1= 45.00
		489 Angle/Node @2= .00	488
		Ftg Thk= 5.900 mm.	

RIGIDS

60	70	RIGID Weight= 2,000.00 N.
90	100	RIGID Weight= 3,860.00 N.
440	450	RIGID Weight= 100.00 N.
460	470	RIGID Weight= 70.00 N.

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

INPUT LISTING

SIF'S & TEE'S

70	80	Node 80	Unreinforced Tee
100	120	Node 120	Unreinforced Tee

REDUCERS

400	410	Diam2= 33.700 mm.	Wall2= 5.000 mm.
500	510	Diam2= 50.000 mm.	Wall2= 13.000 mm.

RESTRAINTS

NODE	TYPE	CNODE	STIF1	Len GAP STIF2	MU YIELD FORCE	Dir Vectors
210	X				.30	1.000 .000 .000
210	+Y				.30	.000 1.000 .000
230	Z				.30	.000 .000 1.000
280	+Y				.30	.000 1.000 .000
290	+Y				.30	.000 1.000 .000
300	+Y				.30	.000 1.000 .000
300	Z				.30	.000 .000 1.000
310	+Y				.30	.000 1.000 .000
320	ANC					.000 .000 .000

DISPLACEMENTS

10	20	Node 10	DX1= 39.000 mm.	DY1= 58.000 mm.
			DZ1= -30.000 mm.	RX1= .000 RY1= .000
			RZ1= .000	

HANGER CONTROL AND LOCATION DATA

No. of Hanger Design Load Cases = 1

Actual Cold Load Flag = 0.0

Short Range Spring Flag = 1

Allowed Load Variation (%) = 25.0000

Default Hanger Table = 5

40	50	Hanger Node = 50	Hanger Table = 0.0
		Available Space = -1,000.0000 mm.	
		Allowed Load Variation = 25.0000	
		No. Hangers = 0.0	Short Range Flag = -1
		User Operating Load = .00 N.	Free Node = 0
		Free Node = 0	Free Code = 0.0
		Theoretical Cold Load = .00 N.	
		Constant Effort Support Load = 6,700.00 N.	

140	150	Hanger Node = 150	Hanger Table = 0.0
		Available Space = .0000 mm.	
		Allowed Load Variation = 25.0000	
		No. Hangers = 0.0	Short Range Flag = -1

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

INPUT LISTING

User Operating Load = .00 N. Free Node = 0
 Free Node = 0 Free Code = 0.0
 Theoretical Cold Load = .00 N.
 Constant Effort Support Load = 3,200.00 N.

230 240 Hanger Node = 240 Hanger Table = 0.0
 Available Space = .0000 mm.
 Allowed Load Variation = 25.0000
 No. Hangers = 0.0 Short Range Flag = -1
 User Operating Load = .00 N. Free Node = 0
 Free Node = 0 Free Code = 0.0
 Spring Rate = 33.30 N./mm.
 Theoretical Cold Load = 7,200.00 N.

INPUT UNITS USED...

UNITS=	SI (mm)	NOM/SCH	INPUT=	ON				
LENGTH		inches	x	25.400	=	mm.		
FORCE		pounds	x	4.448	=	N.		
MASS(dynamics)		pounds	x	0.454	=	kg.		
MOMENTS(INPUT)		inch-pounds	x	0.113	=	N.m.		
MOMENTS(OUTPUT)		inch-pounds	x	0.113	=	N.m.		
STRESS		lbs./sq.in.	x	0.007	=	N./sq.mm.		
TEMP. SCALE		degrees F.	x	0.556	=	C		
PRESSURE		psig	x	0.069	=	bars		
ELASTIC MODULUS		lbs./sq.in.	x	0.007	=	N./sq.mm.		
PIPE DENSITY		lbs./cu.in.	x	27680.000	=	kg/cu.m.		
INSULATION DENS.		lbs./cu.in.	x	27680.000	=	kg/cu.m.		
FLUID DENSITY		lbs./cu.in.	x	27680.000	=	kg/cu.m.		
TRANSL. STIF		lbs./in.	x	0.175	=	N./mm.		
ROTATIONAL STIF		in.lb./deg.	x	0.113	=	N.m./deg		
UNIFORM LOAD		lb./in.	x	1.751	=	N./cm.		
G LOAD		g's	x	1.000	=	g's		
WIND LOAD		lbs./sq.in.	x	6894.757	=	N./sq.m.		
ELEVATION		inches	x	25.400	=	mm.		
COMPOUND LENGTH		inches	x	25.400	=	mm.		
DIAMETER		inches	x	25.400	=	mm.		
WALL THICKNESS		inches	x	25.400	=	mm.		

SETUP FILE PARAMETERS

```

-----
CONNECT GEOMETRY THRU CNODES =      YES
MIN ALLOWED BEND ANGLE =              5.00000
MAX ALLOWED BEND ANGLE =              95.0000
BEND LENGTH ATTACHMENT PERCENT =      1.00000
MIN ANGLE TO ADJACENT BEND PT =       5.00000
LOOP CLOSURE TOLERANCE =              25.4000 mm.
THERMAL BOWING HORZ TOLERANCE =       0.100000E-03
AUTO NODE NUMBER INCREMENT=          10.0000
Z AXIS UP=                            NO
USE PRESSURE STIFFENING =              DEFAULT
ALPHA TOLERANCE =                     0.500000E-01
RESLD-FORCE =                          NO
HGR DEF RESWGT STIF =                  0.175120E+12 N./mm.
  
```

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

INPUT LISTING

```

DECOMP SNG TOL =                0.100000E+11
BEND AXIAL SHAPE =              YES
FRICT STIF =                    175120.      N./mm.
FRICT NORM FORCE VAR =          0.150000
FRICT ANGLE VAR =               15.0000
FRICT SLIDE MULT =              1.00000
ROD TOLERANCE =                 1.00000
ROD INC =                       2.00000
INCORE NUMERICAL CHECK =        NO
OUTCORE NUMERICAL CHECK =        NO
DEFAULT TRANS RESTRAINT STIFF=  0.175120E+12      N./mm.
DEFAULT ROT RESTRAINT STIFF=    0.112980E+12 N.m./deg
IGNORE SPRING HANGER STIFFNESS = NO
MISSING MASS ZPA =              EXTRACTED
MIN WALL MILL TOLERANCE =       12.5000
WRC-107 VERSION =               MAR 79 1B1/2B1
WRC-107 INTERPOLATION =         LAST VALUE
DEFAULT AMBIENT TEMPERATURE=    21.1142      C
BOURDON PRESSURE=               NONE
COEFFICIENT OF FRICTION (MU) =  0.000000
INCLUDE SPRG STIF IN HGR OPE =  NO
INCLUDE INSULATION IN HYDROTEST = NO
REDUCED INTERSECTION =          B31.1(POST1980)
USE WRC329                       NO
NO REDUCED SIF FOR RFT AND WLT   NO
B31.1 REDUCED Z FIX =            YES
CLASS 1 BRANCH FLEX              NO
ALL STRESS CASES CORRODED =      NO
ADD TORSION IN SL STRESS =        DEFAULT
ADD F/A IN STRESS =              DEFAULT
OCCASIONAL LOAD FACTOR =         0.000000
DEFAULT CODE =                   STOOMWEZEN
B31.3 SUS CASE SIF FACTOR =      1.00000
ALLOW USERS BEND SIF =           NO
USE SCHNEIDER                    NO
YIELD CRITERION STRESS =         MAX 3D SHEAR
USE PD/4T                        NO
BASE HOOP STRESS ON ? =          ID
EN13480 USE IN OUTPLANE SIFS=    NO
LIBERAL EXPANSION ALLOWABLE=     YES
B31.3 SEC 319.2.3C SAXIAL=       NO
B31.3 WELDING/CONTOUR TEE ISB16.9 NO
PRESSURE VARIATION IN EXP CASE=  DEFAULT
IMPLEMENT B313 APP-P             NO
IMPLEMENT B313 CODE CASE 178    NO
USE FRP SIF =                    YES
USE FRP FLEX =                   YES
BS 7159 Pressure Stiffening=     Design Strain
FRP Property Data File=          CAESAR.FRP
FRP Emod (axial) =               22062.7      N./sq.mm.
FRP Ratio Gmod/Emod (axial) =    0.250000
FRP Ea/Eh*Vh/a =                0.152727
FRP Laminate Type =              THREE
FRP Alpha =                     21.5983      C
FRP Density =                    1660.80      kg/cu.m.

```

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

INPUT LISTING

EXCLUDE f2 FROM UK00A BENDING = NO

EXECUTION CONTROL PARAMETERS

Rigid/ExpJt Print Flag 1.000
 Bourdon Option000
 Loop Closure Flag000
 Thermal Bowing Delta Temp .. .000 C
 Liberal Allowable Flag 1.000
 Uniform Load Option000
 Ambient Temperature 21.114 C
 Plastic (FRP) Alpha 21.598
 Plastic (FRP) GMOD/EMODa250
 Plastic (FRP) Laminate Type. 3.000
 Eqn Optimizer000
 Node Selection000
 Eqn Ordering000
 Collins000
 Degree Determination000
 User Eqn Control000

COORDINATE REPORT

NODE	X	Y	Z
10	.0000	.0000	.0000
20	.0000	338.0000	.0000
30	-1700.0000	338.0000	.0000
40	-1700.0000	1582.0000	.0000
50	-1700.0000	1582.0000	1560.0000
60	-1700.0000	1582.0000	2304.0000
70	-1700.0000	1582.0000	2736.0000
80	-1700.0000	1582.0000	3120.0000
90	-1700.0000	1582.0000	3317.0000
100	-1700.0000	1582.0000	3723.0000
120	-1700.0000	1582.0000	4120.0000
130	-1700.0000	1582.0000	4360.0000
140	-2643.6909	942.4321	4360.0000
150	-2643.6909	942.4321	3180.0000
160	-2643.6909	942.4321	-120.0000
170	-2259.6909	942.4321	-504.0000
180	-2259.6909	942.4321	-1804.0000
190	-2259.6909	92.4321	-1804.0000
200	-2259.6909	92.4321	-3054.0000
210	-1359.6909	92.4321	-3054.0000
220	5240.3091	92.4321	-3054.0000
230	5240.3091	92.4321	-3499.0000
240	5240.3091	92.4321	-3999.0000
250	5240.3091	92.4321	-4664.0000
260	5640.3091	-307.5679	-4664.0000
270	5640.3091	-5585.5679	-4664.0000
280	6262.3091	-5585.5679	-4664.0000
290	10662.3086	-5585.5679	-4664.0000
300	16662.3086	-5585.5679	-4664.0000

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

INPUT LISTING

310	22662.3086	-5585.5679	-4664.0000
320	27162.3086	-5585.5679	-4664.0000
80	-1700.0000	1582.0000	3120.0000
400	-1700.0000	1676.0000	3120.0000
410	-1700.0000	1706.0000	3120.0000
420	-1700.0000	2082.0000	3120.0000
430	-2090.0000	2082.0000	3120.0000
440	-2090.0000	2082.0000	3540.0000
450	-2090.0000	2082.0000	3720.0000
460	-2090.0000	2082.0000	3880.0000
470	-2090.0000	2082.0000	4060.0000
480	-2090.0000	2082.0000	4120.0000
490	-1700.0000	2082.0000	4120.0000
500	-1700.0000	1706.0000	4120.0000
510	-1700.0000	1676.0000	4120.0000
120	-1700.0000	1582.0000	4120.0000

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

MISCELLANEOUS COMPUTED DATA

----- BEND SIF & FLEXIBILITY VALUES

BEND DATA:

SIFs IN/OUT of Plane

Flexibilities IN/OUT of plane

BEND	TYPE	SIFi	SIFo	Ki	Ko
20.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.86974	1.86974
30.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.86974	1.86974
40.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.86974	1.86974
130.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.75313	1.75313
140.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.75313	1.75313
160.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.75313	1.75313
170.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.75313	1.75313
180.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.75313	1.75313
190.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.75313	1.75313
200.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.75313	1.75313
220.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.75313	1.75313
250.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.75313	1.75313
260.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.75313	1.75313
270.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.75313	1.75313
420.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.59248	1.59248
430.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.59248	1.59248
480.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.59248	1.59248
490.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.51151	1.51151

----- INTERSECTION SIF VALUES

TYPE KEY:

- 1 - Reinforced Fabricated Tee
- 2 - Unreinforced Fabricated Tee
- 3 - Welding Tee
- 4 - Sweepolet
- 5 - Weldolet
- 6 - Extruded Welding Tee

		HEADER	HEADER	Eff BRANCH	BRANCH	BRANCH
TEE TYPE		SIFo	SIFi	THICK	SIFo	SIFi
		(these values per Code)		(mm.)		
80	2	2.29499	2.29499	11.50000	2.29499	2.29499
120	2	2.29499	2.29499	11.50000	2.29499	2.29499

CAESAR II REDUCER REPORT

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

MISCELLANEOUS COMPUTED DATA

FROM	TO	D1	T1	D2	T2	ALPHA	SIFo	SIFi
400	410	50.000	13.000	33.700	5.000	24.36	1.000	1.000
500	510	33.700	5.000	50.000	13.000	24.36	1.000	1.000

----- PIPE PROPERTIES #1

FROM	TO	PIPE WT	INSUL WT	FLUID WT	TB ALPHA1	TB ALPHA2	TB ALPHA3	y	minT
/---WEIGHTS (N. /mm.) ----/-THERMAL BOWING EXP(mm./mm./C)-/									mm.
10.	20.	0.253	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	8.0
20.	30.	0.253	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	8.0
30.	40.	0.253	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	8.0
40.	50.	0.253	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	8.0
50.	60.	0.253	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	8.0
60.	70.	4.630	0.182	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	NA	NA
70.	80.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
80.	90.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
90.	100.	9.507	0.182	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	NA	NA
100.	120.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
120.	130.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
130.	140.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
140.	150.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
150.	160.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
160.	170.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
170.	180.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
180.	190.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
190.	200.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
200.	210.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
210.	220.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
220.	230.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
230.	240.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
240.	250.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
250.	260.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
260.	270.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
270.	280.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
280.	290.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
290.	300.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
300.	310.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
310.	320.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
80.	400.	0.116	0.038	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	5.3
400.	410.	0.116	0.038	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	5.3
410.	420.	0.035	0.034	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	4.0
420.	430.	0.035	0.000	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	4.0
430.	440.	0.035	0.000	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	4.0
440.	450.	0.556	0.000	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	NA	NA
450.	460.	0.035	0.000	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	4.0
460.	470.	0.389	0.000	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	NA	NA
470.	480.	0.035	0.000	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	4.0
480.	490.	0.035	0.000	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	4.0
490.	500.	0.035	0.034	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	4.0
500.	510.	0.035	0.034	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	4.0
510.	120.	0.116	0.038	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	5.3

----- PIPE PROPERTIES #2

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

MISCELLANEOUS COMPUTED DATA

FROM TO THERMAL EXPANSION COEFFICIENTS 1 THRU 9

/----- THERMAL EXPANSION (mm./mm.) -----/

10.	20.	0.0043	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20.	30.	0.0043	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30.	40.	0.0043	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40.	50.	0.0043	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50.	60.	0.0043	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60.	70.	0.0043	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70.	80.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80.	90.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90.	100.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100.	120.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120.	130.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130.	140.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140.	150.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150.	160.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160.	170.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170.	180.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180.	190.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190.	200.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
200.	210.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
210.	220.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
220.	230.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
230.	240.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
240.	250.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
250.	260.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
260.	270.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
270.	280.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
280.	290.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
290.	300.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
300.	310.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
310.	320.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80.	400.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
400.	410.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
410.	420.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
420.	430.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
430.	440.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
440.	450.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
450.	460.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
460.	470.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
470.	480.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
480.	490.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
490.	500.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
500.	510.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
510.	120.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

----- CENTER OF GRAVITY REPORT

		Total Wght	X cg	Y cg	Z cg
		(N.)	(mm.)	(mm.)	(mm.)
Pipe	:	21836.4	4795.8	-1254.5	-1095.1
Insulation	:	5582.4	6882.1	-2176.7	-2518.0
Refractory	:	0.0	0.0	0.0	0.0

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

MISCELLANEOUS COMPUTED DATA

Fluid	:	0.0	0.0	0.0	0.0
Pipe+Insl+Referty	:	27418.8	5220.6	-1442.3	-1384.8
Pipe+Fluid	:	21836.4	4795.8	-1254.5	-1095.1
Pipe+Insl+Referty+Fluid:		27418.8	5220.6	-1442.3	-1384.8

----- BILL OF MATERIALS REPORT

MATERIAL ID: 3.

PIPE	DIAM(mm.)	THCK(mm.)	LENGTH(mm.)
1	114.300	12.500	44910.387
2	114.300	10.000	4480.000
3	50.000	13.000	218.000
4	33.700	5.000	2273.400

BEND	NUMBER	DIAM(mm.)	THCK(mm.)	RADIUS(mm.)	ANGLE(deg)
1	8	114.300	12.500	152.400	90.0
2	3	114.300	12.500	152.400	45.0
3	3	114.300	10.000	300.000	90.0
4	4	33.700	5.000	38.100	90.0

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

RESTRAINT SUMMARY EXTENDED REPORT: Loads On Restraints
 Various Load Cases

LOAD CASE DEFINITION KEY

CASE 1 (OPE) W+D1+T1+P1+H

CASE 2 (SUS) W+P1+H

NODE	Load Case	FX N.	FY N.	FZ N.	MX N.m.	MY N.m.	MZ N.m.	DX mm.	DY mm.	DZ mm.
10		Displ. Reaction								
	1(OPE)	-708	-1833	1716	8095	2597	3255	39.000	58.000	-30.000
	2(SUS)	-38	-1528	803	7463	1460	1697	-0.000	-0.000	0.000
	MAX	-708/L1	-1833/L1	1716/L1	8095/L1	2597/L1	3255/L1	39.000/L1	58.000/L1	-30.000/L1
50		User Design CSH								
	1(OPE)	0	-6700	0	0	0	0	31.510	-1.918	18.820
	2(SUS)	0	-6700	0	0	0	0	3.826	-63.535	38.536
	MAX		-6700/L1					31.510/L1	-63.535/L2	38.536/L2
150		User Design CSH								
	1(OPE)	0	-3200	0	0	0	0	35.258	-94.439	13.301
	2(SUS)	0	-3200	0	0	0	0	11.661	-148.644	17.776
	MAX		-3200/L1					35.258/L1	-148.644/L2	17.776/L2
210		Rigid +Y; Rigid X								
	1(OPE)	-1588	-1378	-890	0	0	0	-0.000	-0.000	-24.233
	2(SUS)	517	-2721	-971	0	0	0	0.000	-0.000	-0.115
	MAX	-1588/L1	-2721/L2	-971/L2				-0.000/L1	-0.000/L2	-24.233/L1
230		Rigid Z								
	1(OPE)	76	136	-520	0	0	0	29.055	52.386	-0.000

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

RESTRAINT SUMMARY EXTENDED REPORT: Loads On Restraints
 Various Load Cases

NODE	Load Case	FX N.	FY N.	FZ N.	MX N.m.	MY N.m.	MZ N.m.	DX mm.	DY mm.	DZ mm.
	2(SUS)	2	60	200	0	0	0	0.613	24.371	0.000
	MAX	76/L1	136/L1	-520/L1				29.055/L1	52.386/L1	-0.000/L1
240		User Design VSH								
	1(OPE)	0	-5310	0	0	0	0	28.428	56.752	-2.217
	2(SUS)	0	-6332	0	0	0	0	1.412	26.066	0.000
	MAX		-6332/L2					28.428/L1	56.752/L1	-2.217/L1
280		Rigid +Y								
	1(OPE)	0	0	0	0	0	0	-92.590	20.598	-28.470
	2(SUS)	0	0	0	0	0	0	-0.005	24.739	-4.241
								-92.590/L1	24.739/L2	-28.470/L1
290		Rigid +Y								
	1(OPE)	-1055	-3575	-192	0	0	0	-73.090	-0.000	-13.312
	2(SUS)	-275	-1012	-128	0	0	0	-0.002	-0.000	-0.001
	MAX	-1055/L1	-3575/L1	-192/L1				-73.090/L1	-0.000/L1	-13.312/L1
300		Rigid +Y; Rigid Z								
	1(OPE)	-814	-2636	-78	0	0	0	-46.507	-0.000	-0.000
	2(SUS)	-154	-3184	85	0	0	0	-0.001	-0.000	0.000
	MAX	-814/L1	-3184/L2	85/L2				-46.507/L1	-0.000/L2	0.000/L2
310		Rigid +Y								
	1(OPE)	-657	-2193	39	0	0	0	-19.930	-0.000	1.186
	2(SUS)	-36	-2014	-28	0	0	0	-0.000	-0.000	-0.000
	MAX	-657/L1	-2193/L1	39/L1				-19.930/L1	-0.000/L1	1.186/L1
320		Rigid ANC								
	1(OPE)	4718	-829	66	121	229	549	0.000	-0.000	0.000
	2(SUS)	-39	-888	9	28	14	636	-0.000	-0.000	0.000

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

RESTRAINT SUMMARY EXTENDED REPORT: Loads On Restraints
Various Load Cases

NODE	Load Case	FX N.	FY N.	FZ N.	MX N.m.	MY N.m.	MZ N.m.	DX mm.	DY mm.	DZ mm.
	MAX	4718/L1	-888/L2	66/L1	121/L1	229/L1	636/L2	0.000/L1	-0.000/L2	0.000/L1

Piping Code: STOOM = STOOMWEZEN (1989)

CODE STRESS CHECK FAILED : LOADCASE 2 (SUS) W+P1+H

CodeStress Ratio (%):	139.4	@Node	120
Code Stress:	148.5	Allowable:	106.5
Axial Stress:	41.4	@Node	40
Bending Stress:	138.6	@Node	120
Torsion Stress:	50.5	@Node	20
Hoop Stress:	89.6	@Node	18
3D Max Intensity:	175.1	@Node	120

[illegible]

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 2 (SUS) W+P1+H

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
29	40.88	72.45	34.55	89.61	146.06	1.000	1.000	148.97	123.95	120.19	STOOM	*
30	40.80	97.74	0.67	89.61	140.36	1.000	1.000	146.61	123.95	118.28	STOOM	*
30	40.80	97.74	-0.67	89.61	140.37	1.000	1.000	146.61	123.95	118.28	STOOM	*
38	40.88	90.50	0.67	89.61	134.15	1.000	1.000	139.37	123.95	112.44	STOOM	*
38	40.88	90.50	-0.67	89.61	134.16	1.000	1.000	139.37	123.95	112.44	STOOM	*
39	41.16	87.41	-1.26	89.61	131.46	1.000	1.000	136.30	123.95	109.97	STOOM	*
39	41.16	87.41	1.26	89.61	131.40	1.000	1.000	136.30	123.95	109.97	STOOM	*
40	41.37	84.86	-2.50	89.61	129.73	1.000	1.000	133.87	123.95	108.00	STOOM	*
40	41.37	84.86	2.50	89.61	129.51	1.000	1.000	133.87	123.95	108.00	STOOM	*
50	41.37	80.81	-2.50	89.61	126.39	1.000	1.000	129.82	123.95	104.74	STOOM	*
50	41.37	80.81	2.50	89.61	126.08	1.000	1.000	129.82	123.95	104.74	STOOM	*
60	41.37	12.36	-2.50	89.61	114.68	1.000	1.000	62.18	123.95	50.17	STOOM	
60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
70	36.35	18.98	2.27	79.82	105.91	1.000	1.000	63.62	106.53	59.72	STOOM	
80	36.35	91.56	-2.27	79.82	128.94	2.295	2.295	113.22	106.53	106.28	STOOM	*
80	36.38	90.30	2.50	79.82	127.85	2.295	2.295	112.38	106.53	105.49	STOOM	*
90	36.38	49.45	-2.50	79.82	106.17	1.000	1.000	93.82	106.53	88.06	STOOM	
90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
100	36.38	59.91	2.50	79.82	106.74	1.000	1.000	104.23	106.53	97.84	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 2 (SUS) W+P1+H

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
120	36.38	137.16	-2.50	79.82	173.06	2.295	2.295	147.34	106.53	138.31	STOOM	*
120	36.35	138.64	2.78	79.82	175.08	2.295	2.295	148.53	106.53	139.42	STOOM	*
128	36.35	60.08	-2.78	79.82	107.05	1.000	1.000	104.44	106.53	98.04	STOOM	
128	36.35	60.08	2.78	79.82	106.95	1.000	1.000	104.44	106.53	98.04	STOOM	
129	36.24	51.64	14.86	79.82	114.03	1.000	1.000	103.69	106.53	97.33	STOOM	
129	36.24	51.64	-14.86	79.82	113.95	1.000	1.000	103.69	106.53	97.33	STOOM	
130	36.04	34.81	23.61	79.82	116.66	1.000	1.000	102.77	106.53	96.47	STOOM	
130	36.04	34.81	-23.61	79.82	116.69	1.000	1.000	102.77	106.53	96.47	STOOM	
138	35.98	25.91	23.61	79.82	115.11	1.000	1.000	97.96	106.53	91.96	STOOM	
138	35.98	25.91	-23.61	79.82	115.15	1.000	1.000	97.96	106.53	91.96	STOOM	
139	35.84	42.87	16.26	79.82	113.04	1.000	1.000	97.92	106.53	91.92	STOOM	
139	35.84	42.87	-16.26	79.82	113.16	1.000	1.000	97.92	106.53	91.92	STOOM	
140	35.86	54.77	-1.01	79.82	105.90	1.000	1.000	98.91	106.53	92.85	STOOM	
140	35.86	54.77	1.01	79.82	105.91	1.000	1.000	98.91	106.53	92.85	STOOM	
150	35.86	69.22	-1.01	79.82	110.35	1.000	1.000	113.36	106.53	106.41	STOOM	*
150	35.86	69.22	1.01	79.82	110.49	1.000	1.000	113.36	106.53	106.41	STOOM	*
158	35.86	20.41	-1.01	79.82	105.83	1.000	1.000	64.62	106.53	60.66	STOOM	
158	35.86	20.41	1.01	79.82	105.84	1.000	1.000	64.62	106.53	60.66	STOOM	
159	35.88	18.05	-4.45	79.82	106.17	1.000	1.000	64.23	106.53	60.29	STOOM	
159	35.88	18.05	4.45	79.82	106.17	1.000	1.000	64.23	106.53	60.29	STOOM	
160	35.93	13.64	-7.13	79.82	106.63	1.000	1.000	63.83	106.53	59.92	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 2 (SUS) W+P1+H

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
160	35.93	13.64	7.13	79.82	106.64	1.000	1.000	63.83	106.53	59.92	STOOM	
168	35.93	10.24	-7.13	79.82	106.58	1.000	1.000	61.66	106.53	57.88	STOOM	
168	35.93	10.24	7.13	79.82	106.59	1.000	1.000	61.66	106.53	57.88	STOOM	
169	35.88	14.24	-4.92	79.82	106.21	1.000	1.000	61.41	106.53	57.65	STOOM	
169	35.88	14.24	4.92	79.82	106.22	1.000	1.000	61.41	106.53	57.65	STOOM	
170	35.86	16.62	-2.01	79.82	105.89	1.000	1.000	61.21	106.53	57.46	STOOM	
170	35.86	16.62	2.01	79.82	105.89	1.000	1.000	61.21	106.53	57.46	STOOM	
178	35.86	16.27	-2.01	79.82	105.88	1.000	1.000	60.86	106.53	57.13	STOOM	
178	35.86	16.27	2.01	79.82	105.89	1.000	1.000	60.86	106.53	57.13	STOOM	
179	35.88	16.60	0.48	79.82	105.82	1.000	1.000	60.73	106.53	57.01	STOOM	
179	35.88	16.60	-0.48	79.82	105.82	1.000	1.000	60.73	106.53	57.01	STOOM	
180	36.02	14.82	2.70	79.82	105.94	1.000	1.000	59.88	106.53	56.21	STOOM	
180	36.02	14.82	-2.70	79.82	105.94	1.000	1.000	59.88	106.53	56.21	STOOM	
188	35.95	9.69	2.70	79.82	105.93	1.000	1.000	55.20	106.53	51.82	STOOM	
188	35.95	9.69	-2.70	79.82	105.93	1.000	1.000	55.20	106.53	51.82	STOOM	
189	35.81	10.50	0.36	79.82	105.82	1.000	1.000	54.64	106.53	51.29	STOOM	
189	35.81	10.50	-0.36	79.82	105.82	1.000	1.000	54.64	106.53	51.29	STOOM	
190	35.86	9.91	-2.22	79.82	105.89	1.000	1.000	54.96	106.53	51.60	STOOM	
190	35.86	9.91	2.22	79.82	105.89	1.000	1.000	54.96	106.53	51.60	STOOM	
198	35.86	19.28	-2.22	79.82	105.91	1.000	1.000	63.89	106.53	59.97	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 2 (SUS) W+P1+H

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
198	35.86	19.28	2.22	79.82	105.91	1.000	1.000	63.89	106.53	59.97	STOOM	
199	35.93	12.58	-8.35	79.82	106.90	1.000	1.000	65.02	106.53	61.03	STOOM	
199	35.93	12.58	8.35	79.82	106.91	1.000	1.000	65.02	106.53	61.03	STOOM	
200	36.10	5.01	-10.21	79.82	107.23	1.000	1.000	65.14	106.53	61.15	STOOM	
200	36.10	5.01	10.21	79.82	107.23	1.000	1.000	65.14	106.53	61.15	STOOM	
210	36.10	10.63	-10.21	79.82	107.37	1.000	1.000	67.13	106.53	63.02	STOOM	
210	36.25	10.63	10.21	79.82	107.37	1.000	1.000	67.13	106.53	63.02	STOOM	
218	36.25	17.71	-10.21	79.82	107.60	1.000	1.000	71.14	106.53	66.78	STOOM	
218	36.25	17.71	10.21	79.82	107.59	1.000	1.000	71.14	106.53	66.78	STOOM	
219	36.24	28.61	-1.44	79.82	105.86	1.000	1.000	72.86	106.53	68.39	STOOM	
219	36.24	28.61	1.44	79.82	105.86	1.000	1.000	72.86	106.53	68.39	STOOM	
220	36.15	24.75	9.00	79.82	107.44	1.000	1.000	74.71	106.53	70.13	STOOM	
220	36.15	24.75	-9.00	79.82	107.44	1.000	1.000	74.71	106.53	70.13	STOOM	
230	36.15	29.87	9.00	79.82	107.66	1.000	1.000	78.99	106.53	74.14	STOOM	
230	36.09	29.87	-9.00	79.82	107.66	1.000	1.000	78.99	106.53	74.14	STOOM	
240	36.09	40.71	9.00	79.82	108.35	1.000	1.000	88.62	106.53	83.19	STOOM	
240	36.09	40.71	-9.00	79.82	108.35	1.000	1.000	88.62	106.53	83.19	STOOM	
248	36.09	12.19	9.00	79.82	107.07	1.000	1.000	65.85	106.53	61.81	STOOM	
248	36.09	12.19	-9.00	79.82	107.07	1.000	1.000	65.85	106.53	61.81	STOOM	
249	36.81	15.60	4.18	79.82	106.12	1.000	1.000	61.81	106.53	58.02	STOOM	
249	36.81	15.60	-4.18	79.82	106.11	1.000	1.000	61.81	106.53	58.02	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 2 (SUS) W+P1+H

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
250	37.10	13.16	-1.61	79.82	105.86	1.000	1.000	57.66	106.53	54.12	STOOM	
250	37.10	13.16	1.61	79.82	105.86	1.000	1.000	57.66	106.53	54.12	STOOM	
258	37.07	2.75	-1.61	79.82	105.85	1.000	1.000	48.33	106.53	45.37	STOOM	
258	37.07	2.75	1.61	79.82	105.85	1.000	1.000	48.33	106.53	45.37	STOOM	
259	37.28	3.21	-1.07	79.82	105.83	1.000	1.000	47.97	106.53	45.03	STOOM	
259	37.28	3.21	1.07	79.82	105.83	1.000	1.000	47.97	106.53	45.03	STOOM	
260	37.31	3.74	-0.38	79.82	105.82	1.000	1.000	47.92	106.53	44.98	STOOM	
260	37.31	3.74	0.38	79.82	105.82	1.000	1.000	47.92	106.53	44.98	STOOM	
268	36.67	31.12	-0.38	79.82	105.82	1.000	1.000	75.24	106.53	70.63	STOOM	
268	36.67	31.12	0.38	79.82	105.82	1.000	1.000	75.24	106.53	70.63	STOOM	
269	36.60	30.76	-0.42	79.82	105.82	1.000	1.000	74.88	106.53	70.29	STOOM	
269	36.60	30.76	0.42	79.82	105.82	1.000	1.000	74.88	106.53	70.29	STOOM	
270	36.26	28.66	-0.18	79.82	105.82	1.000	1.000	72.77	106.53	68.31	STOOM	
270	36.26	28.66	0.18	79.82	105.82	1.000	1.000	72.77	106.53	68.31	STOOM	
280	36.26	19.02	-0.18	79.82	105.82	1.000	1.000	63.13	106.53	59.26	STOOM	
280	36.26	19.02	0.18	79.82	105.82	1.000	1.000	63.13	106.53	59.26	STOOM	
290	36.26	15.71	-0.18	79.82	105.82	1.000	1.000	59.82	106.53	56.16	STOOM	
290	36.18	15.71	0.18	79.82	105.82	1.000	1.000	59.82	106.53	56.16	STOOM	
300	36.18	24.88	-0.18	79.82	105.82	1.000	1.000	68.99	106.53	64.76	STOOM	
300	36.13	24.88	0.18	79.82	105.82	1.000	1.000	68.99	106.53	64.76	STOOM	
310	36.13	10.40	-0.18	79.82	105.82	1.000	1.000	54.52	106.53	51.18	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 2 (SUS) W+P1+H

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
310	36.12	10.40	0.18	79.82	105.82	1.000	1.000	54.52	106.53	51.18	STOOM	
320	36.12	8.12	-0.18	79.82	105.82	1.000	1.000	52.24	106.53	49.04	STOOM	
80	8.63	9.27	0.59	23.68	51.09	2.295	2.295	23.28	106.53	21.85	STOOM	
400	8.65	4.65	-0.77	23.68	51.09	1.000	1.000	20.94	106.53	19.65	STOOM	
400	8.65	4.65	0.77	23.68	51.09	1.000	1.000	20.94	106.53	19.65	STOOM	
410	23.03	19.44	-3.34	53.97	80.55	1.000	1.000	43.91	106.53	41.22	STOOM	
410	29.43	21.77	3.74	67.08	93.52	1.000	1.000	60.76	106.53	57.03	STOOM	
418	29.51	16.03	-3.74	67.08	93.47	1.000	1.000	55.43	106.53	52.03	STOOM	
418	29.51	16.03	3.74	67.08	93.48	1.000	1.000	55.43	106.53	52.03	STOOM	
419	29.60	15.97	-3.07	67.08	93.39	1.000	1.000	54.85	106.53	51.49	STOOM	
419	29.60	15.97	3.07	67.08	93.39	1.000	1.000	54.85	106.53	51.49	STOOM	
420	29.81	15.52	-1.10	67.08	93.23	1.000	1.000	53.41	106.53	50.13	STOOM	
420	29.81	15.52	1.10	67.08	93.23	1.000	1.000	53.41	106.53	50.13	STOOM	
428	29.81	8.39	-1.10	67.08	93.23	1.000	1.000	46.41	106.53	43.56	STOOM	
428	29.81	8.39	1.10	67.08	93.23	1.000	1.000	46.41	106.53	43.56	STOOM	
429	29.59	9.54	-0.21	67.08	93.21	1.000	1.000	47.29	106.53	44.39	STOOM	
429	29.59	9.54	0.21	67.08	93.21	1.000	1.000	47.29	106.53	44.39	STOOM	
430	29.50	9.85	0.40	67.08	93.21	1.000	1.000	47.62	106.53	44.70	STOOM	
430	29.50	9.85	-0.40	67.08	93.21	1.000	1.000	47.62	106.53	44.70	STOOM	
440	29.50	15.35	0.40	67.08	93.21	1.000	1.000	53.11	106.53	49.85	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 2 (SUS) W+P1+H

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
440	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
450	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
450	29.50	16.39	-0.40	67.08	93.21	1.000	1.000	54.15	106.53	50.83	STOOM	
460	29.50	14.47	0.40	67.08	93.21	1.000	1.000	52.23	106.53	49.03	STOOM	
460	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
470	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
470	29.50	11.23	-0.40	67.08	93.21	1.000	1.000	49.00	106.53	45.99	STOOM	
478	29.50	10.90	0.40	67.08	93.21	1.000	1.000	48.67	106.53	45.69	STOOM	
478	29.50	10.90	-0.40	67.08	93.21	1.000	1.000	48.67	106.53	45.69	STOOM	
479	29.59	10.11	-0.47	67.08	93.21	1.000	1.000	47.89	106.53	44.95	STOOM	
479	29.59	10.11	0.47	67.08	93.21	1.000	1.000	47.89	106.53	44.95	STOOM	
480	29.80	8.91	-0.51	67.08	93.21	1.000	1.000	46.71	106.53	43.84	STOOM	
480	29.80	8.91	0.51	67.08	93.21	1.000	1.000	46.71	106.53	43.84	STOOM	
488	29.80	18.59	-0.51	67.08	93.22	1.000	1.000	56.35	106.53	52.90	STOOM	
488	29.80	18.59	0.51	67.08	93.22	1.000	1.000	56.35	106.53	52.90	STOOM	
489	29.53	20.15	1.68	67.08	93.27	1.000	1.000	58.17	106.53	54.60	STOOM	
489	29.53	20.15	-1.68	67.08	93.27	1.000	1.000	58.17	106.53	54.60	STOOM	
490	29.41	20.19	3.37	67.08	93.44	1.000	1.000	59.02	106.53	55.40	STOOM	
490	29.41	20.19	-3.37	67.08	93.45	1.000	1.000	59.02	106.53	55.40	STOOM	
500	29.34	26.50	3.37	67.08	93.49	1.000	1.000	65.09	106.53	61.10	STOOM	
500	29.34	26.50	-3.37	67.08	93.50	1.000	1.000	65.09	106.53	61.10	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 2 (SUS) W+P1+H

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
510	6.12	5.35	0.66	18.20	46.06	1.000	1.000	11.73	106.53	11.01	STOOM	
510	8.62	5.61	-0.69	23.68	51.09	1.000	1.000	21.82	106.53	20.49	STOOM	
120	8.61	10.92	0.53	23.68	51.09	2.295	2.295	24.43	106.53	22.93	STOOM	

Piping Code: STOOM = STOOMWEZEN (1989)

Highest Stresses: (N./sq.mm.)			
CodeStress Ratio (%)	39.4	@Node	269
Code Stress:	108.8	Allowable:	276.3
Axial Stress:	1.5	@Node	320
Bending Stress:	108.7	@Node	269
Torsion Stress:	36.8	@Node	220
Hoop Stress:	0.0	@Node	18
3D Max Intensity:	109.9	@Node	269

[illegible]

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 3 (EXP) L3=L1-L2

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
29	0.09	11.00	2.87	0.00	12.49	1.000	1.000	12.41	252.05	4.92	STOOM	
30	-0.11	8.62	-2.91	0.00	10.49	1.000	1.000	10.41	252.05	4.13	STOOM	
30	-0.11	8.62	2.91	0.00	10.49	1.000	1.000	10.41	252.05	4.13	STOOM	
38	-0.11	7.98	-2.91	0.00	9.97	1.000	1.000	9.88	252.05	3.92	STOOM	
38	-0.11	7.98	2.91	0.00	9.97	1.000	1.000	9.88	252.05	3.92	STOOM	
39	0.15	11.36	-1.58	0.00	11.93	1.000	1.000	11.79	252.05	4.68	STOOM	
39	0.15	11.36	1.58	0.00	11.93	1.000	1.000	11.79	252.05	4.68	STOOM	
40	0.31	13.05	-0.14	0.00	13.37	1.000	1.000	13.05	252.05	5.18	STOOM	
40	0.31	13.05	0.14	0.00	13.37	1.000	1.000	13.05	252.05	5.18	STOOM	
50	0.31	20.15	-0.14	0.00	20.46	1.000	1.000	20.15	252.05	7.99	STOOM	
50	0.31	20.15	0.14	0.00	20.46	1.000	1.000	20.15	252.05	7.99	STOOM	
60	0.31	26.54	-0.14	0.00	26.86	1.000	1.000	26.54	313.82	8.46	STOOM	
60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
70	0.28	27.75	0.13	0.00	28.03	1.000	1.000	27.75	287.58	9.65	STOOM	
80	0.28	71.28	-0.13	0.00	71.56	2.295	2.295	71.28	244.67	29.13	STOOM	
80	0.29	71.00	0.14	0.00	71.29	2.295	2.295	71.00	244.67	29.02	STOOM	
90	0.29	32.66	-0.14	0.00	32.94	1.000	1.000	32.66	257.38	12.69	STOOM	
90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
100	0.29	36.23	0.14	0.00	36.52	1.000	1.000	36.23	246.97	14.67	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 3 (EXP) L3=L1-L2

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
120	0.29	91.28	-0.14	0.00	91.56	2.295	2.295	91.28	244.67	37.31	STOOM	
120	0.28	91.63	0.13	0.00	91.91	2.295	2.295	91.63	244.67	37.45	STOOM	
128	0.28	40.71	-0.13	0.00	40.99	1.000	1.000	40.71	246.76	16.50	STOOM	
128	0.28	40.71	0.13	0.00	40.99	1.000	1.000	40.71	246.76	16.50	STOOM	
129	0.36	41.04	1.63	0.00	41.52	1.000	1.000	41.17	247.51	16.63	STOOM	
129	0.36	41.04	-1.63	0.00	41.52	1.000	1.000	41.17	247.51	16.63	STOOM	
130	0.22	40.05	2.36	0.00	40.54	1.000	1.000	40.32	248.43	16.23	STOOM	
130	0.22	40.05	-2.36	0.00	40.54	1.000	1.000	40.32	248.43	16.23	STOOM	
138	0.22	30.34	2.36	0.00	30.93	1.000	1.000	30.71	253.24	12.13	STOOM	
138	0.22	30.34	-2.36	0.00	30.93	1.000	1.000	30.71	253.24	12.13	STOOM	
139	-0.04	28.98	1.18	0.00	29.12	1.000	1.000	29.08	253.28	11.48	STOOM	
139	-0.04	28.98	-1.18	0.00	29.12	1.000	1.000	29.08	253.28	11.48	STOOM	
140	-0.28	27.58	-0.76	0.00	27.90	1.000	1.000	27.62	252.29	10.95	STOOM	
140	-0.28	27.58	0.76	0.00	27.90	1.000	1.000	27.62	252.29	10.95	STOOM	
150	-0.28	18.79	-0.76	0.00	19.14	1.000	1.000	18.86	244.67	7.71	STOOM	
150	-0.28	18.79	0.76	0.00	19.14	1.000	1.000	18.86	244.67	7.71	STOOM	
158	-0.28	16.99	-0.76	0.00	17.34	1.000	1.000	17.06	286.58	5.95	STOOM	
158	-0.28	16.99	0.76	0.00	17.34	1.000	1.000	17.06	286.58	5.95	STOOM	
159	-0.34	17.22	-1.20	0.00	17.73	1.000	1.000	17.39	286.97	6.06	STOOM	
159	-0.34	17.22	1.20	0.00	17.73	1.000	1.000	17.39	286.97	6.06	STOOM	
160	-0.34	17.19	-1.41	0.00	17.75	1.000	1.000	17.41	287.37	6.06	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 3 (EXP) L3=L1-L2

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
160	-0.34	17.19	1.41	0.00	17.75	1.000	1.000	17.41	287.37	6.06	STOOM	
168	-0.34	16.31	-1.41	0.00	16.89	1.000	1.000	16.55	289.54	5.72	STOOM	
168	-0.34	16.31	1.41	0.00	16.89	1.000	1.000	16.55	289.54	5.72	STOOM	
169	-0.34	16.31	-1.56	0.00	16.93	1.000	1.000	16.60	289.79	5.73	STOOM	
169	-0.34	16.31	1.56	0.00	16.93	1.000	1.000	16.60	289.79	5.73	STOOM	
170	-0.28	16.68	-1.51	0.00	17.23	1.000	1.000	16.95	289.99	5.85	STOOM	
170	-0.28	16.68	1.51	0.00	17.23	1.000	1.000	16.95	289.99	5.85	STOOM	
178	-0.28	26.17	-1.51	0.00	26.63	1.000	1.000	26.35	290.34	9.07	STOOM	
178	-0.28	26.17	1.51	0.00	26.63	1.000	1.000	26.35	290.34	9.07	STOOM	
179	-0.13	21.86	8.29	0.00	27.54	1.000	1.000	27.44	290.47	9.45	STOOM	
179	-0.13	21.86	-8.29	0.00	27.54	1.000	1.000	27.44	290.47	9.45	STOOM	
180	0.09	7.31	13.62	0.00	28.23	1.000	1.000	28.20	291.32	9.68	STOOM	
180	0.09	7.31	-13.62	0.00	28.23	1.000	1.000	28.20	291.32	9.68	STOOM	
188	0.09	15.19	13.62	0.00	31.23	1.000	1.000	31.19	296.00	10.54	STOOM	
188	0.09	15.19	-13.62	0.00	31.23	1.000	1.000	31.19	296.00	10.54	STOOM	
189	-0.13	29.85	6.26	0.00	32.50	1.000	1.000	32.37	296.56	10.92	STOOM	
189	-0.13	29.85	-6.26	0.00	32.50	1.000	1.000	32.37	296.56	10.92	STOOM	
190	-0.28	32.07	-5.15	0.00	33.94	1.000	1.000	33.68	296.24	11.37	STOOM	
190	-0.28	32.07	5.15	0.00	33.94	1.000	1.000	33.68	296.24	11.37	STOOM	
198	-0.28	40.94	-5.15	0.00	42.48	1.000	1.000	42.21	287.31	14.69	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 3 (EXP) L3=L1-L2

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
198	-0.28	40.94	5.15	0.00	42.48	1.000	1.000	42.21	287.31	14.69	STOOM	
199	-0.34	42.38	2.92	0.00	43.12	1.000	1.000	42.78	286.18	14.95	STOOM	
199	-0.34	42.38	-2.92	0.00	43.12	1.000	1.000	42.78	286.18	14.95	STOOM	
200	-0.21	37.75	9.45	0.00	42.40	1.000	1.000	42.21	286.06	14.76	STOOM	
200	-0.21	37.75	-9.45	0.00	42.40	1.000	1.000	42.21	286.06	14.76	STOOM	
210	-0.21	30.71	9.45	0.00	36.23	1.000	1.000	36.06	284.07	12.69	STOOM	
210	-0.85	30.71	-9.45	0.00	36.79	1.000	1.000	36.06	284.07	12.69	STOOM	
218	-0.85	84.26	9.45	0.00	87.18	1.000	1.000	86.35	280.06	30.83	STOOM	
218	-0.85	84.26	-9.45	0.00	87.18	1.000	1.000	86.35	280.06	30.83	STOOM	
219	-0.79	58.62	32.29	0.00	87.75	1.000	1.000	87.22	278.34	31.34	STOOM	
219	-0.79	58.62	-32.29	0.00	87.75	1.000	1.000	87.22	278.34	31.34	STOOM	
220	-0.27	44.07	36.81	0.00	85.94	1.000	1.000	85.81	276.49	31.03	STOOM	
220	-0.27	44.07	-36.81	0.00	85.94	1.000	1.000	85.81	276.49	31.03	STOOM	
230	-0.27	33.01	36.81	0.00	80.80	1.000	1.000	80.69	272.21	29.64	STOOM	
230	-0.05	33.01	-36.81	0.00	80.71	1.000	1.000	80.69	272.21	29.64	STOOM	
240	-0.05	14.37	36.81	0.00	75.02	1.000	1.000	75.01	262.58	28.57	STOOM	
240	-0.05	14.37	-36.81	0.00	75.02	1.000	1.000	75.01	262.58	28.57	STOOM	
248	-0.05	9.29	36.81	0.00	74.21	1.000	1.000	74.21	285.35	26.01	STOOM	
248	-0.05	9.29	-36.81	0.00	74.21	1.000	1.000	74.21	285.35	26.01	STOOM	
249	-0.78	54.98	25.26	0.00	75.24	1.000	1.000	74.66	289.39	25.80	STOOM	
249	-0.78	54.98	-25.26	0.00	75.24	1.000	1.000	74.66	289.39	25.80	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTE\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 3 (EXP) L3=L1-L2

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
250	-1.05	74.44	-0.86	0.00	75.51	1.000	1.000	74.46	293.54	25.37	STOOM	
250	-1.05	74.44	0.86	0.00	75.51	1.000	1.000	74.46	293.54	25.37	STOOM	
258	-1.05	72.55	-0.86	0.00	73.62	1.000	1.000	72.57	302.87	23.96	STOOM	
258	-1.05	72.55	0.86	0.00	73.62	1.000	1.000	72.57	302.87	23.96	STOOM	
259	-0.92	71.65	1.99	0.00	72.69	1.000	1.000	71.76	303.23	23.67	STOOM	
259	-0.92	71.65	-1.99	0.00	72.69	1.000	1.000	71.76	303.23	23.67	STOOM	
260	-0.66	69.50	4.52	0.00	70.73	1.000	1.000	70.08	303.28	23.11	STOOM	
260	-0.66	69.50	-4.52	0.00	70.73	1.000	1.000	70.08	303.28	23.11	STOOM	
268	-0.66	105.98	4.52	0.00	107.02	1.000	1.000	106.36	275.96	38.54	STOOM	
268	-0.66	105.98	-4.52	0.00	107.02	1.000	1.000	106.36	275.96	38.54	STOOM	
269	-1.05	108.71	2.72	0.00	109.89	1.000	1.000	108.84	276.32	39.39	STOOM	
269	-1.05	108.71	-2.72	0.00	109.89	1.000	1.000	108.84	276.32	39.39	STOOM	
270	-0.83	107.42	-0.59	0.00	108.26	1.000	1.000	107.43	278.43	38.58	STOOM	
270	-0.83	107.42	0.59	0.00	108.26	1.000	1.000	107.43	278.43	38.58	STOOM	
280	-0.83	94.58	-0.59	0.00	95.42	1.000	1.000	94.59	288.07	32.84	STOOM	
280	-0.83	94.58	0.59	0.00	95.42	1.000	1.000	94.59	288.07	32.84	STOOM	
290	-0.83	25.76	-0.59	0.00	26.62	1.000	1.000	25.79	291.38	8.85	STOOM	
290	-1.07	25.76	0.59	0.00	26.86	1.000	1.000	25.79	291.38	8.85	STOOM	
300	-1.07	9.80	-0.59	0.00	10.93	1.000	1.000	9.87	282.21	3.50	STOOM	
300	-1.28	9.80	0.59	0.00	11.14	1.000	1.000	9.87	282.21	3.50	STOOM	
310	-1.28	2.28	-0.59	0.00	3.75	1.000	1.000	2.57	296.68	0.87	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 3 (EXP) L3=L1-L2

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
310	-1.46	2.28	0.59	0.00	3.93	1.000	1.000	2.57	296.68	0.87	STOOM	
320	-1.46	2.96	-0.59	0.00	4.58	1.000	1.000	3.19	298.96	1.07	STOOM	
80	-0.00	2.33	0.04	0.00	2.33	2.295	2.295	2.34	327.92	0.71	STOOM	
400	-0.00	1.11	-0.05	0.00	1.12	1.000	1.000	1.12	330.26	0.34	STOOM	
400	-0.00	1.11	0.05	0.00	1.12	1.000	1.000	1.12	330.26	0.34	STOOM	
410	-0.00	4.53	-0.23	0.00	4.56	1.000	1.000	4.56	307.29	1.48	STOOM	
410	-0.01	5.08	0.26	0.00	5.11	1.000	1.000	5.10	290.44	1.76	STOOM	
418	-0.01	1.24	-0.26	0.00	1.35	1.000	1.000	1.35	295.77	0.45	STOOM	
418	-0.01	1.24	0.26	0.00	1.35	1.000	1.000	1.35	295.77	0.45	STOOM	
419	0.00	0.94	0.19	0.00	1.02	1.000	1.000	1.02	296.35	0.34	STOOM	
419	0.00	0.94	-0.19	0.00	1.02	1.000	1.000	1.02	296.35	0.34	STOOM	
420	0.01	0.09	0.41	0.00	0.82	1.000	1.000	0.82	297.79	0.27	STOOM	
420	0.01	0.09	-0.41	0.00	0.82	1.000	1.000	0.82	297.79	0.27	STOOM	
428	0.01	3.45	0.41	0.00	3.56	1.000	1.000	3.55	304.79	1.16	STOOM	
428	0.01	3.45	-0.41	0.00	3.56	1.000	1.000	3.55	304.79	1.16	STOOM	
429	-0.05	3.84	0.20	0.00	3.91	1.000	1.000	3.86	303.91	1.27	STOOM	
429	-0.05	3.84	-0.20	0.00	3.91	1.000	1.000	3.86	303.91	1.27	STOOM	
430	-0.08	4.02	-0.14	0.00	4.11	1.000	1.000	4.03	303.58	1.33	STOOM	
430	-0.08	4.02	0.14	0.00	4.11	1.000	1.000	4.03	303.58	1.33	STOOM	
440	-0.08	4.61	-0.14	0.00	4.70	1.000	1.000	4.62	298.09	1.55	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 3 (EXP) L3=L1-L2

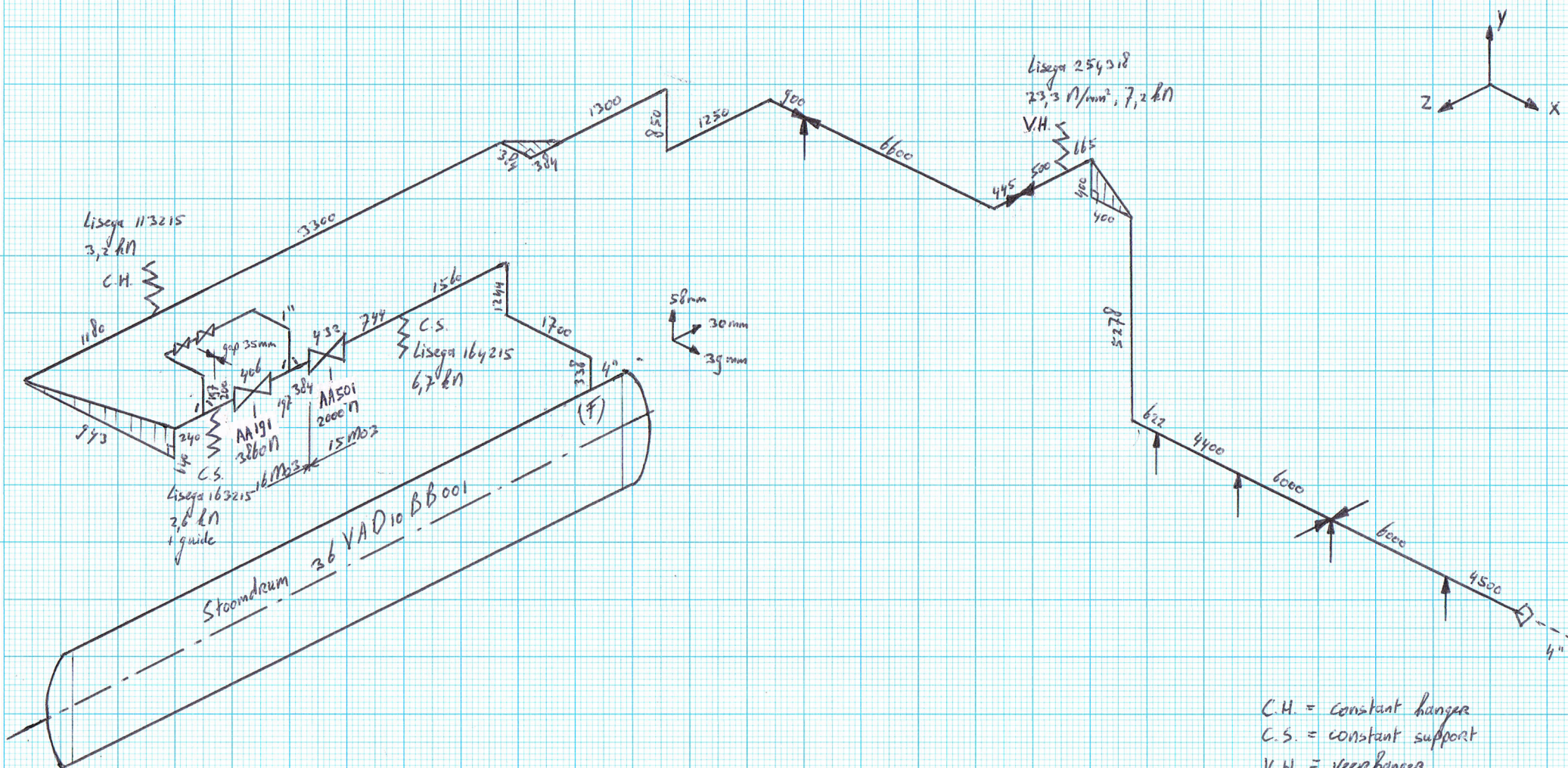
NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
440	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
450	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
450	-0.08	4.90	0.14	0.00	4.98	1.000	1.000	4.90	297.05	1.65	STOOM	
460	-0.08	5.15	-0.14	0.00	5.23	1.000	1.000	5.15	298.97	1.72	STOOM	
460	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
470	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
470	-0.08	5.43	0.14	0.00	5.52	1.000	1.000	5.44	302.20	1.80	STOOM	
478	-0.08	5.47	-0.14	0.00	5.55	1.000	1.000	5.47	302.53	1.81	STOOM	
478	-0.08	5.47	0.14	0.00	5.55	1.000	1.000	5.47	302.53	1.81	STOOM	
479	-0.06	5.24	-0.64	0.00	5.45	1.000	1.000	5.39	303.31	1.78	STOOM	
479	-0.06	5.24	0.64	0.00	5.45	1.000	1.000	5.39	303.31	1.78	STOOM	
480	-0.01	4.88	-0.78	0.00	5.13	1.000	1.000	5.12	304.49	1.68	STOOM	
480	-0.01	4.88	0.78	0.00	5.13	1.000	1.000	5.12	304.49	1.68	STOOM	
488	-0.01	1.34	-0.78	0.00	2.06	1.000	1.000	2.06	294.85	0.70	STOOM	
488	-0.01	1.34	0.78	0.00	2.06	1.000	1.000	2.06	294.85	0.70	STOOM	
489	-0.00	0.47	-0.96	0.00	1.98	1.000	1.000	1.98	293.03	0.68	STOOM	
489	-0.00	0.47	0.96	0.00	1.98	1.000	1.000	1.98	293.03	0.68	STOOM	
490	0.01	1.99	-0.45	0.00	2.20	1.000	1.000	2.19	292.18	0.75	STOOM	
490	0.01	1.99	0.45	0.00	2.20	1.000	1.000	2.19	292.18	0.75	STOOM	
500	0.01	5.83	-0.45	0.00	5.90	1.000	1.000	5.90	286.11	2.06	STOOM	
500	0.01	5.83	0.45	0.00	5.90	1.000	1.000	5.90	286.11	2.06	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: JUN 25, 2010 Time: 19:28
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS...\36SBO10BR002 AS BUILT REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 3 (EXP) L3=L1-L2

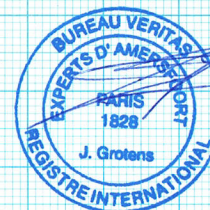
NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
510	0.00	1.20	-0.09	0.00	1.22	1.000	1.000	1.22	339.47	0.36	STOOM	
510	0.00	1.26	0.09	0.00	1.28	1.000	1.000	1.28	329.38	0.39	STOOM	
120	0.00	2.60	-0.07	0.00	2.60	2.295	2.295	2.62	326.77	0.80	STOOM	

Bijlage D



C.H. = constant hanger
C.S. = constant support
V.H. = veerhanger

HERONTWERP 09-2010



Bijlage E

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

Table of Contents

STOOMWEZEN GUARANTEE CERTIFICATE.....	2
LISTING OF STATIC LOAD CASES FOR THIS ANALYSIS.....	3
INPUT LISTING	4
MISCELLANEOUS COMPUTED DATA.....	16
Restraint Summary Extended : Multiple	20
Stresses Extended : 3 (HYD) WW+HP+H.....	23
Stresses Extended : 5 (SUS) W+P1+H.....	32
Stresses Extended : 6 (EXP) L6=L4-L5.....	41

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STOOMWEZEN GUARANTEE CERTIFICATE
concerning the maintenance of an accepted program.

The undersigned does (do) hereby certify that the
accompanying sheets with calculation results marked:
C:\DATA\JGROTENS...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00._L
have been obtained with the aid of: CAESAR II
Version 5.10 by COADE ENGINEERING SOFTWARE, Inc.
acceptance date: August 25, 2008
and that this program, after acceptance by the
competent body, has not been altered.

Place and date Amersfoort, 04/09/2010

Signature(s) and name(s) of the person(s)
authorized by the company mentioned above:



CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

LISTING OF STATIC LOAD CASES FOR THIS ANALYSIS

- 1 (HGR) CASE NOT ACTIVE
- 2 (HGR) CASE NOT ACTIVE
- 3 (HYD) WW+HP+H
- 4 (OPE) W+D1+T1+P1+H
- 5 (SUS) W+P1+H
- 6 (EXP) L6=L4-L5

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTEN\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

INPUT LISTING

Job Description:

PROJECT: 4.09.0517

CLIENT : Afval Energie bedrijf Amsterdam

ANALYST: J. Grotens

NOTES : Herontwerp stoomleiding
 36SBO10BR001
 36SBO10BR002

PIPE DATA

 From 10 To 20 DY= 338.000 mm.

PIPE

Dia= 114.300 mm. Wall= 10.000 mm. Insul= 120.000 mm. Cor= .0000 mm.

GENERAL

T1= 349 C P1= 162.0000 bars PHyd= 220.4000 bars
 Mat= (3) CARBON MOLY STEEL E= 212,000 N./sq.mm. EH1= 187,000 N./sq.mm.
 EH2= 201,322 N./sq.mm. EH3= 201,322 N./sq.mm. EH4= 201,322 N./sq.mm.
 EH5= 201,322 N./sq.mm. EH6= 201,322 N./sq.mm. EH7= 201,322 N./sq.mm.
 EH8= 201,322 N./sq.mm. EH9= 201,322 N./sq.mm. v = .289
 Density= 7,860.0000 kg/cu.m. Insul= 120.0000 kg/cu.m.
 Fluid= .00000000 kg/cu.m.

BEND at "TO" end

Radius= 300.000 mm. (user) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 19
 Angle/Node @2= .00 18 Ftg Thk= 8.000 mm.

DISPLACEMENTS

Node 10 DX1= 39.000 mm. DY1= 58.000 mm. DZ1= -30.000 mm. RX1= .000
 RY1= .000 RZ1= .000

ALLOWABLE STRESSES

STOOMWEZEN(1989) Sc= 285 N./sq.mm. Sh1= 185 N./sq.mm. Eff= 1.0000
 Sy= 450 N./sq.mm. Fac= .4400 Cm/Beta= 1.000

 From 20 To 30 DX= -1,700.000 mm.

BEND at "TO" end

Radius= 300.000 mm. (user) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 29
 Angle/Node @2= .00 28 Ftg Thk= 8.000 mm.

 From 30 To 40 DY= 1,244.000 mm.

BEND at "TO" end

Radius= 300.000 mm. (user) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 39
 Angle/Node @2= .00 38 Ftg Thk= 8.000 mm.

 From 40 To 50 DZ= 1,560.000 mm.

HANGERS

Hanger Node = 50 Hanger Table = 0.0 Available Space = -1,000.0000 mm.
 Allowed Load Variation = 25.0000 No. Hangers = 0.0 Short Range Flag = -1
 User Operating Load = .00 N. Free Node = 0 Free Node = 0
 Free Code = 0.0 Theoretical Cold Load = .00 N.
 Constant Effort Support Load = 6,700.00 N.

 From 50 To 60 DZ= 744.000 mm.

PIPE

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

INPUT LISTING

```

    Dia= 114.300 mm.   Wall= 10.000 mm.   Insul= 120.000 mm.
GENERAL
    T1= 349 C   P1= 162.0000 bars
ALLOWABLE STRESSES
    STOOMWEZEN(1989)   Sh1= 185 N./sq.mm.   Eff= 1.0000   Fac= .4400
    Cm/Beta= 1.000
-----
From 60 To 70 DZ= 432.000 mm.
RIGID Weight= 2,000.00 N.
-----
From 70 To 80 DZ= 384.000 mm.
PIPE
    Dia= 114.300 mm.   Wall= 12.500 mm.   Insul= 120.000 mm.   Cor= 1.0000 mm.
GENERAL
    T1= 355 C   P1= 168.0000 bars
SIF's & TEE's
    Node 80   Unreinforced Tee
ALLOWABLE STRESSES
    STOOMWEZEN(1989)   Sc= 280 N./sq.mm.   Sh1= 159 N./sq.mm.   Eff= 1.0000
    Fac= .4400   Cm/Beta= 1.000
-----
From 80 To 90 DZ= 197.000 mm.
-----
From 90 To 100 DZ= 406.000 mm.
RIGID Weight= 3,860.00 N.
-----
From 100 To 105 DZ= 200.000 mm.
-----
From 105 To 110 DY= -150.000 mm.
PIPE
    Dia= 88.900 mm.   Wall= 10.000 mm.   Insul= .000 mm.
GENERAL
    T1= 21 C   P1= .0000 bars
ALLOWABLE STRESSES
    STOOMWEZEN(1989)   Sh1= 280 N./sq.mm.   Eff= 1.0000   Fac= .4400
    Cm/Beta= 1.000
-----
From 110 To 115 DY= -133.000 mm.
HANGERS
    Hanger Node = 115   Hanger Table = 0.0   Available Space = -1,000.0000 mm.
    Allowed Load Variation = 25.0000   No. Hangers = 0.0   Short Range Flag = -1
    User Operating Load = .00 N.   Free Node = 0   Free Node = 0
    Free Code = 0.0   Spring Rate = .00 N./mm.   Theoretical Cold Load = .00 N.
-----
From 110 To 116 DX= 245.000 mm.
RESTRAINTS
    Node 116 -X   Gap= 35.000 mm.   Mu = .30
-----
From 110 To 117 DX= -245.000 mm.
RESTRAINTS
    Node 117 +X   Gap= 35.000 mm.   Mu = .30
-----
From 105 To 120 DZ= 197.000 mm.
PIPE
    Dia= 114.300 mm.   Wall= 12.500 mm.   Insul= 120.000 mm.
GENERAL

```

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT\...36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

INPUT LISTING

```

    T1= 355 C    P1= 168.0000 bars
SIF's & TEE's
    Node 120    Unreinforced Tee
ALLOWABLE STRESSES
    STOOMWEZEN(1989)    Sh1= 159 N./sq.mm.    Eff= 1.0000    Fac= .4400
    Cm/Beta= 1.000
-----
From 120 To 130 DZ= 240.000 mm.
BEND at "TO" end
    Radius= 152.400 mm. (LONG)    Bend Angle= 90.000    Angle/Node @1= 45.00 129
    Angle/Node @2= .00 128    Ftg Thk= 16.000 mm.
-----
From 130 To 140 DX= -943.691 mm.    DY= -639.568 mm.
BEND at "TO" end
    Radius= 152.400 mm. (LONG)    Bend Angle= 90.000    Angle/Node @1= 45.00 139
    Angle/Node @2= .00 138    Ftg Thk= 16.000 mm.
-----
From 140 To 150 DZ= -1,180.000 mm.
HANGERS
    Hanger Node = 150    Hanger Table = 0.0    Available Space = .0000 mm.
    Allowed Load Variation = 25.0000    No. Hangers = 0.0    Short Range Flag = -1
    User Operating Load = .00 N.    Free Node = 0    Free Node = 0
    Free Code = 0.0    Theoretical Cold Load = .00 N.
    Constant Effort Support Load = 3,200.00 N.
-----
From 150 To 160 DZ= -3,300.000 mm.
BEND at "TO" end
    Radius= 152.400 mm. (LONG)    Bend Angle= 45.000    Angle/Node @1= 22.50 159
    Angle/Node @2= .00 158    Ftg Thk= 16.000 mm.
-----
From 160 To 170 DX= 384.000 mm.    DZ= -384.000 mm.
BEND at "TO" end
    Radius= 152.400 mm. (LONG)    Bend Angle= 45.000    Angle/Node @1= 22.50 169
    Angle/Node @2= .00 168    Ftg Thk= 16.000 mm.
-----
From 170 To 180 DZ= -1,300.000 mm.
BEND at "TO" end
    Radius= 152.400 mm. (LONG)    Bend Angle= 90.000    Angle/Node @1= 45.00 179
    Angle/Node @2= .00 178    Ftg Thk= 16.000 mm.
-----
From 180 To 190 DY= -850.000 mm.
BEND at "TO" end
    Radius= 152.400 mm. (LONG)    Bend Angle= 90.000    Angle/Node @1= 45.00 189
    Angle/Node @2= .00 188    Ftg Thk= 16.000 mm.
-----
From 190 To 200 DZ= -1,250.000 mm.
BEND at "TO" end
    Radius= 152.400 mm. (LONG)    Bend Angle= 90.000    Angle/Node @1= 45.00 199
    Angle/Node @2= .00 198    Ftg Thk= 16.000 mm.
-----
From 200 To 210 DX= 900.000 mm.
RESTRAINTS
    Node 210    X    Mu = .30
    Node 210    +Y    Mu = .30
-----
From 210 To 220 DX= 6,600.000 mm.

```

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

INPUT LISTING

```

BEND at "TO" end
  Radius= 152.400 mm. (LONG)   Bend Angle= 90.000   Angle/Node @1= 45.00 219
  Angle/Node @2= .00 218   Ftg Thk= 16.000 mm.
-----
From 220 To 230 DZ= -445.000 mm.
RESTRAINTS
  Node 230 Z Mu = .30
-----
From 230 To 240 DZ= -500.000 mm.
HANGERS
  Hanger Node = 240   Hanger Table = 0.0   Available Space = .0000 mm.
  Allowed Load Variation = 25.0000   No. Hangers = 0.0   Short Range Flag = -1
  User Operating Load = .00 N.   Free Node = 0   Free Node = 0
  Free Code = 0.0   Spring Rate = 33.30 N./mm.
  Theoretical Cold Load = 7,200.00 N.
-----
From 240 To 250 DZ= -665.000 mm.
BEND at "TO" end
  Radius= 152.400 mm. (LONG)   Bend Angle= 90.000   Angle/Node @1= 45.00 249
  Angle/Node @2= .00 248   Ftg Thk= 16.000 mm.
-----
From 250 To 260 DX= 400.000 mm.   DY= -400.000 mm.
BEND at "TO" end
  Radius= 152.400 mm. (LONG)   Bend Angle= 45.000   Angle/Node @1= 22.50 259
  Angle/Node @2= .00 258   Ftg Thk= 16.000 mm.
-----
From 260 To 270 DY= -5,278.000 mm.
BEND at "TO" end
  Radius= 152.400 mm. (LONG)   Bend Angle= 90.000   Angle/Node @1= 45.00 269
  Angle/Node @2= .00 268   Ftg Thk= 16.000 mm.
-----
From 270 To 280 DX= 622.000 mm.
RESTRAINTS
  Node 280 +Y Mu = .30
-----
From 280 To 290 DX= 4,400.000 mm.
RESTRAINTS
  Node 290 +Y Mu = .30
-----
From 290 To 300 DX= 6,000.000 mm.
RESTRAINTS
  Node 300 +Y Mu = .30
  Node 300 Z Mu = .30
-----
From 300 To 310 DX= 6,000.000 mm.
RESTRAINTS
  Node 310 +Y Mu = .30
-----
From 310 To 320 DX= 4,500.000 mm.
RESTRAINTS
  Node 320 ANC
-----
From 80 To 400 DY= 94.000 mm.
PIPE
  Dia= 50.000 mm.   Wall= 13.000 mm.   Insul= 80.000 mm.
-----

```

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

INPUT LISTING

```

From 400 To 410 DY= 30.000 mm.
REDUCER
  Diam2= 33.700 mm.   Wall2= 5.000 mm.
-----
From 410 To 420 DY= 376.000 mm.
PIPE
  Dia= 33.700 mm.   Wall= 5.000 mm.   Insul= 80.000 mm.
BEND at "TO" end
  Radius= 38.100 mm. (LONG)   Bend Angle= 90.000   Angle/Node @1= 45.00 419
  Angle/Node @2= .00 418   Ftg Thk= 5.600 mm.
-----
From 420 To 430 DX= -390.000 mm.
BEND at "TO" end
  Radius= 38.100 mm. (LONG)   Bend Angle= 90.000   Angle/Node @1= 45.00 429
  Angle/Node @2= .00 428   Ftg Thk= 5.600 mm.
-----
From 430 To 440 DZ= 420.000 mm.
-----
From 440 To 450 DZ= 180.000 mm.
RIGID Weight= 100.00 N.
-----
From 450 To 460 DZ= 160.000 mm.
-----
From 460 To 470 DZ= 180.000 mm.
RIGID Weight= 70.00 N.
-----
From 470 To 480 DZ= 60.000 mm.
BEND at "TO" end
  Radius= 38.100 mm. (LONG)   Bend Angle= 90.000   Angle/Node @1= 45.00 479
  Angle/Node @2= .00 478   Ftg Thk= 5.600 mm.
-----
From 480 To 490 DX= 390.000 mm.
BEND at "TO" end
  Radius= 38.100 mm. (LONG)   Bend Angle= 90.000   Angle/Node @1= 45.00 489
  Angle/Node @2= .00 488   Ftg Thk= 5.600 mm.
-----
From 490 To 500 DY= -376.000 mm.
-----
From 500 To 510 DY= -30.000 mm.
REDUCER
  Diam2= 50.000 mm.   Wall2= 13.000 mm.
-----
From 510 To 120 DY= -94.000 mm.
PIPE
  Dia= 50.000 mm.   Wall= 13.000 mm.   Insul= 80.000 mm.

```

MATERIAL Changes:

```

10          20          Mat= (3) CARBON MOLY STEEL
                      E= 212,000 N./sq.mm.   v = .289
                      Density= 7,860.0000 kg/cu.m.

```

JOBNAME: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS\PROJECT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00

ALLOWABLE STRESS Changes

```

10          20          ST00MWEZEN(1989)   Sc= 285 N./sq.mm.

```


CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

INPUT LISTING

		Sh1= 185 N./sq.mm. Eff= 1.0000
		Sy= 450 N./sq.mm. Fac= .4400
		Cm/Beta= 1.000
50	60	STOOMWEZEN(1989) Sh1= 185 N./sq.mm.
		Eff= 1.0000 Fac= .4400 Cm/Beta= 1.000
70	80	STOOMWEZEN(1989) Sc= 280 N./sq.mm.
		Sh1= 159 N./sq.mm. Eff= 1.0000
		Fac= .4400 Cm/Beta= 1.000
105	110	STOOMWEZEN(1989) Sh1= 280 N./sq.mm.
		Eff= 1.0000 Fac= .4400 Cm/Beta= 1.000
105	120	STOOMWEZEN(1989) Sh1= 159 N./sq.mm.
		Eff= 1.0000 Fac= .4400 Cm/Beta= 1.000

BEND ELEMENTS

10	20	Radius= 300.000 mm. (user)
		Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 19
		Angle/Node @2= .00 18 Ftg Thk= 8.000 mm.
20	30	Radius= 300.000 mm. (user)
		Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 29
		Angle/Node @2= .00 28 Ftg Thk= 8.000 mm.
30	40	Radius= 300.000 mm. (user)
		Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 39
		Angle/Node @2= .00 38 Ftg Thk= 8.000 mm.
120	130	Radius= 152.400 mm. (LONG)
		Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00
		129 Angle/Node @2= .00 128
		Ftg Thk= 16.000 mm.
130	140	Radius= 152.400 mm. (LONG)
		Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00
		139 Angle/Node @2= .00 138
		Ftg Thk= 16.000 mm.
150	160	Radius= 152.400 mm. (LONG)
		Bend Angle= 45.000 Angle/Node @1= 22.50
		159 Angle/Node @2= .00 158
		Ftg Thk= 16.000 mm.
160	170	Radius= 152.400 mm. (LONG)
		Bend Angle= 45.000 Angle/Node @1= 22.50
		169 Angle/Node @2= .00 168
		Ftg Thk= 16.000 mm.
170	180	Radius= 152.400 mm. (LONG)
		Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00
		179 Angle/Node @2= .00 178
		Ftg Thk= 16.000 mm.
180	190	Radius= 152.400 mm. (LONG)
		Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00
		189 Angle/Node @2= .00 188
		Ftg Thk= 16.000 mm.
190	200	Radius= 152.400 mm. (LONG)
		Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00
		199 Angle/Node @2= .00 198
		Ftg Thk= 16.000 mm.
210	220	Radius= 152.400 mm. (LONG)
		Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00
		219 Angle/Node @2= .00 218

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTEN...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

INPUT LISTING

240	250	Ftg Thk= 16.000 mm. Radius= 152.400 mm. (LONG) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 249 Angle/Node @2= .00 248
250	260	Ftg Thk= 16.000 mm. Radius= 152.400 mm. (LONG) Bend Angle= 45.000 Angle/Node @1= 22.50 259 Angle/Node @2= .00 258
260	270	Ftg Thk= 16.000 mm. Radius= 152.400 mm. (LONG) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 269 Angle/Node @2= .00 268
410	420	Ftg Thk= 16.000 mm. Radius= 38.100 mm. (LONG) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 419 Angle/Node @2= .00 418
420	430	Ftg Thk= 5.600 mm. Radius= 38.100 mm. (LONG) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 429 Angle/Node @2= .00 428
470	480	Ftg Thk= 5.600 mm. Radius= 38.100 mm. (LONG) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 479 Angle/Node @2= .00 478
480	490	Ftg Thk= 5.600 mm. Radius= 38.100 mm. (LONG) Bend Angle= 90.000 Angle/Node @1= 45.00 489 Angle/Node @2= .00 488 Ftg Thk= 5.600 mm.

RIGIDS

60	70	RIGID Weight= 2,000.00 N.
90	100	RIGID Weight= 3,860.00 N.
440	450	RIGID Weight= 100.00 N.
460	470	RIGID Weight= 70.00 N.

SIF's & TEE's

70	80	Node 80 Unreinforced Tee
105	120	Node 120 Unreinforced Tee

REDUCERS

400	410	Diam2= 33.700 mm. Wall2= 5.000 mm.
500	510	Diam2= 50.000 mm. Wall2= 13.000 mm.

RESTRAINTS

NODE	TYPE	CNODE	STIF1	Len GAP STIF2	MU YIELD FORCE	Dir Vectors
116	-X			35.00	.30	1.000 .000 .000
117	+X			35.00	.30	1.000 .000 .000

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

INPUT LISTING

210	X	.30	1.000	.000	.000
210	+Y	.30	.000	1.000	.000
230	Z	.30	.000	.000	1.000
280	+Y	.30	.000	1.000	.000
290	+Y	.30	.000	1.000	.000
300	+Y	.30	.000	1.000	.000
300	Z	.30	.000	.000	1.000
310	+Y	.30	.000	1.000	.000
320	ANC		.000	.000	.000

DISPLACEMENTS

10	20	Node 10 DX1= 39.000 mm. DY1= 58.000 mm. DZ1= -30.000 mm. RX1= .000 RY1= .000 RZ1= .000
----	----	--

HANGER CONTROL AND LOCATION DATA

		No. of Hanger Design Load Cases = 1 Actual Cold Load Flag = 0.0 Short Range Spring Flag = 1 Allowed Load Variation (%) = 25.0000 Default Hanger Table = 5
40	50	Hanger Node = 50 Hanger Table = 0.0 Available Space = -1,000.0000 mm. Allowed Load Variation = 25.0000 No. Hangers = 0.0 Short Range Flag = -1 User Operating Load = .00 N. Free Node = 0 Free Node = 0 Free Code = 0.0 Theoretical Cold Load = .00 N. Constant Effort Support Load = 6,700.00 N.
110	115	Hanger Node = 115 Hanger Table = 0.0 Available Space = -1,000.0000 mm. Allowed Load Variation = 25.0000 No. Hangers = 0.0 Short Range Flag = -1 User Operating Load = .00 N. Free Node = 0 Free Node = 0 Free Code = 0.0 Spring Rate = .00 N./mm. Theoretical Cold Load = .00 N.
140	150	Hanger Node = 150 Hanger Table = 0.0 Available Space = .0000 mm. Allowed Load Variation = 25.0000 No. Hangers = 0.0 Short Range Flag = -1 User Operating Load = .00 N. Free Node = 0 Free Node = 0 Free Code = 0.0 Theoretical Cold Load = .00 N. Constant Effort Support Load = 3,200.00 N.
230	240	Hanger Node = 240 Hanger Table = 0.0 Available Space = .0000 mm. Allowed Load Variation = 25.0000 No. Hangers = 0.0 Short Range Flag = -1

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

INPUT LISTING

User Operating Load = .00 N. Free Node = 0
 Free Node = 0 Free Code = 0.0
 Spring Rate = 33.30 N./mm.
 Theoretical Cold Load = 7,200.00 N.

INPUT UNITS USED...

UNITS= SI (mm) NOM/SCH INPUT= ON

LENGTH	inches	x	25.400	=	mm.
FORCE	pounds	x	4.448	=	N.
MASS(dynamics)	pounds	x	0.454	=	kg.
MOMENTS(INPUT)	inch-pounds	x	0.113	=	N.m.
MOMENTS(OUTPUT)	inch-pounds	x	0.113	=	N.m.
STRESS	lbs./sq.in.	x	0.007	=	N./sq.mm.
TEMP. SCALE	degrees F.	x	0.556	=	C
PRESSURE	psig	x	0.069	=	bars
ELASTIC MODULUS	lbs./sq.in.	x	0.007	=	N./sq.mm.
PIPE DENSITY	lbs./cu.in.	x	27680.000	=	kg/cu.m.
INSULATION DENS.	lbs./cu.in.	x	27680.000	=	kg/cu.m.
FLUID DENSITY	lbs./cu.in.	x	27680.000	=	kg/cu.m.
TRANSL. STIF	lbs./in.	x	0.175	=	N./mm.
ROTATIONAL STIF	in.lb./deg.	x	0.113	=	N.m./deg
UNIFORM LOAD	lb./in.	x	1.751	=	N./cm.
G LOAD	g's	x	1.000	=	g's
WIND LOAD	lbs./sq.in.	x	6894.757	=	N./sq.m.
ELEVATION	inches	x	25.400	=	mm.
COMPOUND LENGTH	inches	x	25.400	=	mm.
DIAMETER	inches	x	25.400	=	mm.
WALL THICKNESS	inches	x	25.400	=	mm.

SETUP FILE PARAMETERS

```

-----
CONNECT GEOMETRY THRU CNODES = YES
MIN ALLOWED BEND ANGLE = 5.00000
MAX ALLOWED BEND ANGLE = 95.0000
BEND LENGTH ATTACHMENT PERCENT = 1.00000
MIN ANGLE TO ADJACENT BEND PT = 5.00000
LOOP CLOSURE TOLERANCE = 25.4000 mm.
THERMAL BOWING HORZ TOLERANCE = 0.100000E-03
AUTO NODE NUMBER INCREMENT= 10.0000
Z AXIS UP= NO
USE PRESSURE STIFFENING = DEFAULT
ALPHA TOLERANCE = 0.500000E-01
RESLD-FORCE = NO
HGR DEF RESWGT STIF = 0.175120E+12 N./mm.
DECOMP SNG TOL = 0.100000E+11
BEND AXIAL SHAPE = YES
FRICT STIF = 175120. N./mm.
FRICT NORM FORCE VAR = 0.150000
FRICT ANGLE VAR = 15.0000
FRICT SLIDE MULT = 1.00000
ROD TOLERANCE = 1.00000
ROD INC = 2.00000
INCORE NUMERICAL CHECK = NO
OUTCORE NUMERICAL CHECK = NO

```

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT\...36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

INPUT LISTING

```

DEFAULT TRANS RESTRAINT STIFF=      0.175120E+12      N./mm.
DEFAULT ROT RESTRAINT STIFF=      0.112980E+12 N.m./deg
IGNORE SPRING HANGER STIFFNESS =      NO
MISSING MASS ZPA =                  EXTRACTED
MIN WALL MILL TOLERANCE =          12.5000
WRC-107 VERSION =                   MAR 79 1B1/2B1
WRC-107 INTERPOLATION =             LAST VALUE
DEFAULT AMBIENT TEMPERATURE=      21.1142          C
BOURDON PRESSURE=                   NONE
COEFFICIENT OF FRICTION (MU) =      0.000000
INCLUDE SPRG STIF IN HGR OPE =      NO
INCLUDE INSULATION IN HYDROTEST =   NO
REDUCED INTERSECTION =              B31.1(POST1980)
USE WRC329                          NO
NO REDUCED SIF FOR RFT AND WLT      NO
B31.1 REDUCED Z FIX =                YES
CLASS 1 BRANCH FLEX                  NO
ALL STRESS CASES CORRODED =         NO
ADD TORSION IN SL STRESS =           DEFAULT
ADD F/A IN STRESS =                 DEFAULT
OCCASIONAL LOAD FACTOR =             0.000000
DEFAULT CODE =                      STOOMWEZEN
B31.3 SUS CASE SIF FACTOR =          1.00000
ALLOW USERS BEND SIF =               NO
USE SCHNEIDER                       NO
YIELD CRITERION STRESS =             MAX 3D SHEAR
USE PD/4T                           NO
BASE HOOP STRESS ON ? =              ID
EN13480 USE IN OUTPLANE SIFS=        NO
LIBERAL EXPANSION ALLOWABLE=         YES
B31.3 SEC 319.2.3C SAXIAL=           NO
B31.3 WELDING/CONTOUR TEE ISB16.9   NO
PRESSURE VARIATION IN EXP CASE=      DEFAULT
IMPLEMENT B313 APP-P                 NO
IMPLEMENT B313 CODE CASE 178         NO
USE FRP SIF =                        YES
USE FRP FLEX =                       YES
BS 7159 Pressure Stiffening=         Design Strain
FRP Property Data File=              CAESAR.FRP
FRP Emod (axial) =                   22062.7      N./sq.mm.
FRP Ratio Gmod/Emod (axial) =        0.250000
FRP Ea/Eh*Vh/a =                     0.152727
FRP Laminate Type =                  THREE
FRP Alpha =                          21.5983          C
FRP Density =                        1660.80      kg/cu.m.
EXCLUDE f2 FROM UK00A BENDING =      NO

```

EXECUTION CONTROL PARAMETERS

```

Rigid/ExpJt Print Flag ..... 1.000
Bourdon Option ..... .000
Loop Closure Flag ..... .000
Thermal Bowing Delta Temp .. .000 C
Liberal Allowable Flag ..... 1.000

```

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENTS\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

INPUT LISTING

```

Uniform Load Option ..... .000
Ambient Temperature ..... 21.114 C
Plastic (FRP) Alpha ..... 21.598
Plastic (FRP) GMOD/EMODa ... .250
Plastic (FRP) Laminate Type. 3.000
Eqn Optimizer ..... .000
Node Selection ..... .000
Eqn Ordering ..... .000
Collins ..... .000
Degree Determination ..... .000
User Eqn Control ..... .000

```

COORDINATE REPORT

```

/----- (mm.) -----/
NODE      X      Y      Z
10      .0000      .0000      .0000
20      .0000     338.0000      .0000
30     -1700.0000     338.0000      .0000
40     -1700.0000    1582.0000      .0000
50     -1700.0000    1582.0000    1560.0000
60     -1700.0000    1582.0000    2304.0000
70     -1700.0000    1582.0000    2736.0000
80     -1700.0000    1582.0000    3120.0000
90     -1700.0000    1582.0000    3317.0000
100     -1700.0000    1582.0000    3723.0000
105     -1700.0000    1582.0000    3923.0000
110     -1700.0000    1432.0000    3923.0000
115     -1700.0000    1299.0000    3923.0000
110     -1700.0000    1432.0000    3923.0000
116     -1455.0000    1432.0000    3923.0000
110     -1700.0000    1432.0000    3923.0000
117     -1945.0000    1432.0000    3923.0000
105     -1700.0000    1582.0000    3923.0000
120     -1700.0000    1582.0000    4120.0000
130     -1700.0000    1582.0000    4360.0000
140     -2643.6909     942.4321    4360.0000
150     -2643.6909     942.4321    3180.0000
160     -2643.6909     942.4321    -120.0000
170     -2259.6909     942.4321    -504.0000
180     -2259.6909     942.4321   -1804.0000
190     -2259.6909     92.4321   -1804.0000
200     -2259.6909     92.4321   -3054.0000
210     -1359.6909     92.4321   -3054.0000
220      5240.3091     92.4321   -3054.0000
230      5240.3091     92.4321   -3499.0000
240      5240.3091     92.4321   -3999.0000
250      5240.3091     92.4321   -4664.0000
260      5640.3091    -307.5679   -4664.0000
270      5640.3091   -5585.5679   -4664.0000
280      6262.3091   -5585.5679   -4664.0000
290     10662.3086   -5585.5679   -4664.0000
300     16662.3086   -5585.5679   -4664.0000
310     22662.3086   -5585.5679   -4664.0000
320     27162.3086   -5585.5679   -4664.0000
80     -1700.0000    1582.0000    3120.0000
400     -1700.0000    1676.0000    3120.0000

```

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

INPUT LISTING

410	-1700.0000	1706.0000	3120.0000
420	-1700.0000	2082.0000	3120.0000
430	-2090.0000	2082.0000	3120.0000
440	-2090.0000	2082.0000	3540.0000
450	-2090.0000	2082.0000	3720.0000
460	-2090.0000	2082.0000	3880.0000
470	-2090.0000	2082.0000	4060.0000
480	-2090.0000	2082.0000	4120.0000
490	-1700.0000	2082.0000	4120.0000
500	-1700.0000	1706.0000	4120.0000
510	-1700.0000	1676.0000	4120.0000
120	-1700.0000	1582.0000	4120.0000

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

MISCELLANEOUS COMPUTED DATA

----- BEND SIF & FLEXIBILITY VALUES

BEND DATA:

SIFs IN/OUT of Plane

Flexibilities IN/OUT of plane

BEND	TYPE	SIFi	SIFo	Ki	Ko
20.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.86974	1.86974
30.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.86974	1.86974
40.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.86974	1.86974
130.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.75313	1.75313
140.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.75313	1.75313
160.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.75313	1.75313
170.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.75313	1.75313
180.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.75313	1.75313
190.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.75313	1.75313
200.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.75313	1.75313
220.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.75313	1.75313
250.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.75313	1.75313
260.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.75313	1.75313
270.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.75313	1.75313
420.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.59248	1.59248
430.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.59248	1.59248
480.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.59248	1.59248
490.	0 Flanges	1.00000	1.00000	1.59248	1.59248

----- INTERSECTION SIF VALUES

TYPE KEY:

- 1 - Reinforced Fabricated Tee
- 2 - Unreinforced Fabricated Tee
- 3 - Welding Tee
- 4 - Sweepolet
- 5 - Weldolet
- 6 - Extruded Welding Tee

		HEADER	HEADER	Eff BRANCH	BRANCH	BRANCH
TEE	TYPE	SIFo	SIFi	THICK	SIFo	SIFi
		(these values per Code)		(mm.)		
80	2	2.29499	2.29499	11.50000	2.29499	2.29499
120	2	2.29499	2.29499	11.50000	2.29499	2.29499

CAESAR II REDUCER REPORT
 FROM TO D1 T1 D2 T2 ALPHA SIFo SIFi

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT\...36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

MISCELLANEOUS COMPUTED DATA

400	410	50.000	13.000	33.700	5.000	24.36	1.000	1.000
500	510	33.700	5.000	50.000	13.000	24.36	1.000	1.000

----- PIPE PROPERTIES #1

FROM	TO	PIPE WT	INSUL WT	FLUID WT	TB ALPHA1	TB ALPHA2	TB ALPHA3	y	minT
/---WEIGHTS (N. /mm.) -----/-THERMAL BOWING EXP(mm./mm./C)-/									mm.
10.	20.	0.253	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	8.0
20.	30.	0.253	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	8.0
30.	40.	0.253	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	8.0
40.	50.	0.253	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	8.0
50.	60.	0.253	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	8.0
60.	70.	4.630	0.182	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	NA	NA
70.	80.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
80.	90.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
90.	100.	9.507	0.182	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	NA	NA
100.	105.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
105.	110.	0.191	0.000	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	1.1
110.	115.	0.191	0.000	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	1.1
110.	116.	0.191	0.000	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	1.1
110.	117.	0.191	0.000	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	1.1
105.	120.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
120.	130.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
130.	140.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
140.	150.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
150.	160.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
160.	170.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
170.	180.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
180.	190.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
190.	200.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
200.	210.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
210.	220.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
220.	230.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
230.	240.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
240.	250.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
250.	260.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
260.	270.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
270.	280.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
280.	290.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
290.	300.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
300.	310.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
310.	320.	0.308	0.104	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	10.7
80.	400.	0.116	0.038	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	5.3
400.	410.	0.116	0.038	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	5.3
410.	420.	0.035	0.034	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	4.0
420.	430.	0.035	0.034	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	4.0
430.	440.	0.035	0.034	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	4.0
440.	450.	0.556	0.059	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	NA	NA
450.	460.	0.035	0.034	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	4.0
460.	470.	0.389	0.059	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	NA	NA
470.	480.	0.035	0.034	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	4.0
480.	490.	0.035	0.034	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	4.0
490.	500.	0.035	0.034	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	4.0
500.	510.	0.035	0.034	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	4.0
510.	120.	0.116	0.038	0.000	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000	5.3

MISCELLANEOUS COMPUTED DATA

```

----- PIPE PROPERTIES #2

```

FROM TO

THERMAL EXPANSION COEFFICIENTS 1 THRU 9

/----- THERMAL EXPANSION (mm./mm.) -----/

[illegible]

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

MISCELLANEOUS COMPUTED DATA

----- CENTER OF GRAVITY REPORT

		Total Wght	X cg	Y cg	Z cg
		(N.)	(mm.)	(mm.)	(mm.)
Pipe	:	21984.1	4752.2	-1236.4	-1061.4
Insulation	:	5649.7	6776.1	-2126.0	-2444.4
Refractory	:	0.0	0.0	0.0	0.0
Fluid	:	0.0	0.0	0.0	0.0
Pipe+Insl+Refrty	:	27633.8	5165.9	-1418.3	-1344.1
Pipe+Fluid	:	21984.1	4752.2	-1236.4	-1061.4
Pipe+Insl+Refrty+Fluid:		27633.8	5165.9	-1418.3	-1344.1

----- BILL OF MATERIALS REPORT

MATERIAL ID: 3.

PIPE	DIAM(mm.)	THCK(mm.)	LENGTH(mm.)
1	114.300	12.500	44910.387
2	114.300	10.000	4480.000
3	88.900	10.000	773.000
4	50.000	13.000	218.000
5	33.700	5.000	2273.400

BEND	NUMBER	DIAM(mm.)	THCK(mm.)	RADIUS(mm.)	ANGLE(deg)
1	8	114.300	12.500	152.400	90.0
2	3	114.300	12.500	152.400	45.0
3	3	114.300	10.000	300.000	90.0
4	4	33.700	5.000	38.100	90.0

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

RESTRAINT SUMMARY EXTENDED REPORT: Loads On Restraints
 Various Load Cases

LOAD CASE DEFINITION KEY

CASE 3 (HYD) WW+HP+H
 CASE 4 (OPE) W+D1+T1+P1+H
 CASE 5 (SUS) W+P1+H

NODE	Load Case	FX N.	FY N.	FZ N.	MX N.m.	MY N.m.	MZ N.m.	DX mm.	DY mm.	DZ mm.
10		Displ. Reaction								
	3(HYD)	-2	-460	169	78	318	85	-0.000	-0.000	0.000
	4(OPE)	-1029	830	1830	1337	2119	-593	39.000	58.000	-30.000
	5(SUS)	-48	1086	267	28	508	-2405	-0.000	0.000	0.000
	MAX	-1029/L4	1086/L5	1830/L4	1337/L4	2119/L4	-2405/L5	39.000/L4	58.000/L4	-30.000/L4
50		User Design CSH								
	3(HYD)	0	-3573	0	0	0	0	1.388	0.000	0.772
	4(OPE)	0	-6700	0	0	0	0	31.916	64.714	-16.296
	5(SUS)	0	-6700	0	0	0	0	7.212	5.406	0.773
	MAX		-6700/L4					31.916/L4	64.714/L4	-16.296/L4
115		Prog Design CSH								
	3(HYD)	0	-4267	0	0	0	0	2.711	-0.000	0.981
	4(OPE)	0	-2595	0	0	0	0	34.939	62.693	-5.670
	5(SUS)	0	-2595	0	0	0	0	8.851	-1.047	0.153
	MAX		-4267/L3					34.939/L4	62.693/L4	-5.670/L4
116		Rigid -X w/gap								
	3(HYD)	0	0	0	0	0	0	2.857	-0.271	0.708
	4(OPE)	279	83	-9	0	0	0	35.000	62.577	-6.447
	5(SUS)	0	0	0	0	0	0	9.443	-2.138	0.113
	MAX	279/L4	83/L4	-9/L4				35.000/L4	62.577/L4	-6.447/L4

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTE\SMY DOCUMENT\...36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

RESTRAINT SUMMARY EXTENDED REPORT: Loads On Restraints
 Various Load Cases

NODE	Load Case	FX N.	FY N.	FZ N.	MX N.m.	MY N.m.	MZ N.m.	DX mm.	DY mm.	DZ mm.
117		Rigid +X w/gap								
	3(HYD)	0	0	0	0	0	0	2.857	0.268	1.058
	4(OPE)	0	0	0	0	0	0	35.001	62.805	-5.131
	5(SUS)	0	0	0	0	0	0	9.443	0.042	0.776
								35.001/L4	62.805/L4	-5.131/L4
150		User Design CSH								
	3(HYD)	0	-2319	0	0	0	0	1.805	0.000	2.077
	4(OPE)	0	-3200	0	0	0	0	23.281	53.624	-1.652
	5(SUS)	0	-3200	0	0	0	0	6.052	2.598	1.371
	MAX		-3200/L4					23.281/L4	53.624/L4	2.077/L3
210		Rigid X; Rigid +Y								
	3(HYD)	44	-2952	-192	0	0	0	0.000	-0.000	-0.001
	4(OPE)	-1636	-1705	-1003	0	0	0	-0.000	-0.000	-21.176
	5(SUS)	462	-2889	-333	0	0	0	0.000	-0.000	-0.001
	MAX	-1636/L4	-2952/L3	-1003/L4				-0.000/L4	-0.000/L3	-21.176/L4
230		Rigid Z								
	3(HYD)	0	-8	26	0	0	0	0.024	-0.402	0.000
	4(OPE)	89	178	-663	0	0	0	28.318	56.783	-0.000
	5(SUS)	0	29	-98	0	0	0	0.327	27.916	-0.000
	MAX	89/L4	178/L4	-663/L4				28.318/L4	56.783/L4	-0.000/L4
240		User Design VSH								
	3(HYD)	0	-3789	0	0	0	0	0.060	0.000	0.000
	4(OPE)	0	-5294	0	0	0	0	26.785	57.250	-2.217
	5(SUS)	0	-6303	0	0	0	0	0.723	26.936	-0.000
	MAX		-6303/L5					26.785/L4	57.250/L4	-2.217/L4

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTE\SMY DOCUMENT\...36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

RESTRAINT SUMMARY EXTENDED REPORT: Loads On Restraints
 Various Load Cases

NODE	Load Case	FX N.	FY N.	FZ N.	MX N.m.	MY N.m.	MZ N.m.	DX mm.	DY mm.	DZ mm.
280		Rigid +Y								
	3(HYD)	-26	-954	-7	0	0	0	-0.000	-0.000	-0.000
	4(OPE)	0	0	0	0	0	0	-92.588	17.013	-2.583
	5(SUS)	0	0	0	0	0	0	-0.005	22.882	5.435
	MAX	-26/L3	-954/L3	-7/L3				-92.588/L4	22.882/L5	5.435/L5
290		Rigid +Y								
	3(HYD)	-11	-2037	4	0	0	0	-0.000	-0.000	0.000
	4(OPE)	-1124	-3750	-39	0	0	0	-73.088	-0.000	-2.531
	5(SUS)	-178	-1113	282	0	0	0	-0.003	-0.000	0.004
	MAX	-1124/L4	-3750/L4	282/L5				-73.088/L4	-0.000/L4	-2.531/L4
300		Rigid Z; Rigid +Y								
	3(HYD)	-4	-2310	-1	0	0	0	-0.000	-0.000	-0.000
	4(OPE)	-780	-2550	-50	0	0	0	-46.506	-0.000	-0.000
	5(SUS)	-178	-3137	-128	0	0	0	-0.001	-0.000	-0.000
	MAX	-780/L4	-3137/L5	-128/L5				-46.506/L4	-0.000/L5	-0.000/L5
310		Rigid +Y								
	3(HYD)	-1	-1984	0	0	0	0	-0.000	-0.000	0.000
	4(OPE)	-666	-2221	11	0	0	0	-19.929	-0.000	0.318
	5(SUS)	-39	-2029	42	0	0	0	-0.000	-0.000	0.000
	MAX	-666/L4	-2221/L4	42/L5				-19.929/L4	-0.000/L4	0.318/L4
320		Rigid ANC								
	3(HYD)	-1	-738	-0	-0	-0	484	-0.000	-0.000	-0.000
	4(OPE)	4797	-820	18	-41	62	535	0.000	-0.000	0.000
	5(SUS)	-42	-883	-14	-12	-20	629	-0.000	-0.000	-0.000
	MAX	4797/L4	-883/L5	18/L4	-41/L4	62/L4	629/L5	0.000/L4	-0.000/L5	0.000/L4

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 3 (HYD) WW+HP+H

Piping Code: STOOM = STOOMWEZEN (1989)

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 3 (HYD) WW+HP+H

Highest Stresses: (N./sq.mm.)

Code Stress Ratio (%): 31.6 @Node 80
 Code Stress: 88.6 Allowable: 280.0
 Axial Stress: 56.1 @Node 39
 Bending Stress: 48.5 @Node 80
 Torsion Stress: 5.5 @Node 160
 Hoop Stress: 121.9 @Node 18
 3D Max Intensity: 155.9 @Node 10

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
10	55.74	1.62	-2.23	121.91	155.93	1.000	1.000	71.22	285.00	24.99	STOOM	
18	55.75	1.56	2.23	121.91	155.93	1.000	1.000	71.20	285.00	24.98	STOOM	
18	55.74	1.56	-2.23	121.91	155.93	1.000	1.000	71.20	285.00	24.98	STOOM	
19	55.81	3.44	1.33	121.91	155.90	1.000	1.000	70.81	285.00	24.85	STOOM	
19	55.81	3.44	-1.33	121.91	155.90	1.000	1.000	70.81	285.00	24.85	STOOM	
20	55.90	3.77	-0.15	121.91	155.89	1.000	1.000	70.25	285.00	24.65	STOOM	
20	55.90	3.76	0.15	121.91	155.89	1.000	1.000	70.24	285.00	24.65	STOOM	
28	55.90	2.60	-0.15	121.91	155.89	1.000	1.000	69.09	285.00	24.24	STOOM	
28	55.91	2.73	0.15	121.91	155.89	1.000	1.000	69.21	285.00	24.29	STOOM	
29	55.93	2.33	0.20	121.91	155.89	1.000	1.000	68.83	285.00	24.15	STOOM	
29	55.93	2.34	-0.20	121.91	155.89	1.000	1.000	68.84	285.00	24.15	STOOM	
30	55.97	2.17	0.22	121.91	155.89	1.000	1.000	68.68	285.00	24.10	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 3 (HYD) WW+HP+H

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
30	55.95	2.17	-0.22	121.91	155.89	1.000	1.000	68.68	285.00	24.10	STOOM	
38	56.04	2.89	0.22	121.91	155.89	1.000	1.000	69.39	285.00	24.35	STOOM	
38	56.03	2.89	-0.22	121.91	155.89	1.000	1.000	69.39	285.00	24.35	STOOM	
39	56.05	2.66	-0.60	121.91	155.89	1.000	1.000	69.38	285.00	24.35	STOOM	
39	56.05	2.66	0.60	121.91	155.89	1.000	1.000	69.38	285.00	24.35	STOOM	
40	55.96	0.84	-1.07	121.91	155.90	1.000	1.000	68.77	285.00	24.13	STOOM	
40	55.96	0.69	1.07	121.91	155.90	1.000	1.000	68.72	285.00	24.11	STOOM	
50	55.96	12.07	-1.07	121.91	155.90	1.000	1.000	78.73	285.00	27.62	STOOM	
50	55.96	11.94	1.07	121.91	155.90	1.000	1.000	78.60	285.00	27.58	STOOM	
60	55.96	14.62	-1.07	121.91	155.90	1.000	1.000	81.25	285.00	28.51	STOOM	
60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
70	41.68	19.68	0.91	93.12	127.36	1.000	1.000	71.84	280.00	25.66	STOOM	
80	41.68	48.53	-0.91	93.12	127.37	2.295	2.295	88.61	280.00	31.65	STOOM	
80	41.69	48.33	1.13	93.12	127.38	2.295	2.295	88.53	280.00	31.62	STOOM	
90	41.69	21.28	-1.13	93.12	127.37	1.000	1.000	73.47	280.00	26.24	STOOM	
90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
100	41.69	12.17	1.13	93.12	127.36	1.000	1.000	64.45	280.00	23.02	STOOM	
105	41.69	2.99	-1.13	93.12	127.36	1.000	1.000	55.82	280.00	19.94	STOOM	
105	38.20	0.00	0.00	89.92	124.19	1.000	1.000	50.47	280.00	18.03	STOOM	
110	38.18	0.00	-0.00	89.92	124.19	1.000	1.000	50.47	280.00	18.03	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 3 (HYD) WW+HP+H

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
110	38.13	0.00	0.00	89.92	124.19	1.000	1.000	50.47	280.00	18.03	STOOM	
115	38.12	0.00	0.00	89.92	124.19	1.000	1.000	50.47	280.00	18.03	STOOM	
110	40.05	0.17	0.00	89.92	124.19	1.000	1.000	50.64	280.00	18.09	STOOM	
116	40.05	0.00	0.00	89.92	124.19	1.000	1.000	50.47	280.00	18.03	STOOM	
110	40.05	0.17	-0.00	89.92	124.19	1.000	1.000	50.64	280.00	18.09	STOOM	
117	40.05	0.00	0.00	89.92	124.19	1.000	1.000	50.47	280.00	18.03	STOOM	
105	41.69	2.99	1.13	93.12	127.36	1.000	1.000	55.82	280.00	19.94	STOOM	
120	41.69	7.68	-1.13	93.12	127.36	2.295	2.295	59.02	280.00	21.08	STOOM	
120	41.68	7.93	1.40	93.12	127.37	2.295	2.295	59.73	280.00	21.33	STOOM	
128	41.68	3.39	-1.40	93.12	127.37	1.000	1.000	56.47	280.00	20.17	STOOM	
128	41.68	3.39	1.40	93.12	127.37	1.000	1.000	56.47	280.00	20.17	STOOM	
129	41.65	4.21	-0.12	93.12	127.35	1.000	1.000	56.29	280.00	20.10	STOOM	
129	41.65	4.22	0.12	93.12	127.35	1.000	1.000	56.29	280.00	20.10	STOOM	
130	41.60	3.17	1.18	93.12	127.36	1.000	1.000	56.02	280.00	20.01	STOOM	
130	41.61	3.12	-1.18	93.12	127.36	1.000	1.000	55.98	280.00	19.99	STOOM	
138	41.55	0.30	1.18	93.12	127.36	1.000	1.000	54.45	280.00	19.45	STOOM	
138	41.56	0.25	-1.18	93.12	127.36	1.000	1.000	54.44	280.00	19.44	STOOM	
139	41.54	2.36	0.65	93.12	127.35	1.000	1.000	54.77	280.00	19.56	STOOM	
139	41.54	2.36	-0.65	93.12	127.35	1.000	1.000	54.77	280.00	19.56	STOOM	
140	41.59	3.22	-0.50	93.12	127.35	1.000	1.000	55.44	280.00	19.80	STOOM	
140	41.59	3.32	0.50	93.12	127.35	1.000	1.000	55.54	280.00	19.83	STOOM	
150	41.59	12.67	-0.50	93.12	127.35	1.000	1.000	64.78	280.00	23.14	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 3 (HYD) WW+HP+H

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
150	41.59	13.64	0.50	93.12	127.35	1.000	1.000	65.75	280.00	23.48	STOOM	
158	41.59	15.32	-0.50	93.12	127.35	1.000	1.000	67.43	280.00	24.08	STOOM	
158	41.59	16.40	0.50	93.12	127.35	1.000	1.000	68.50	280.00	24.46	STOOM	
159	41.59	15.63	2.68	93.12	127.44	1.000	1.000	68.59	280.00	24.50	STOOM	
159	41.59	15.63	-2.68	93.12	127.44	1.000	1.000	68.59	280.00	24.50	STOOM	
160	41.60	12.49	5.46	93.12	127.71	1.000	1.000	68.66	280.00	24.52	STOOM	
160	41.60	12.47	-5.46	93.12	127.71	1.000	1.000	68.64	280.00	24.52	STOOM	
168	41.60	12.51	5.46	93.12	127.71	1.000	1.000	68.68	280.00	24.53	STOOM	
168	41.60	12.53	-5.46	93.12	127.71	1.000	1.000	68.69	280.00	24.53	STOOM	
169	41.59	15.70	2.65	93.12	127.44	1.000	1.000	68.64	280.00	24.52	STOOM	
169	41.59	15.70	-2.65	93.12	127.44	1.000	1.000	68.64	280.00	24.52	STOOM	
170	41.59	16.47	-0.54	93.12	127.35	1.000	1.000	68.58	280.00	24.49	STOOM	
170	41.59	16.35	0.54	93.12	127.35	1.000	1.000	68.45	280.00	24.45	STOOM	
178	41.59	12.36	-0.54	93.12	127.35	1.000	1.000	64.48	280.00	23.03	STOOM	
178	41.59	12.48	0.54	93.12	127.35	1.000	1.000	64.60	280.00	23.07	STOOM	
179	41.49	11.93	-0.11	93.12	127.35	1.000	1.000	64.01	280.00	22.86	STOOM	
179	41.49	11.93	0.11	93.12	127.35	1.000	1.000	64.01	280.00	22.86	STOOM	
180	41.46	11.82	0.39	93.12	127.35	1.000	1.000	63.92	280.00	22.83	STOOM	
180	41.47	11.82	-0.39	93.12	127.35	1.000	1.000	63.92	280.00	22.83	STOOM	
188	41.40	12.91	0.39	93.12	127.35	1.000	1.000	65.01	280.00	23.22	STOOM	
188	41.41	12.91	-0.39	93.12	127.35	1.000	1.000	65.01	280.00	23.22	STOOM	
189	41.43	12.70	-0.11	93.12	127.35	1.000	1.000	64.77	280.00	23.13	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 3 (HYD) WW+HP+H

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
189	41.43	12.70	0.11	93.12	127.35	1.000	1.000	64.77	280.00	23.13	STOOM	
190	41.59	11.60	-0.55	93.12	127.35	1.000	1.000	63.72	280.00	22.76	STOOM	
190	41.59	11.51	0.55	93.12	127.35	1.000	1.000	63.63	280.00	22.73	STOOM	
198	41.59	1.16	-0.55	93.12	127.35	1.000	1.000	53.67	280.00	19.17	STOOM	
198	41.59	1.09	0.55	93.12	127.35	1.000	1.000	53.62	280.00	19.15	STOOM	
199	41.60	1.58	-0.99	93.12	127.36	1.000	1.000	54.61	280.00	19.50	STOOM	
199	41.60	1.58	0.99	93.12	127.36	1.000	1.000	54.61	280.00	19.50	STOOM	
200	41.63	1.42	-1.55	93.12	127.37	1.000	1.000	55.49	280.00	19.82	STOOM	
200	41.63	1.47	1.55	93.12	127.37	1.000	1.000	55.51	280.00	19.82	STOOM	
210	41.63	14.86	-1.55	93.12	127.38	1.000	1.000	67.25	280.00	24.02	STOOM	
210	41.65	19.09	1.55	93.12	127.38	1.000	1.000	71.41	280.00	25.50	STOOM	
218	41.65	10.36	-1.55	93.12	127.38	1.000	1.000	62.88	280.00	22.46	STOOM	
218	41.65	6.08	1.55	93.12	127.38	1.000	1.000	58.90	280.00	21.04	STOOM	
219	41.65	7.92	1.33	93.12	127.37	1.000	1.000	60.43	280.00	21.58	STOOM	
219	41.65	7.92	-1.33	93.12	127.37	1.000	1.000	60.43	280.00	21.58	STOOM	
220	41.64	5.23	4.03	93.12	127.53	1.000	1.000	61.69	280.00	22.03	STOOM	
220	41.64	5.23	-4.03	93.12	127.53	1.000	1.000	61.69	280.00	22.03	STOOM	
230	41.64	9.51	4.03	93.12	127.54	1.000	1.000	64.55	280.00	23.05	STOOM	
230	41.63	9.53	-4.03	93.12	127.54	1.000	1.000	64.56	280.00	23.06	STOOM	
240	41.63	17.71	4.03	93.12	127.56	1.000	1.000	71.53	280.00	25.55	STOOM	
240	41.63	17.71	-4.03	93.12	127.56	1.000	1.000	71.53	280.00	25.55	STOOM	
248	41.63	4.10	4.03	93.12	127.52	1.000	1.000	61.12	280.00	21.83	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 3 (HYD) WW+HP+H

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
248	41.63	4.07	-4.03	93.12	127.52	1.000	1.000	61.11	280.00	21.82	STOOM	
249	41.93	5.94	2.22	93.12	127.40	1.000	1.000	59.49	280.00	21.25	STOOM	
249	41.93	5.94	-2.22	93.12	127.40	1.000	1.000	59.49	280.00	21.25	STOOM	
250	42.05	5.47	-0.12	93.12	127.35	1.000	1.000	57.55	280.00	20.55	STOOM	
250	42.05	5.48	0.12	93.12	127.35	1.000	1.000	57.56	280.00	20.56	STOOM	
258	42.02	0.22	-0.12	93.12	127.35	1.000	1.000	52.40	280.00	18.71	STOOM	
258	42.02	0.23	0.12	93.12	127.35	1.000	1.000	52.40	280.00	18.72	STOOM	
259	42.13	0.94	-0.09	93.12	127.35	1.000	1.000	53.03	280.00	18.94	STOOM	
259	42.13	0.94	0.09	93.12	127.35	1.000	1.000	53.03	280.00	18.94	STOOM	
260	42.15	1.17	-0.05	93.12	127.35	1.000	1.000	53.25	280.00	19.02	STOOM	
260	42.23	1.17	0.05	93.12	127.35	1.000	1.000	53.25	280.00	19.02	STOOM	
268	41.55	1.43	-0.05	93.12	127.35	1.000	1.000	53.51	280.00	19.11	STOOM	
268	41.63	1.43	0.05	93.12	127.35	1.000	1.000	53.51	280.00	19.11	STOOM	
269	41.63	1.52	-0.03	93.12	127.35	1.000	1.000	53.59	280.00	19.14	STOOM	
269	41.63	1.52	0.03	93.12	127.35	1.000	1.000	53.60	280.00	19.14	STOOM	
270	41.65	1.68	0.00	93.12	127.35	1.000	1.000	53.75	280.00	19.20	STOOM	
270	41.65	1.70	-0.00	93.12	127.35	1.000	1.000	53.77	280.00	19.20	STOOM	
280	41.65	2.89	0.00	93.12	127.35	1.000	1.000	54.96	280.00	19.63	STOOM	
280	41.64	4.86	-0.00	93.12	127.35	1.000	1.000	56.94	280.00	20.33	STOOM	
290	41.64	13.20	0.00	93.12	127.35	1.000	1.000	65.27	280.00	23.31	STOOM	
290	41.64	14.92	-0.00	93.12	127.35	1.000	1.000	66.99	280.00	23.92	STOOM	
300	41.64	18.03	0.00	93.12	127.35	1.000	1.000	70.11	280.00	25.04	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT\...36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 3 (HYD) WW+HP+H

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
300	41.63	18.03	-0.00	93.12	127.35	1.000	1.000	70.11	280.00	25.04	STOOM	
310	41.63	14.49	0.00	93.12	127.35	1.000	1.000	66.56	280.00	23.77	STOOM	
310	41.63	12.86	-0.00	93.12	127.35	1.000	1.000	64.93	280.00	23.19	STOOM	
320	41.63	7.85	0.00	93.12	127.35	1.000	1.000	59.93	280.00	21.40	STOOM	
80	9.22	6.10	0.17	26.40	62.71	2.295	2.295	23.32	280.00	8.33	STOOM	
400	9.24	3.32	-0.21	26.40	62.71	1.000	1.000	22.05	280.00	7.88	STOOM	
400	9.23	3.32	0.21	26.40	62.71	1.000	1.000	22.05	280.00	7.88	STOOM	
410	21.33	13.02	-0.84	52.23	87.22	1.000	1.000	34.70	280.00	12.39	STOOM	
410	26.46	14.06	0.90	62.85	97.56	1.000	1.000	51.11	280.00	18.25	STOOM	
418	26.52	13.88	-0.90	62.85	97.56	1.000	1.000	50.93	280.00	18.19	STOOM	
418	26.50	13.88	0.90	62.85	97.56	1.000	1.000	50.93	280.00	18.19	STOOM	
419	26.58	13.41	-1.20	62.85	97.57	1.000	1.000	50.55	280.00	18.05	STOOM	
419	26.58	13.41	1.20	62.85	97.57	1.000	1.000	50.55	280.00	18.05	STOOM	
420	26.74	12.56	-0.90	62.85	97.56	1.000	1.000	49.62	280.00	17.72	STOOM	
420	26.74	12.66	0.90	62.85	97.56	1.000	1.000	49.72	280.00	17.76	STOOM	
428	26.74	3.13	-0.90	62.85	97.56	1.000	1.000	40.55	280.00	14.48	STOOM	
428	26.74	3.04	0.90	62.85	97.56	1.000	1.000	40.47	280.00	14.45	STOOM	
429	26.69	3.01	0.09	62.85	97.55	1.000	1.000	39.95	280.00	14.27	STOOM	
429	26.69	3.01	-0.09	62.85	97.55	1.000	1.000	39.95	280.00	14.27	STOOM	
430	26.67	2.21	0.71	62.85	97.56	1.000	1.000	39.56	280.00	14.13	STOOM	
430	26.67	2.27	-0.71	62.85	97.56	1.000	1.000	39.60	280.00	14.14	STOOM	
440	26.67	9.19	0.71	62.85	97.56	1.000	1.000	46.23	280.00	16.51	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 3 (HYD) WW+HP+H

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
440	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
450	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
450	26.67	9.95	-0.71	62.85	97.56	1.000	1.000	46.99	280.00	16.78	STOOM	
460	26.67	7.39	0.71	62.85	97.56	1.000	1.000	44.46	280.00	15.88	STOOM	
460	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
470	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
470	26.67	2.79	-0.71	62.85	97.56	1.000	1.000	40.06	280.00	14.31	STOOM	
478	26.67	2.47	0.71	62.85	97.56	1.000	1.000	39.78	280.00	14.21	STOOM	
478	26.67	2.47	-0.71	62.85	97.56	1.000	1.000	39.78	280.00	14.21	STOOM	
479	26.69	2.34	0.62	62.85	97.55	1.000	1.000	39.58	280.00	14.13	STOOM	
479	26.69	2.34	-0.62	62.85	97.55	1.000	1.000	39.58	280.00	14.13	STOOM	
480	26.73	2.10	0.68	62.85	97.55	1.000	1.000	39.43	280.00	14.08	STOOM	
480	26.73	2.12	-0.68	62.85	97.55	1.000	1.000	39.44	280.00	14.09	STOOM	
488	26.73	15.69	0.68	62.85	97.56	1.000	1.000	52.68	280.00	18.81	STOOM	
488	26.73	15.59	-0.68	62.85	97.56	1.000	1.000	52.58	280.00	18.78	STOOM	
489	26.50	16.92	0.91	62.85	97.56	1.000	1.000	53.95	280.00	19.27	STOOM	
489	26.50	16.92	-0.91	62.85	97.56	1.000	1.000	53.95	280.00	19.27	STOOM	
490	26.40	17.51	0.72	62.85	97.56	1.000	1.000	54.50	280.00	19.47	STOOM	
490	26.41	17.51	-0.72	62.85	97.56	1.000	1.000	54.50	280.00	19.47	STOOM	
500	26.35	17.53	0.72	62.85	97.56	1.000	1.000	54.52	280.00	19.47	STOOM	
500	26.37	17.53	-0.72	62.85	97.56	1.000	1.000	54.52	280.00	19.47	STOOM	
510	6.50	3.97	0.16	20.34	57.28	1.000	1.000	10.58	280.00	3.78	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 3 (HYD) WW+HP+H

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
510	9.20	4.12	-0.17	26.40	62.71	1.000	1.000	22.85	280.00	8.16	STOOM	
120	9.19	7.53	0.13	26.40	62.71	2.295	2.295	24.37	280.00	8.70	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 5 (SUS) W+P1+H

Piping Code: STOOM = STOOMWEZEN (1989)

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 5 (SUS) W+P1+H

Highest Stresses: (N./sq.mm.)

Code Stress Ratio (%): 76.2 @Node 50
 Code Stress: 94.4 Allowable: 124.0
 Axial Stress: 41.8 @Node 38
 Bending Stress: 45.8 @Node 80
 Torsion Stress: 10.2 @Node 220
 Hoop Stress: 89.6 @Node 18
 3D Max Intensity: 114.9 @Node 18

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
10	41.46	33.79	-3.57	89.61	114.89	1.000	1.000	83.39	123.95	67.28	STOOM	
18	41.47	33.81	3.57	89.61	114.90	1.000	1.000	83.41	123.95	67.30	STOOM	
18	41.47	33.81	-3.57	89.61	114.89	1.000	1.000	83.41	123.95	67.30	STOOM	
19	41.39	32.84	2.60	89.61	114.75	1.000	1.000	82.10	123.95	66.24	STOOM	
19	41.39	32.84	-2.60	89.61	114.74	1.000	1.000	82.10	123.95	66.24	STOOM	
20	41.11	29.61	0.43	89.61	114.58	1.000	1.000	78.47	123.95	63.31	STOOM	
20	41.11	29.61	-0.43	89.61	114.58	1.000	1.000	78.47	123.95	63.31	STOOM	
28	41.11	6.97	0.43	89.61	114.58	1.000	1.000	55.88	123.95	45.09	STOOM	
28	41.11	6.97	-0.43	89.61	114.58	1.000	1.000	55.88	123.95	45.09	STOOM	
29	41.52	1.79	0.81	89.61	114.59	1.000	1.000	51.27	123.95	41.36	STOOM	
29	41.52	1.79	-0.81	89.61	114.59	1.000	1.000	51.27	123.95	41.36	STOOM	
30	41.70	2.01	0.38	89.61	114.58	1.000	1.000	51.00	123.95	41.14	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT\...36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 5 (SUS) W+P1+H

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
30	41.70	2.01	-0.38	89.61	114.58	1.000	1.000	51.00	123.95	41.14	STOOM	
38	41.78	4.42	0.38	89.61	114.58	1.000	1.000	53.34	123.95	43.03	STOOM	
38	41.78	4.42	-0.38	89.61	114.58	1.000	1.000	53.34	123.95	43.03	STOOM	
39	41.66	2.79	0.16	89.61	114.58	1.000	1.000	51.67	123.95	41.68	STOOM	
39	41.66	2.79	-0.16	89.61	114.58	1.000	1.000	51.67	123.95	41.68	STOOM	
40	41.18	3.47	-0.21	89.61	114.58	1.000	1.000	52.35	123.95	42.23	STOOM	
40	41.18	3.47	0.21	89.61	114.58	1.000	1.000	52.35	123.95	42.23	STOOM	
50	41.18	45.56	-0.21	89.61	114.58	1.000	1.000	94.42	123.95	76.17	STOOM	
50	41.18	45.56	0.21	89.61	114.58	1.000	1.000	94.42	123.95	76.17	STOOM	
60	41.18	4.73	-0.21	89.61	114.58	1.000	1.000	53.61	123.95	43.25	STOOM	
60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
70	36.19	11.84	0.19	79.82	105.82	1.000	1.000	55.96	106.53	52.53	STOOM	
80	36.19	45.80	-0.19	79.82	105.82	2.295	2.295	78.47	106.53	73.66	STOOM	
80	36.20	45.49	0.49	79.82	105.83	2.295	2.295	78.27	106.53	73.47	STOOM	
90	36.20	23.29	-0.49	79.82	105.82	1.000	1.000	67.42	106.53	63.29	STOOM	
90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
100	36.20	20.13	0.49	79.82	105.82	1.000	1.000	64.26	106.53	60.32	STOOM	
105	36.20	13.55	-0.49	79.82	105.82	1.000	1.000	57.69	106.53	54.15	STOOM	
105	-1.24	0.00	-0.00	0.00	1.24	1.000	1.000	0.00	187.60	0.00	STOOM	
110	-1.25	0.00	0.00	0.00	1.25	1.000	1.000	0.00	187.60	0.00	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 5 (SUS) W+P1+H

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
110	-1.30	0.00	0.00	0.00	1.30	1.000	1.000	0.00	187.60	0.00	STOOM	
115	-1.31	0.00	0.00	0.00	1.31	1.000	1.000	0.00	187.60	0.00	STOOM	
110	0.00	0.16	0.00	0.00	0.16	1.000	1.000	0.16	187.60	0.08	STOOM	
116	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.000	1.000	0.00	187.60	0.00	STOOM	
110	0.00	0.16	-0.00	0.00	0.16	1.000	1.000	0.16	187.60	0.08	STOOM	
117	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.000	1.000	0.00	187.60	0.00	STOOM	
105	36.20	13.55	0.49	79.82	105.82	1.000	1.000	57.69	106.53	54.15	STOOM	
120	36.20	29.67	-0.49	79.82	105.82	2.295	2.295	66.43	106.53	62.35	STOOM	
120	36.19	30.06	0.84	79.82	105.83	2.295	2.295	66.84	106.53	62.74	STOOM	
128	36.19	12.54	-0.84	79.82	105.83	1.000	1.000	56.76	106.53	53.28	STOOM	
128	36.19	12.54	0.84	79.82	105.83	1.000	1.000	56.76	106.53	53.28	STOOM	
129	36.10	10.93	2.17	79.82	105.89	1.000	1.000	55.86	106.53	52.44	STOOM	
129	36.10	10.93	-2.17	79.82	105.89	1.000	1.000	55.86	106.53	52.44	STOOM	
130	36.01	8.41	3.60	79.82	106.01	1.000	1.000	55.18	106.53	51.80	STOOM	
130	36.01	8.41	-3.60	79.82	106.01	1.000	1.000	55.18	106.53	51.80	STOOM	
138	35.95	8.96	3.60	79.82	106.01	1.000	1.000	55.61	106.53	52.20	STOOM	
138	35.95	8.96	-3.60	79.82	106.01	1.000	1.000	55.61	106.53	52.20	STOOM	
139	35.93	12.56	-0.20	79.82	105.82	1.000	1.000	56.67	106.53	53.20	STOOM	
139	35.93	12.56	0.20	79.82	105.82	1.000	1.000	56.67	106.53	53.20	STOOM	
140	36.03	10.88	-4.40	79.82	106.11	1.000	1.000	58.10	106.53	54.54	STOOM	
140	36.03	10.88	4.40	79.82	106.11	1.000	1.000	58.10	106.53	54.54	STOOM	
150	36.03	28.43	-4.40	79.82	106.26	1.000	1.000	73.87	106.53	69.34	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 5 (SUS) W+P1+H

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
150	36.03	28.43	4.40	79.82	106.26	1.000	1.000	73.87	106.53	69.34	STOOM	
158	36.03	12.53	-4.40	79.82	106.12	1.000	1.000	59.41	106.53	55.77	STOOM	
158	36.03	12.53	4.40	79.82	106.12	1.000	1.000	59.41	106.53	55.77	STOOM	
159	36.03	15.14	-1.70	79.82	105.86	1.000	1.000	59.62	106.53	55.97	STOOM	
159	36.03	15.14	1.70	79.82	105.86	1.000	1.000	59.62	106.53	55.97	STOOM	
160	36.04	15.48	1.31	79.82	105.84	1.000	1.000	59.81	106.53	56.15	STOOM	
160	36.04	15.48	-1.31	79.82	105.84	1.000	1.000	59.81	106.53	56.15	STOOM	
168	36.04	16.29	1.31	79.82	105.85	1.000	1.000	60.61	106.53	56.89	STOOM	
168	36.04	16.29	-1.31	79.82	105.85	1.000	1.000	60.61	106.53	56.89	STOOM	
169	36.03	16.11	-1.90	79.82	105.88	1.000	1.000	60.66	106.53	56.94	STOOM	
169	36.03	16.11	1.90	79.82	105.88	1.000	1.000	60.66	106.53	56.94	STOOM	
170	36.03	13.48	-4.82	79.82	106.19	1.000	1.000	60.69	106.53	56.97	STOOM	
170	36.03	13.48	4.82	79.82	106.19	1.000	1.000	60.69	106.53	56.97	STOOM	
178	36.03	10.94	-4.82	79.82	106.17	1.000	1.000	58.69	106.53	55.09	STOOM	
178	36.03	10.94	4.82	79.82	106.18	1.000	1.000	58.69	106.53	55.09	STOOM	
179	35.95	13.29	-2.61	79.82	105.93	1.000	1.000	58.39	106.53	54.81	STOOM	
179	35.95	13.29	2.61	79.82	105.93	1.000	1.000	58.39	106.53	54.81	STOOM	
180	35.94	14.20	1.16	79.82	105.84	1.000	1.000	58.50	106.53	54.91	STOOM	
180	35.94	14.20	-1.16	79.82	105.84	1.000	1.000	58.50	106.53	54.91	STOOM	
188	35.88	15.82	1.16	79.82	105.84	1.000	1.000	60.09	106.53	56.41	STOOM	
188	35.88	15.82	-1.16	79.82	105.84	1.000	1.000	60.09	106.53	56.41	STOOM	
189	35.87	14.99	-2.75	79.82	105.94	1.000	1.000	60.07	106.53	56.39	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 5 (SUS) W+P1+H

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
189	35.87	14.99	2.75	79.82	105.94	1.000	1.000	60.07	106.53	56.39	STOOM	
190	36.03	11.36	-5.08	79.82	106.22	1.000	1.000	59.35	106.53	55.71	STOOM	
190	36.03	11.36	5.08	79.82	106.22	1.000	1.000	59.35	106.53	55.71	STOOM	
198	36.03	3.49	-5.08	79.82	106.17	1.000	1.000	54.85	106.53	51.49	STOOM	
198	36.03	3.49	5.08	79.82	106.17	1.000	1.000	54.85	106.53	51.49	STOOM	
199	36.04	5.05	-4.60	79.82	106.11	1.000	1.000	54.59	106.53	51.25	STOOM	
199	36.04	5.05	4.60	79.82	106.11	1.000	1.000	54.59	106.53	51.25	STOOM	
200	36.09	7.98	-2.17	79.82	105.88	1.000	1.000	53.19	106.53	49.93	STOOM	
200	36.09	7.98	2.17	79.82	105.89	1.000	1.000	53.19	106.53	49.93	STOOM	
210	36.09	7.08	-2.17	79.82	105.88	1.000	1.000	52.41	106.53	49.20	STOOM	
210	36.24	7.08	2.17	79.82	105.88	1.000	1.000	52.41	106.53	49.20	STOOM	
218	36.24	18.00	-2.17	79.82	105.90	1.000	1.000	62.63	106.53	58.79	STOOM	
218	36.24	18.00	2.17	79.82	105.90	1.000	1.000	62.63	106.53	58.79	STOOM	
219	36.21	17.95	5.08	79.82	106.27	1.000	1.000	64.73	106.53	60.76	STOOM	
219	36.21	17.95	-5.08	79.82	106.27	1.000	1.000	64.73	106.53	60.76	STOOM	
220	36.12	8.10	10.21	79.82	107.31	1.000	1.000	66.08	106.53	62.03	STOOM	
220	36.12	8.10	-10.21	79.82	107.31	1.000	1.000	66.08	106.53	62.03	STOOM	
230	36.12	13.55	10.21	79.82	107.46	1.000	1.000	68.62	106.53	64.41	STOOM	
230	36.15	13.55	-10.21	79.82	107.46	1.000	1.000	68.62	106.53	64.41	STOOM	
240	36.15	25.07	10.21	79.82	107.90	1.000	1.000	76.44	106.53	71.76	STOOM	
240	36.15	25.07	-10.21	79.82	107.89	1.000	1.000	76.44	106.53	71.76	STOOM	
248	36.15	4.50	10.21	79.82	107.22	1.000	1.000	65.02	106.53	61.04	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT\...36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 5 (SUS) W+P1+H

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
248	36.15	4.50	-10.21	79.82	107.22	1.000	1.000	65.02	106.53	61.04	STOOM	
249	36.83	14.18	7.83	79.82	106.83	1.000	1.000	65.24	106.53	61.24	STOOM	
249	36.83	14.18	-7.83	79.82	106.79	1.000	1.000	65.24	106.53	61.24	STOOM	
250	37.08	18.58	2.35	79.82	105.92	1.000	1.000	63.27	106.53	59.39	STOOM	
250	37.08	18.58	-2.35	79.82	105.91	1.000	1.000	63.27	106.53	59.39	STOOM	
258	37.05	10.60	2.35	79.82	105.90	1.000	1.000	55.71	106.53	52.29	STOOM	
258	37.05	10.60	-2.35	79.82	105.90	1.000	1.000	55.71	106.53	52.29	STOOM	
259	37.26	11.06	0.31	79.82	105.82	1.000	1.000	55.19	106.53	51.80	STOOM	
259	37.26	11.06	-0.31	79.82	105.82	1.000	1.000	55.19	106.53	51.80	STOOM	
260	37.29	10.33	-1.75	79.82	105.86	1.000	1.000	55.01	106.53	51.64	STOOM	
260	37.29	10.33	1.75	79.82	105.86	1.000	1.000	55.01	106.53	51.64	STOOM	
268	36.65	29.31	-1.75	79.82	105.89	1.000	1.000	73.63	106.53	69.12	STOOM	
268	36.65	29.31	1.75	79.82	105.89	1.000	1.000	73.63	106.53	69.12	STOOM	
269	36.57	29.02	-1.12	79.82	105.85	1.000	1.000	73.21	106.53	68.72	STOOM	
269	36.57	29.02	1.12	79.82	105.85	1.000	1.000	73.21	106.53	68.72	STOOM	
270	36.24	27.03	0.08	79.82	105.82	1.000	1.000	71.14	106.53	66.78	STOOM	
270	36.24	27.03	-0.08	79.82	105.82	1.000	1.000	71.14	106.53	66.78	STOOM	
280	36.24	17.71	0.08	79.82	105.82	1.000	1.000	61.82	106.53	58.03	STOOM	
280	36.24	17.71	-0.08	79.82	105.82	1.000	1.000	61.82	106.53	58.03	STOOM	
290	36.24	14.31	0.08	79.82	105.82	1.000	1.000	58.42	106.53	54.84	STOOM	
290	36.19	14.31	-0.08	79.82	105.82	1.000	1.000	58.42	106.53	54.84	STOOM	
300	36.19	24.32	0.08	79.82	105.82	1.000	1.000	68.42	106.53	64.23	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT\...36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 5 (SUS) W+P1+H

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
300	36.13	24.32	-0.08	79.82	105.82	1.000	1.000	68.42	106.53	64.23	STOOM	
310	36.13	10.60	0.08	79.82	105.82	1.000	1.000	54.71	106.53	51.36	STOOM	
310	36.12	10.60	-0.08	79.82	105.82	1.000	1.000	54.71	106.53	51.36	STOOM	
320	36.12	8.03	0.08	79.82	105.82	1.000	1.000	52.14	106.53	48.94	STOOM	
80	8.61	7.85	0.22	23.68	51.08	2.295	2.295	21.98	106.53	20.63	STOOM	
400	8.62	4.40	-0.29	23.68	51.08	1.000	1.000	20.48	106.53	19.22	STOOM	
400	8.62	4.40	0.29	23.68	51.08	1.000	1.000	20.48	106.53	19.22	STOOM	
410	22.96	19.07	-1.28	53.97	80.34	1.000	1.000	42.59	106.53	39.98	STOOM	
410	29.35	21.35	1.43	67.08	93.26	1.000	1.000	59.28	106.53	55.65	STOOM	
418	29.42	20.92	-1.43	67.08	93.25	1.000	1.000	58.85	106.53	55.25	STOOM	
418	29.42	20.92	1.43	67.08	93.25	1.000	1.000	58.85	106.53	55.25	STOOM	
419	29.54	20.17	-1.88	67.08	93.28	1.000	1.000	58.25	106.53	54.68	STOOM	
419	29.54	20.17	1.88	67.08	93.28	1.000	1.000	58.25	106.53	54.68	STOOM	
420	29.81	18.84	-1.40	67.08	93.25	1.000	1.000	56.78	106.53	53.30	STOOM	
420	29.81	18.84	1.40	67.08	93.25	1.000	1.000	56.78	106.53	53.30	STOOM	
428	29.81	4.36	-1.40	67.08	93.24	1.000	1.000	42.92	106.53	40.29	STOOM	
428	29.81	4.36	1.40	67.08	93.24	1.000	1.000	42.92	106.53	40.29	STOOM	
429	29.73	4.52	-0.04	67.08	93.21	1.000	1.000	42.26	106.53	39.67	STOOM	
429	29.73	4.52	0.04	67.08	93.21	1.000	1.000	42.26	106.53	39.67	STOOM	
430	29.70	3.58	0.87	67.08	93.22	1.000	1.000	41.72	106.53	39.16	STOOM	
430	29.70	3.58	-0.87	67.08	93.22	1.000	1.000	41.72	106.53	39.16	STOOM	
440	29.70	13.17	0.87	67.08	93.22	1.000	1.000	51.02	106.53	47.89	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 5 (SUS) W+P1+H

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
440	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
450	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
450	29.70	14.14	-0.87	67.08	93.22	1.000	1.000	51.99	106.53	48.80	STOOM	
460	29.70	10.86	0.87	67.08	93.22	1.000	1.000	48.73	106.53	45.75	STOOM	
460	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
470	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
470	29.70	4.85	-0.87	67.08	93.22	1.000	1.000	42.89	106.53	40.26	STOOM	
478	29.70	4.37	0.87	67.08	93.22	1.000	1.000	42.44	106.53	39.84	STOOM	
478	29.70	4.37	-0.87	67.08	93.22	1.000	1.000	42.44	106.53	39.84	STOOM	
479	29.72	4.09	0.58	67.08	93.22	1.000	1.000	42.00	106.53	39.42	STOOM	
479	29.72	4.09	-0.58	67.08	93.22	1.000	1.000	42.00	106.53	39.42	STOOM	
480	29.80	3.72	0.65	67.08	93.22	1.000	1.000	41.68	106.53	39.12	STOOM	
480	29.80	3.72	-0.65	67.08	93.22	1.000	1.000	41.68	106.53	39.12	STOOM	
488	29.80	22.09	0.65	67.08	93.22	1.000	1.000	59.86	106.53	56.19	STOOM	
488	29.80	22.09	-0.65	67.08	93.22	1.000	1.000	59.86	106.53	56.19	STOOM	
489	29.44	24.02	1.02	67.08	93.23	1.000	1.000	61.84	106.53	58.05	STOOM	
489	29.44	24.02	-1.02	67.08	93.24	1.000	1.000	61.84	106.53	58.05	STOOM	
490	29.29	24.83	0.97	67.08	93.23	1.000	1.000	62.64	106.53	58.80	STOOM	
490	29.29	24.83	-0.97	67.08	93.23	1.000	1.000	62.64	106.53	58.80	STOOM	
500	29.22	24.95	0.97	67.08	93.23	1.000	1.000	62.77	106.53	58.92	STOOM	
500	29.22	24.95	-0.97	67.08	93.23	1.000	1.000	62.77	106.53	58.92	STOOM	
510	6.09	4.88	0.19	18.20	46.05	1.000	1.000	11.13	106.53	10.44	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 5 (SUS) W+P1+H

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
510	8.59	5.13	-0.20	23.68	51.08	1.000	1.000	21.18	106.53	19.89	STOOM	
120	8.58	9.09	0.15	23.68	51.08	2.295	2.295	22.88	106.53	21.47	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 6 (EXP) L6=L4-L5

Piping Code: STOOM = STOOMWEZEN (1989)

CODE STRESS CHECK PASSED : LOADCASE 6 (EXP) L6=L4-L5

Highest Stresses: (N./sq.mm.)

Code Stress Ratio (%): 39.5 @Node 269
 Code Stress: 109.7 Allowable: 278.0
 Axial Stress: 1.5 @Node 320
 Bending Stress: 109.5 @Node 269
 Torsion Stress: 36.7 @Node 220
 Hoop Stress: 0.0 @Node 18
 3D Max Intensity: 110.7 @Node 269

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
10	-0.09	31.40	-11.32	0.00	38.78	1.000	1.000	38.70	292.61	13.23	STOOM	
18	-0.09	30.49	11.32	0.00	38.04	1.000	1.000	37.97	292.59	12.98	STOOM	
18	-0.09	30.49	-11.32	0.00	38.04	1.000	1.000	37.97	292.59	12.98	STOOM	
19	0.18	32.17	2.76	0.00	32.81	1.000	1.000	32.64	293.90	11.11	STOOM	
19	0.18	32.17	-2.76	0.00	32.81	1.000	1.000	32.64	293.90	11.11	STOOM	
20	0.34	25.42	-5.48	0.00	28.00	1.000	1.000	27.68	297.53	9.31	STOOM	
20	0.34	25.42	5.48	0.00	28.00	1.000	1.000	27.68	297.53	9.31	STOOM	
28	0.34	17.72	-5.48	0.00	21.13	1.000	1.000	20.84	320.12	6.51	STOOM	
28	0.34	17.72	5.48	0.00	21.13	1.000	1.000	20.84	320.12	6.51	STOOM	
29	0.18	14.04	-7.70	0.00	20.96	1.000	1.000	20.84	324.73	6.42	STOOM	
29	0.18	14.04	7.70	0.00	20.96	1.000	1.000	20.84	324.73	6.42	STOOM	
30	-0.09	11.42	-7.34	0.00	18.66	1.000	1.000	18.60	325.00	5.72	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 6 (EXP) L6=L4-L5

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
30	-0.09	11.42	7.34	0.00	18.66	1.000	1.000	18.60	325.00	5.72	STOOM	
38	-0.09	9.91	-7.34	0.00	17.76	1.000	1.000	17.71	322.66	5.49	STOOM	
38	-0.09	9.91	7.34	0.00	17.76	1.000	1.000	17.71	322.66	5.49	STOOM	
39	0.32	17.09	-5.20	0.00	20.28	1.000	1.000	20.01	324.33	6.17	STOOM	
39	0.32	17.09	5.20	0.00	20.28	1.000	1.000	20.01	324.33	6.17	STOOM	
40	0.54	20.37	-1.23	0.00	21.05	1.000	1.000	20.52	323.65	6.34	STOOM	
40	0.54	20.37	1.23	0.00	21.05	1.000	1.000	20.52	323.65	6.34	STOOM	
50	0.54	22.99	-1.23	0.00	23.66	1.000	1.000	23.12	281.58	8.21	STOOM	
50	0.54	22.99	1.23	0.00	23.66	1.000	1.000	23.12	281.58	8.21	STOOM	
60	0.54	29.97	-1.23	0.00	30.61	1.000	1.000	30.07	322.39	9.33	STOOM	
60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
70	0.48	31.69	1.12	0.00	32.25	1.000	1.000	31.77	295.24	10.76	STOOM	
80	0.48	82.44	-1.12	0.00	82.95	2.295	2.295	82.60	272.73	30.29	STOOM	
80	0.49	82.14	1.13	0.00	82.66	2.295	2.295	82.30	272.93	30.16	STOOM	
90	0.49	38.03	-1.13	0.00	38.58	1.000	1.000	38.09	283.78	13.42	STOOM	
90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
100	0.49	42.74	1.13	0.00	43.29	1.000	1.000	42.80	286.94	14.92	STOOM	
105	0.49	45.10	-1.13	0.00	45.65	1.000	1.000	45.16	293.51	15.39	STOOM	
105	0.05	1.76	-0.03	0.00	1.81	1.000	1.000	1.76	448.00	0.39	STOOM	
110	0.05	0.63	0.03	0.00	0.68	1.000	1.000	0.63	448.00	0.14	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 6 (EXP) L6=L4-L5

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
110	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.000	1.000	0.00	448.00	0.00	STOOM	
115	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	1.000	1.000	0.00	448.00	0.00	STOOM	
110	-0.14	0.63	0.00	0.00	0.77	1.000	1.000	0.63	447.84	0.14	STOOM	
116	-0.14	0.00	0.00	0.00	0.14	1.000	1.000	0.00	448.00	0.00	STOOM	
110	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.000	1.000	0.00	447.84	0.00	STOOM	
117	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.000	1.000	0.00	448.00	0.00	STOOM	
105	0.48	45.12	0.71	0.00	45.62	1.000	1.000	45.14	293.51	15.38	STOOM	
120	0.48	107.32	-0.71	0.00	107.82	2.295	2.295	107.37	284.77	37.70	STOOM	
120	0.48	107.68	0.70	0.00	108.17	2.295	2.295	107.73	284.36	37.88	STOOM	
128	0.48	47.66	-0.70	0.00	48.16	1.000	1.000	47.68	294.44	16.19	STOOM	
128	0.48	47.66	0.70	0.00	48.16	1.000	1.000	47.68	294.44	16.19	STOOM	
129	0.48	47.70	0.08	0.00	48.19	1.000	1.000	47.70	295.34	16.15	STOOM	
129	0.48	47.70	-0.08	0.00	48.19	1.000	1.000	47.70	295.34	16.15	STOOM	
130	0.21	45.92	0.67	0.00	46.14	1.000	1.000	45.94	296.02	15.52	STOOM	
130	0.21	45.92	-0.67	0.00	46.14	1.000	1.000	45.94	296.02	15.52	STOOM	
138	0.21	29.41	0.67	0.00	29.64	1.000	1.000	29.44	295.59	9.96	STOOM	
138	0.21	29.41	-0.67	0.00	29.64	1.000	1.000	29.44	295.59	9.96	STOOM	
139	-0.19	26.96	-0.27	0.00	27.15	1.000	1.000	26.96	294.53	9.15	STOOM	
139	-0.19	26.96	0.27	0.00	27.15	1.000	1.000	26.96	294.53	9.15	STOOM	
140	-0.48	25.09	-1.19	0.00	25.67	1.000	1.000	25.20	293.10	8.60	STOOM	
140	-0.48	25.09	1.19	0.00	25.67	1.000	1.000	25.20	293.10	8.60	STOOM	
150	-0.48	17.03	-1.19	0.00	17.67	1.000	1.000	17.20	277.33	6.20	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 6 (EXP) L6=L4-L5

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
150	-0.48	17.03	1.19	0.00	17.67	1.000	1.000	17.20	277.33	6.20	STOOM	
158	-0.48	19.77	-1.19	0.00	20.39	1.000	1.000	19.92	291.79	6.83	STOOM	
158	-0.48	19.77	1.19	0.00	20.39	1.000	1.000	19.92	291.79	6.83	STOOM	
159	-0.52	19.58	-2.38	0.00	20.66	1.000	1.000	20.15	291.58	6.91	STOOM	
159	-0.52	19.58	2.38	0.00	20.66	1.000	1.000	20.15	291.58	6.91	STOOM	
160	-0.49	18.88	-3.19	0.00	20.39	1.000	1.000	19.93	291.39	6.84	STOOM	
160	-0.49	18.88	3.19	0.00	20.39	1.000	1.000	19.93	291.39	6.84	STOOM	
168	-0.49	15.59	-3.19	0.00	17.30	1.000	1.000	16.84	290.59	5.80	STOOM	
168	-0.49	15.59	3.19	0.00	17.30	1.000	1.000	16.84	290.59	5.80	STOOM	
169	-0.52	15.81	-2.57	0.00	17.13	1.000	1.000	16.63	290.54	5.72	STOOM	
169	-0.52	15.81	2.57	0.00	17.13	1.000	1.000	16.63	290.54	5.72	STOOM	
170	-0.48	16.56	-1.59	0.00	17.33	1.000	1.000	16.86	290.51	5.80	STOOM	
170	-0.48	16.56	1.59	0.00	17.33	1.000	1.000	16.86	290.51	5.80	STOOM	
178	-0.48	25.51	-1.59	0.00	26.18	1.000	1.000	25.71	292.51	8.79	STOOM	
178	-0.48	25.51	1.59	0.00	26.18	1.000	1.000	25.71	292.51	8.79	STOOM	
179	-0.30	21.21	8.01	0.00	26.83	1.000	1.000	26.59	292.81	9.08	STOOM	
179	-0.30	21.21	-8.01	0.00	26.83	1.000	1.000	26.59	292.81	9.08	STOOM	
180	0.05	4.54	13.32	0.00	27.03	1.000	1.000	27.02	292.70	9.23	STOOM	
180	0.05	4.54	-13.32	0.00	27.03	1.000	1.000	27.02	292.70	9.23	STOOM	
188	0.05	14.24	13.32	0.00	30.23	1.000	1.000	30.21	291.11	10.38	STOOM	
188	0.05	14.24	-13.32	0.00	30.23	1.000	1.000	30.21	291.11	10.38	STOOM	
189	-0.30	29.45	5.88	0.00	31.99	1.000	1.000	31.71	291.13	10.89	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT\...36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 6 (EXP) L6=L4-L5

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
189	-0.30	29.45	-5.88	0.00	31.99	1.000	1.000	31.71	291.13	10.89	STOOM	
190	-0.48	31.31	-5.40	0.00	33.58	1.000	1.000	33.13	291.85	11.35	STOOM	
190	-0.48	31.31	5.40	0.00	33.58	1.000	1.000	33.13	291.85	11.35	STOOM	
198	-0.48	39.82	-5.40	0.00	41.72	1.000	1.000	41.26	296.35	13.92	STOOM	
198	-0.48	39.82	5.40	0.00	41.72	1.000	1.000	41.26	296.35	13.92	STOOM	
199	-0.49	41.28	1.87	0.00	41.93	1.000	1.000	41.44	296.61	13.97	STOOM	
199	-0.49	41.28	-1.87	0.00	41.93	1.000	1.000	41.44	296.61	13.97	STOOM	
200	-0.22	36.56	8.14	0.00	40.22	1.000	1.000	40.02	298.01	13.43	STOOM	
200	-0.22	36.56	-8.14	0.00	40.22	1.000	1.000	40.02	298.01	13.43	STOOM	
210	-0.22	23.67	8.14	0.00	28.91	1.000	1.000	28.73	298.79	9.61	STOOM	
210	-0.86	23.67	-8.14	0.00	29.44	1.000	1.000	28.73	298.79	9.61	STOOM	
218	-0.86	84.23	8.14	0.00	86.64	1.000	1.000	85.79	288.57	29.73	STOOM	
218	-0.86	84.23	-8.14	0.00	86.64	1.000	1.000	85.79	288.57	29.73	STOOM	
219	-0.78	59.79	31.32	0.00	87.13	1.000	1.000	86.59	286.47	30.23	STOOM	
219	-0.78	59.79	-31.32	0.00	87.13	1.000	1.000	86.59	286.47	30.23	STOOM	
220	-0.24	43.06	36.74	0.00	85.29	1.000	1.000	85.17	285.12	29.87	STOOM	
220	-0.24	43.06	-36.74	0.00	85.29	1.000	1.000	85.17	285.12	29.87	STOOM	
230	-0.24	31.92	36.74	0.00	80.21	1.000	1.000	80.11	282.58	28.35	STOOM	
230	-0.07	31.92	-36.74	0.00	80.14	1.000	1.000	80.11	282.58	28.35	STOOM	
240	-0.07	13.18	36.74	0.00	74.66	1.000	1.000	74.65	274.76	27.17	STOOM	
240	-0.07	13.18	-36.74	0.00	74.66	1.000	1.000	74.65	274.76	27.17	STOOM	
248	-0.07	12.29	36.74	0.00	74.51	1.000	1.000	74.50	286.18	26.03	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT\...36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 6 (EXP) L6=L4-L5

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
248	-0.07	12.29	-36.74	0.00	74.51	1.000	1.000	74.50	286.18	26.03	STOOM	
249	-0.80	56.93	24.50	0.00	75.72	1.000	1.000	75.11	285.96	26.27	STOOM	
249	-0.80	56.93	-24.50	0.00	75.72	1.000	1.000	75.11	285.96	26.27	STOOM	
250	-1.06	74.88	-1.87	0.00	76.03	1.000	1.000	74.97	287.93	26.04	STOOM	
250	-1.06	74.88	1.87	0.00	76.03	1.000	1.000	74.97	287.93	26.04	STOOM	
258	-1.06	73.01	-1.87	0.00	74.16	1.000	1.000	73.10	295.49	24.74	STOOM	
258	-1.06	73.01	1.87	0.00	74.16	1.000	1.000	73.10	295.49	24.74	STOOM	
259	-0.94	72.23	1.46	0.00	73.23	1.000	1.000	72.29	296.01	24.42	STOOM	
259	-0.94	72.23	-1.46	0.00	73.23	1.000	1.000	72.29	296.01	24.42	STOOM	
260	-0.67	70.02	4.54	0.00	71.27	1.000	1.000	70.61	296.19	23.84	STOOM	
260	-0.67	70.02	-4.54	0.00	71.27	1.000	1.000	70.61	296.19	23.84	STOOM	
268	-0.67	106.83	4.54	0.00	107.88	1.000	1.000	107.21	277.57	38.63	STOOM	
268	-0.67	106.83	-4.54	0.00	107.88	1.000	1.000	107.21	277.57	38.63	STOOM	
269	-1.06	109.49	3.26	0.00	110.75	1.000	1.000	109.69	277.99	39.46	STOOM	
269	-1.06	109.49	-3.26	0.00	110.75	1.000	1.000	109.69	277.99	39.46	STOOM	
270	-0.83	108.22	0.19	0.00	109.05	1.000	1.000	108.22	280.06	38.64	STOOM	
270	-0.83	108.22	-0.19	0.00	109.05	1.000	1.000	108.22	280.06	38.64	STOOM	
280	-0.83	95.09	0.19	0.00	95.92	1.000	1.000	95.09	289.38	32.86	STOOM	
280	-0.83	95.09	-0.19	0.00	95.92	1.000	1.000	95.09	289.38	32.86	STOOM	
290	-0.83	28.07	0.19	0.00	28.90	1.000	1.000	28.07	292.78	9.59	STOOM	
290	-1.11	28.07	-0.19	0.00	29.18	1.000	1.000	28.07	292.78	9.59	STOOM	
300	-1.11	7.49	0.19	0.00	8.61	1.000	1.000	7.50	282.78	2.65	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 6 (EXP) L6=L4-L5

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
300	-1.30	7.49	-0.19	0.00	8.80	1.000	1.000	7.50	282.78	2.65	STOOM	
310	-1.30	2.51	0.19	0.00	3.83	1.000	1.000	2.54	296.49	0.86	STOOM	
310	-1.49	2.51	-0.19	0.00	4.01	1.000	1.000	2.54	296.49	0.86	STOOM	
320	-1.49	1.59	0.19	0.00	3.10	1.000	1.000	1.63	299.06	0.55	STOOM	
80	-0.00	2.35	-0.00	0.00	2.35	2.295	2.295	2.35	329.22	0.71	STOOM	
400	-0.00	1.13	0.00	0.00	1.13	1.000	1.000	1.13	330.72	0.34	STOOM	
400	-0.00	1.13	-0.00	0.00	1.13	1.000	1.000	1.13	330.72	0.34	STOOM	
410	-0.00	4.62	0.01	0.00	4.63	1.000	1.000	4.62	308.61	1.50	STOOM	
410	-0.00	5.18	-0.01	0.00	5.18	1.000	1.000	5.18	291.92	1.77	STOOM	
418	-0.00	1.47	0.01	0.00	1.48	1.000	1.000	1.47	292.35	0.50	STOOM	
418	-0.00	1.47	-0.01	0.00	1.48	1.000	1.000	1.47	292.35	0.50	STOOM	
419	0.00	0.75	0.47	0.00	1.20	1.000	1.000	1.19	292.95	0.41	STOOM	
419	0.00	0.75	-0.47	0.00	1.20	1.000	1.000	1.19	292.95	0.41	STOOM	
420	0.01	0.48	0.53	0.00	1.16	1.000	1.000	1.16	294.42	0.39	STOOM	
420	0.01	0.48	-0.53	0.00	1.16	1.000	1.000	1.16	294.42	0.39	STOOM	
428	0.01	3.89	0.53	0.00	4.04	1.000	1.000	4.03	308.28	1.31	STOOM	
428	0.01	3.89	-0.53	0.00	4.04	1.000	1.000	4.03	308.28	1.31	STOOM	
429	-0.05	4.31	0.23	0.00	4.38	1.000	1.000	4.34	308.94	1.40	STOOM	
429	-0.05	4.31	-0.23	0.00	4.38	1.000	1.000	4.34	308.94	1.40	STOOM	
430	-0.08	4.48	-0.21	0.00	4.57	1.000	1.000	4.50	309.48	1.45	STOOM	
430	-0.08	4.48	0.21	0.00	4.57	1.000	1.000	4.50	309.48	1.45	STOOM	
440	-0.08	5.08	-0.21	0.00	5.17	1.000	1.000	5.09	300.18	1.70	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 6 (EXP) L6=L4-L5

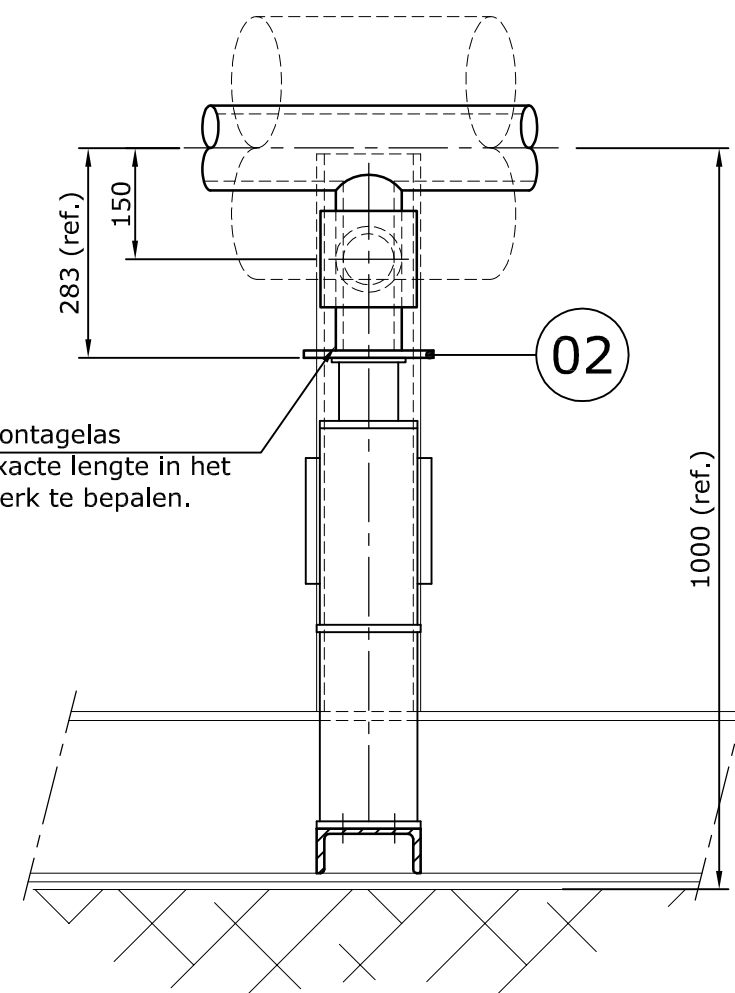
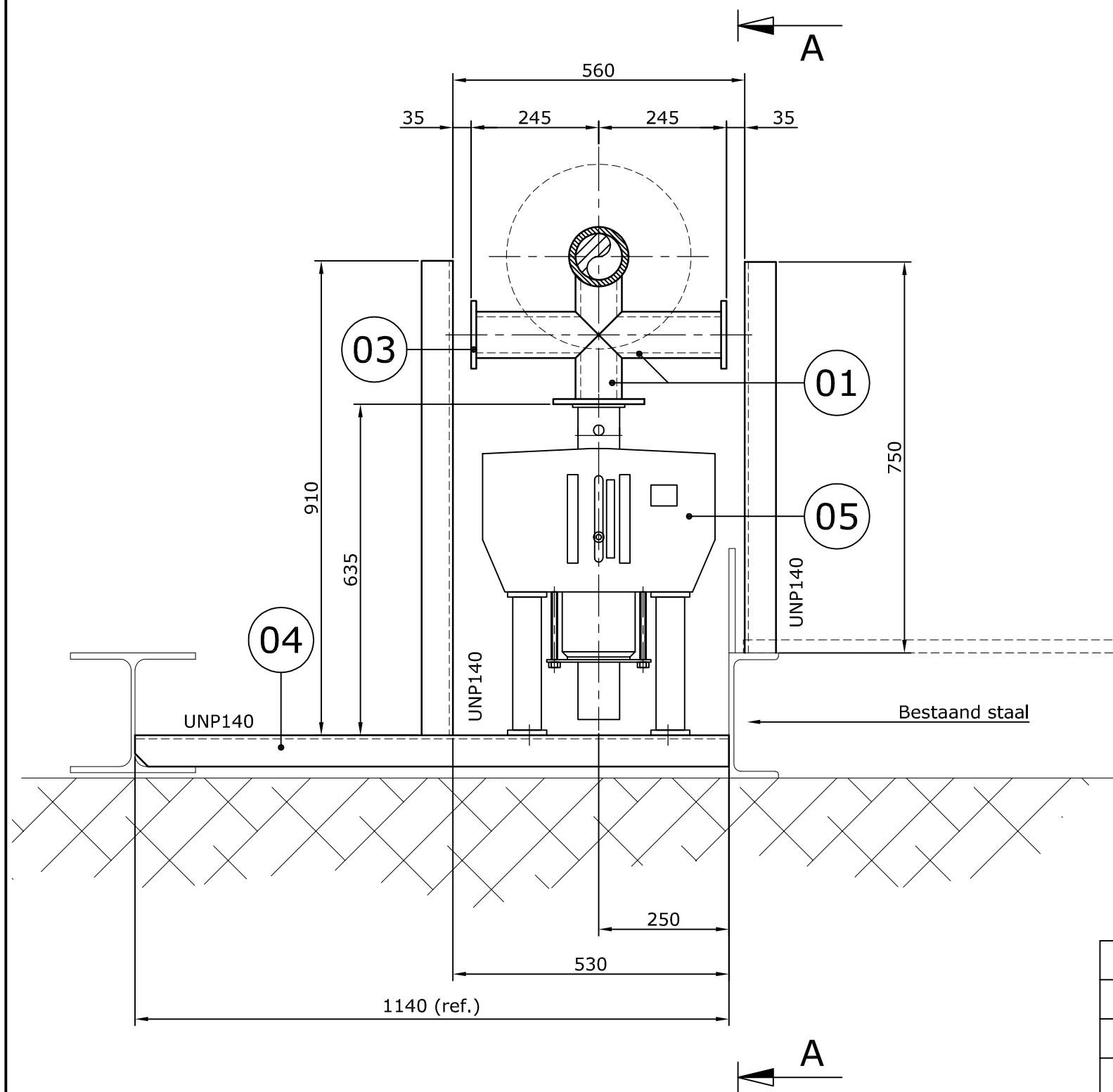
NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
440	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
450	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
450	-0.08	5.36	0.21	0.00	5.45	1.000	1.000	5.38	299.21	1.80	STOOM	
460	-0.08	5.61	-0.21	0.00	5.71	1.000	1.000	5.63	302.47	1.86	STOOM	
460	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
470	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	STOOM	
470	-0.08	5.90	0.21	0.00	5.99	1.000	1.000	5.91	308.31	1.92	STOOM	
478	-0.08	5.93	-0.21	0.00	6.02	1.000	1.000	5.95	308.76	1.93	STOOM	
478	-0.08	5.93	0.21	0.00	6.02	1.000	1.000	5.95	308.76	1.93	STOOM	
479	-0.06	5.68	-0.75	0.00	5.93	1.000	1.000	5.87	309.20	1.90	STOOM	
479	-0.06	5.68	0.75	0.00	5.93	1.000	1.000	5.87	309.20	1.90	STOOM	
480	-0.01	5.35	-0.85	0.00	5.62	1.000	1.000	5.61	309.52	1.81	STOOM	
480	-0.01	5.35	0.85	0.00	5.62	1.000	1.000	5.61	309.52	1.81	STOOM	
488	-0.01	1.91	-0.85	0.00	2.56	1.000	1.000	2.55	291.34	0.88	STOOM	
488	-0.01	1.91	0.85	0.00	2.56	1.000	1.000	2.55	291.34	0.88	STOOM	
489	-0.00	0.23	-1.21	0.00	2.43	1.000	1.000	2.43	289.36	0.84	STOOM	
489	-0.00	0.23	1.21	0.00	2.43	1.000	1.000	2.43	289.36	0.84	STOOM	
490	0.00	2.11	-0.74	0.00	2.59	1.000	1.000	2.58	288.56	0.90	STOOM	
490	0.00	2.11	0.74	0.00	2.59	1.000	1.000	2.58	288.56	0.90	STOOM	
500	0.00	5.82	-0.74	0.00	6.01	1.000	1.000	6.00	288.43	2.08	STOOM	
500	0.00	5.82	0.74	0.00	6.01	1.000	1.000	6.00	288.43	2.08	STOOM	
510	0.00	1.20	-0.14	0.00	1.24	1.000	1.000	1.23	340.07	0.36	STOOM	

CAESAR II Ver.5.10.03, (Build 090206) Date: SEP 4, 2010 Time: 15:7
 Job: C:\DATA\JGROTENS\MY DOCUMENT...\36SBO10BR002 HERONTWERP REV00
 Licensed To: BUREAU VERITAS -- ID #19337

STRESSES EXTENDED REPORT: Stresses on Elements
 CASE 6 (EXP) L6=L4-L5

NODE	Axial Stress N./sq.mm.	Bending Stress N./sq.mm.	Torsion Stress N./sq.mm.	Hoop Stress N./sq.mm.	Max Stress Intensity N./sq.mm.	SIF In Plane	SIF Out Plane	Code Stress N./sq.mm.	Allowable Stress N./sq.mm.	Ratio %	Piping Code	
510	0.00	1.26	0.15	0.00	1.30	1.000	1.000	1.30	330.02	0.39	STOOM	
120	0.00	2.58	-0.12	0.00	2.59	2.295	2.295	2.64	328.32	0.80	STOOM	

Bijlage F

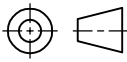


Doorsnede A-A

Opmerkingen:

- Support voor K35 & K36.
- Leuningwerk bordes aanpassen.
- Leidingisolatie verwijderen en na montage opnieuw aanbrengen.
- Trunnions voorzien van ontluchtigsgaten op het laagste punt.



05	2	Lisega CS type 163215	-	-
04	1	UNP140	L= 6000mm	S235
03	4	Vierkante plaat EN 10216-2	130x130 t= 10mm	P265GH
02	2	Vierkante plaat EN 10216-2	175x175 t= 10mm	P265GH
01	1	Naadloze pijp EN 10220	Ø88.9x10mm L= 2000mm	16Mo3
Pos.	Aant.	Omschrijving	Afmetingen	Materiaal
E				
D				
C				
B				
A	4/9/2010	Definitief	JGr	
-	31/3/2010	Eerste uitgave	JGr	
Rev.	Datum	Omschrijving	Getek.	
 Bureau Veritas Computerweg 2 3821 AB Amersfoort Nederland www.bureauveritas.nl				Titel Afval Energie Bedrijf Herontwerp stoomleiding ketel 35 & 36
Project 4.09.0517		Schaal 1:10	Dim. mm	
Kader Document nr. A3 - 4.09.0517.T01				Blad van 1 1