

Offshore Engineering van ondernemend ontwerpen tot wetenschappelijke waagstukken

Intreerede

Prof. Ir. C.A. Willemse MBA



10 september 2008

Offshore Engineering

van ondernemend ontwerpen tot
wetenschappelijke waagstukken

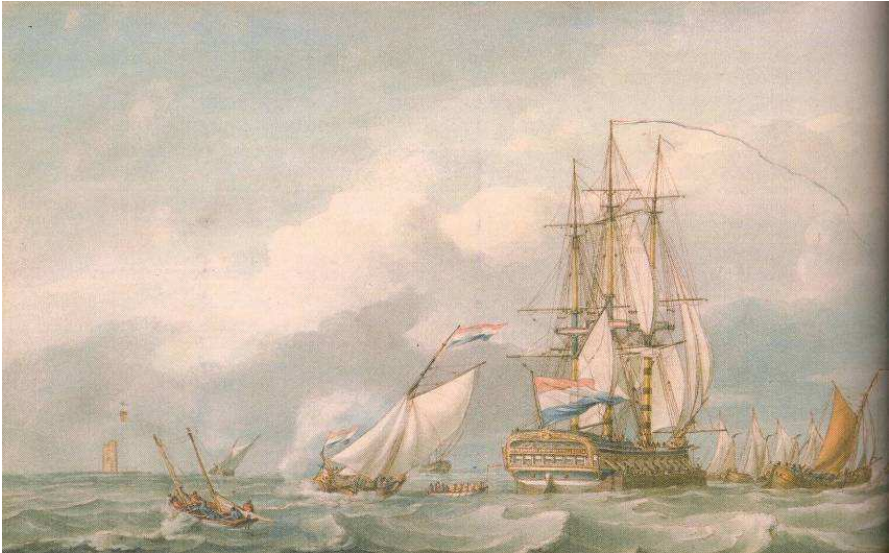
Rede uitgesproken door

Kees Willemse

op woensdag 10 september 2008 ter gelegenheid van zijn ambtsaanvaarding als hoogleraar in de Faculteit Civiele Techniek & Geowetenschappen en de Faculteit Werktuigbouwkunde, Maritieme Techniek & Technische Materiaalwetenschappen om werkzaam te zijn op het gebied “Offshore Engineering”

Mijnheer de Rector Magnificus, leden van het College van Bestuur, Collegae hoogleraren en andere leden van de universitaire gemeenschap, zeer gewaardeerde toehoorders, dames en heren,

De reis duurde 12 maanden en de positie werd bepaald met het sextant. De route voer via de Golf van Biscaye, West Afrika en Kaap de Goede Hoop naar India om uiteindelijk in het Koninkrijk Siam aan te komen. Het laatste deel van de reis ging per olifant.



Afbeelding 1: VOC schepen op weg naar de Oost.

Wij schrijven 1604. De koopwaar van de VOC werd door de koning van Siam heel interessant gevonden, maar waar die VOC nu eigenlijk vandaan kwam wist de koning niet. En het hielp ook niet dat de Portugese Jezuïeten, die ons in dat deel van de wereld net vóór waren, de koning vertelden dat Nederland helemaal niet bestond. De koning besloot een tegenbezoek te laten brengen, en zo ontving Prins Maurits in 1608 een Siamese handelsdelegatie. Die bezoekers waren zeer onder de indruk van de Nederlandse technologie, niet alleen van onze waterbeheersing, maar ook van een nieuwe uitvinding, de telescoop. Net in dat jaar had een zekere Hans Lipperhey (afbeelding 2) uit Middelburg in Den Haag een octrooi aangevraagd op een instrument waarmee men “*seer verre alle dingen can sien al oft die naer by waeren*”.

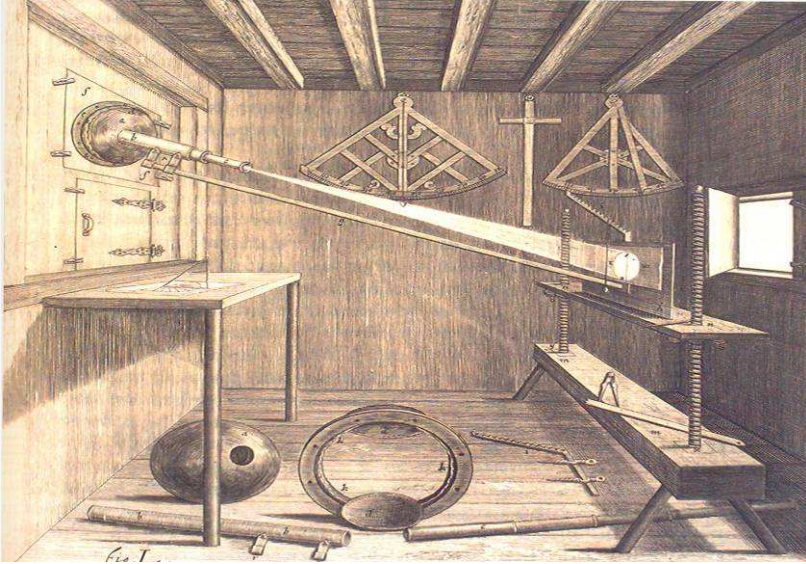
Hij gaf demonstraties hoe men vanaf een Haagse toren de wijzerplaat van de Oude kerk in Delft kon zien en dat werd het gesprek van de dag in Den Haag, waar Prins Maurits juist de laatste onderhandelingen voerde over het Twaalfjarig Bestand en waar alle Europese monarchieën waarnemers naartoe hadden afgevaardigd.



*Afbeelding 2: Hans Lipperhey,
octrooi op de telescoop A.D.1608*

Zo kwam het dat het nieuws over deze uitvinding zich heel snel verspreidde in Europa en dat Galileo daar enkele maanden later al mee aan de slag ging om de manen van Jupiter te ontdekken. Maar dit terzijde. De basis voor de Nederlandse reputatie in Thailand was gelegd en toen driehonderd jaar later, in 1898, de Thaise koning Chulalongkorn een bezoek bracht aan Nederland werd opnieuw de Nederlandse expertise gezocht. De koning vroeg aan onze Koningin Wilhelmina om een expert in waterbeheersing naar zijn land te sturen om te helpen bij het opzetten van een irrigatiesysteem rondom Bangkok. Dat is inmiddels ook al weer meer dan 100 jaar geleden en de door hem ontworpen sluizen werken nog steeds naar tevredenheid. Het motto van dit stukje geschiedenis: *technologie en vernieuwing als pijlers om een vooraanstaande positie te blijven innemen in een steeds veranderende wereld.*

Voor Offshore Engineering geldt deze noodzaak voor steeds nieuwe technologie wel in het bijzonder.



*Afbeelding 3: Technologie en vernieuwing om in alle tijden
vooraan te blijven staan in een veranderende wereld.*

Schaalvergroting in de Offshore.

De Offshore kenmerkt zich door begrippen als groot, zwaar en diep. Kijk bijvoorbeeld naar de afmeting van een offshore heipaal (afbeelding 4), in vergelijking met de betonnen paal die op het land in gebruik is. De draagkracht van de offshore paal is 25-50 x zo groot. Of naar de bovenbouw van een olieplatform die veelal in modules wordt gefabriceerd en vervoerd. Deze modules hebben elk een gewicht van soms meer dan 10.000 t, en dat kan in één keer door een kraanschip worden geplaatst (afbeelding 5). Zo'n gewicht van 10.000t komt overeen met het gewicht van 4 Olympische zwembaden op elkaar! Andere illustraties van de grootschaligheid in de offshore vindt u in afbeelding 6 en 7.



Afbeelding 4: Offshore heipalen met diameters van ca 2m.

Deze schaalvergroting is slechts mogelijk dankzij ontwerpen met ondernemerschap en durf, en gebruik makend van de voortgang van de wetenschap, die het de Offshore industrie mogelijk maakt om telkens haar grenzen te verleggen. Dit is dan ook het thema van deze oratie.



Afbeelding 5: Plaatsing van module op de onderbouw.



*Afbeelding 6 Boven: Spar voor Diana Hoover project in Golf van Mexico
Onder: Bullwinkle tower voor Golf van Mexico (zwaarste jacket ooit: ca 55.000t)*



*Afbeelding 7 Boven: Transport van een semisub van Singapore naar Brazilië
Onder: Ontmanteling van Brent Spar in een Noorse fjord*

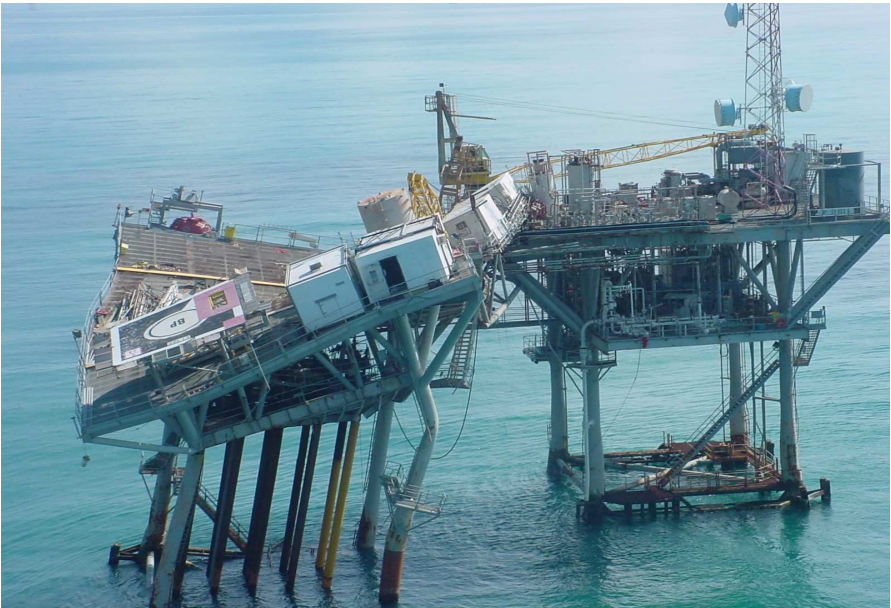
Vaak wordt er op de grenzen van het technisch kunnen geopereerd, en soms worden die grenzen wel eens overschreden zoals de volgende plaatjes illustreren, die laten zien dat het ook wel eens fout gaat. Zoals bij de loadout van een module (afbeeldingen 8a en 8b), of bij het ballasten van een semisub (afbeelding 9). Ook kan er grote ravage ontstaan ten gevolge van een orkaan (afbeelding 10). U zult zich kunnen voorstellen dat dit enorme schadeposten zijn, om nog maar te zwijgen van het eventuele verlies van mensenlevens. Het is dus van imminent belang om de technische uitdagingen van de Offshore te ondersteunen met solide ontwerpknis en wetenschappelijk inzicht in allerlei vakgebieden.



Afbeelding 8a en 8b: Module loadout die fout gaat.....



Afbeelding 9: Instabiliteit van een semisub

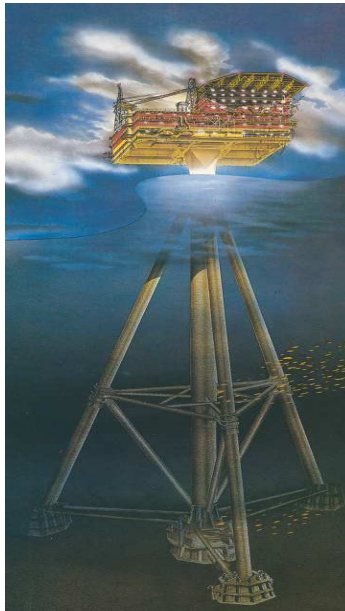


Afbeelding 10: Platform met schade door een orkaan

Steeds dieper.

Toen ik als jong ingenieur van de TU Delft in de Offshore branche begon te werken aan een innovatief diepwater platform was 300 meter zeer diep.

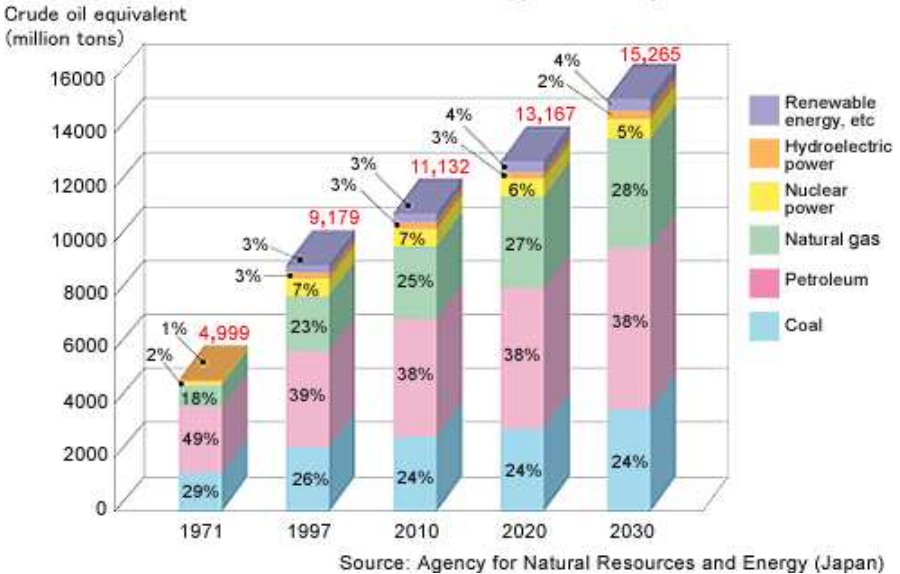
Het Tripod Tower Platform, beter bekend als de TTP, werd ontwikkeld voor het Trollveld in Noorwegen in 340 m waterdiepte, terwijl tot dan toe de grootste platforms in de Noordzee in ca 150 – 180 m waterdiepte stonden.



*Afbeelding 11: Tripod Tower Platform (TTP)
concept voor diep water (ca 300 m)*

De TTP werd ontworpen met een probabilistische vermoeiingsberekening, iets nieuws in die tijd, en dat resulteerde in buizen met een diameter van 8–15 m en wanddiktes van 120–160 mm! Vervolgens moesten speciale lastechnieken worden ontwikkeld om deze constructie te kunnen fabriceren, en deden we modelproeven voor een uitgekende drijvende assemblage, want voor assemblage op het land was de constructie veel te groot en te zwaar. Dat was dus voor 300 m waterdiepte. En nu, 25 jaar later, spreken we over olie en gaswinning op zo'n 3000 m waterdiepte.

De wereldenergiebehoefte neemt exponentieel toe en de offshore industrie speelt daar op verschillende manieren op in.



Afbeelding 12: De wereldenergiebehoefte neemt snel toe.

Allereerst worden de bestaande velden meer leeg gepompt dan voorheen mogelijk of rendabel was. Tevens worden velden in steeds dieper water geëxploiteerd, o.a. bij Amerika, Zuid-Amerika en West-Afrika. Voorts wordt er in streken met een zeer ruig klimaat, zoals de poolgebieden, nu ook al steeds meer activiteit ontlood, gedreven door de vraag naar nieuwe energiebronnen en geholpen door de hoge olieprijs. En tenslotte worden de alternatieve energiebronnen, zoals offshore windenergie, ook op steeds grotere schaal toegepast. Hierover, en over het werken in arctische gebieden later meer. Nu zal ik eerst ingaan op de steeds toenemende waterdiepte en de rol die technologie en wetenschap daarbij spelen. En passant komen dan ook verschillende promotieonderzoeken ter sprake die bij de vakgroep Offshore Engineering plaatsvinden.



Afbeelding 13: Vasco da Gama bezig met “rainbowing” nabij Dubai.

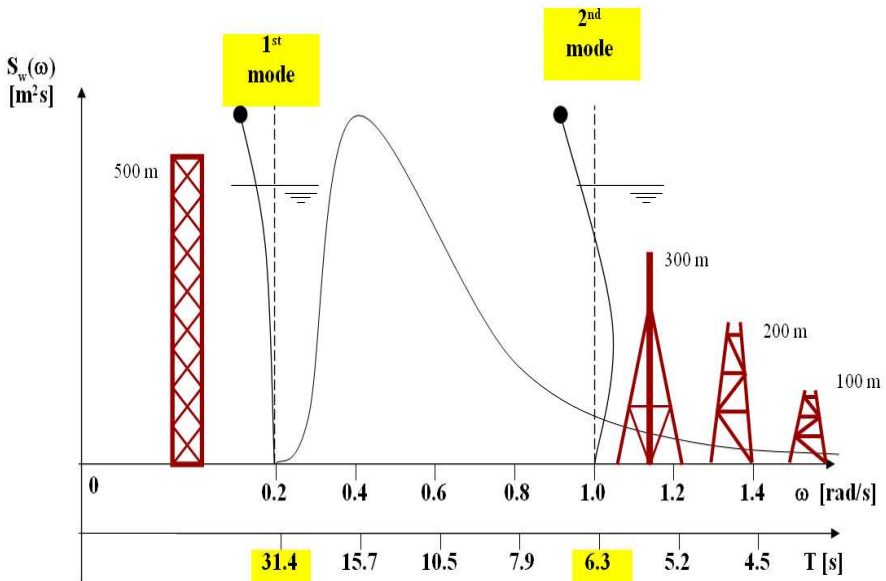
Terzijde wil ik hier vermelden dat ik het onderzoek dat bij Dredging Engineering plaats vindt vandaag niet zal bespreken, alhoewel dit vakgebied ook een belangrijk onderdeel vormt van onze Offshore Engineering activiteiten (afbeelding 13). Maar ik wil de nieuwe hoogleraar Baggertechniek, die volgende maand zijn intrede hoopt te houden, niet het gras voor de voeten wegmaaien. (of moet ik zeggen: “de grond onder de voeten wegbaggeren”?)



Afbeelding 14: Compliant tower op weg naar 500 m waterdiepte.

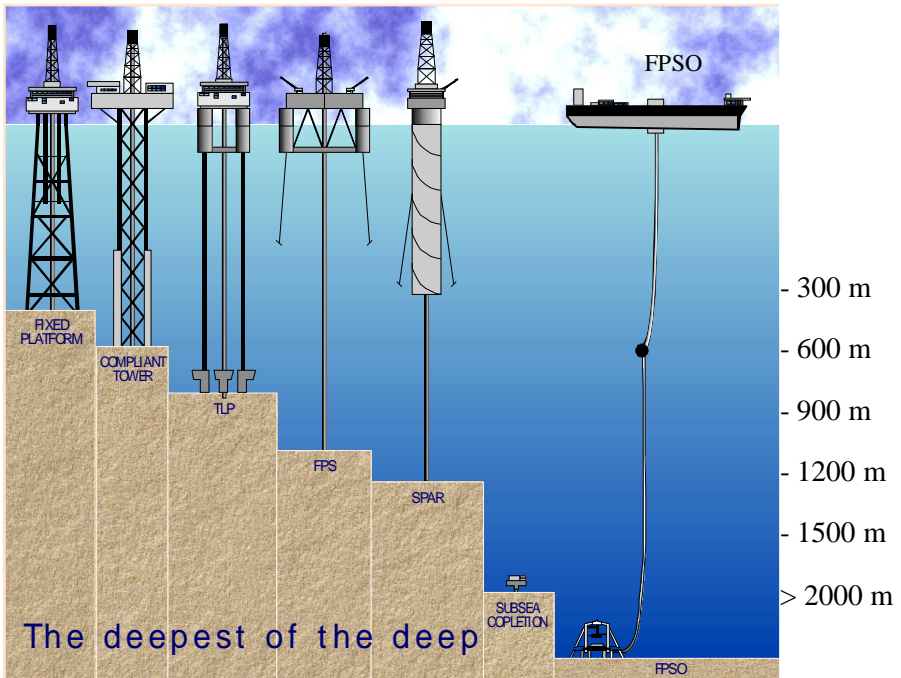
Er zijn steeds nieuwe concepten nodig om in almaar grotere waterdiepte te kunnen werken. Voor dieper water wordt het bijvoorbeeld steeds moeilijker om een vaste constructie voldoende stijf te maken; de eigen frequentie van het platform beweegt dan steeds meer in de richting van de piek van het golfenergiespectrum (afbeelding 15). Bij een zekere waterdiepte is het dan economischer om een “compliant tower” te ontwerpen, een constructie die kan meebewegen op de golven. Daarbij is het van belang dat zijn 1^e eigenfrequentie voldoende laag is om buiten het energiespectrum van de golven te vallen, en de 2^e eigenfrequentie voldoende hoog om ook niet geëxciteerd te worden.

Hier is een delicate balans die met geavanceerde dynamicaberekeningen moet worden geoptimaliseerd. Dankzij deze uitgekende berekeningsmethode is het mogelijk gebleken om een dergelijke constructie daadwerkelijk te realiseren, zoals bijv. in de Golf van Mexico, in een waterdiepte van bijna 500 m. (afbeelding 14). De constructie op de foto woog ruim 25.000 t, maar als deze als een conventionele stijve constructie ontworpen zou zijn zou de hoeveelheid staal zeker nog 50% hoger zijn geweest.



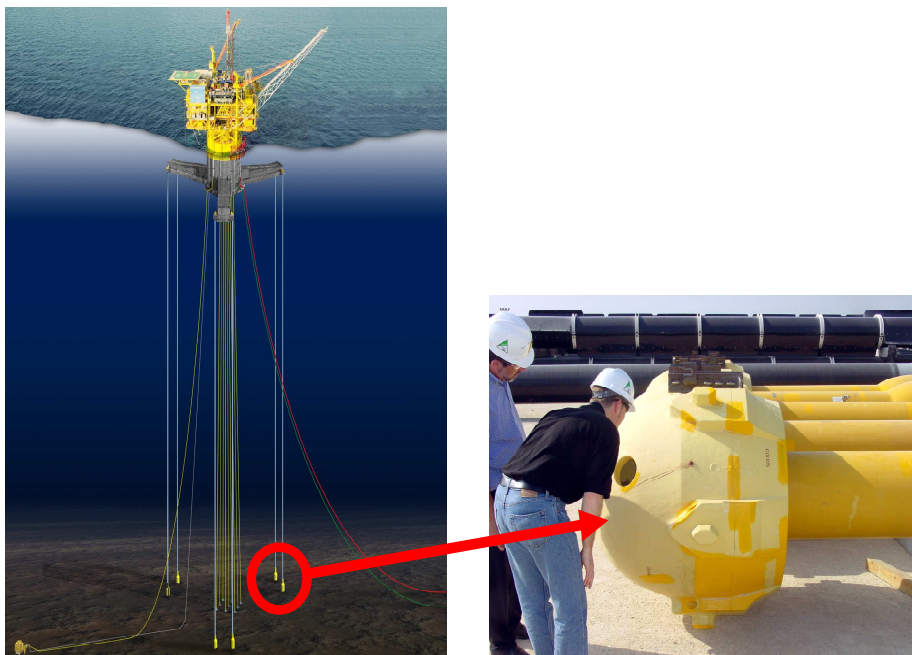
Afbeelding 15: Golfspectrum en eigenfrequentie van een “Compliant tower”

De volgende stap in dieper water zijn de drijvende olie- en gas platforms, zoals bijv. het Tension Leg Platform en de Semisubmersible Anchored Floater (afbeelding 16).

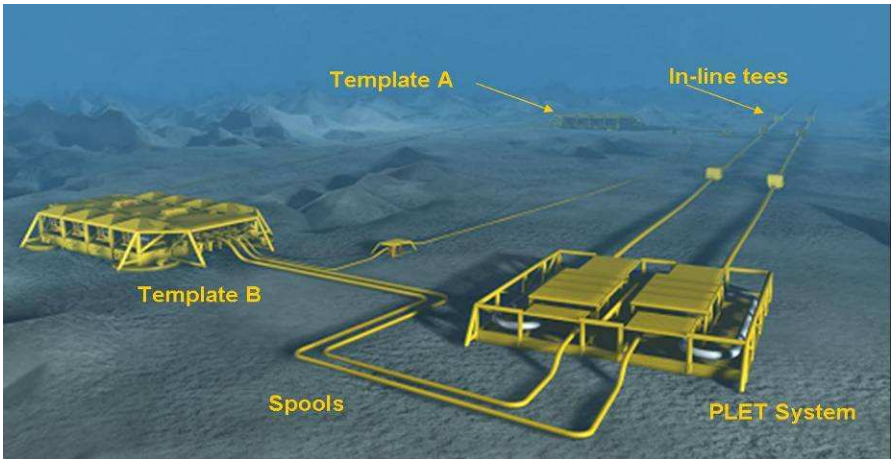


Afbeelding 16: Various concepts for ever deeper water

Aan de TU is veel studie gedaan naar het hydrodynamisch gedrag van deze constructies. De TLP bijvoorbeeld (afbeelding 17), wordt met grote staalkabels (“tendons”) aan de zeebodem voorgespannen verankerd – zonder deze voorspanning zou het drijvende lichaam niet eens stabiel zijn. Er zijn dus gecompliceerde rekenmodellen nodig om het bewegingsgedrag van een dergelijk concept te kunnen voorspellen. Constructie niet eens stabiel zijn. Voor nog dieper water is het terrein van de Subsea Engineering ontwikkeld. (afbeelding 18).

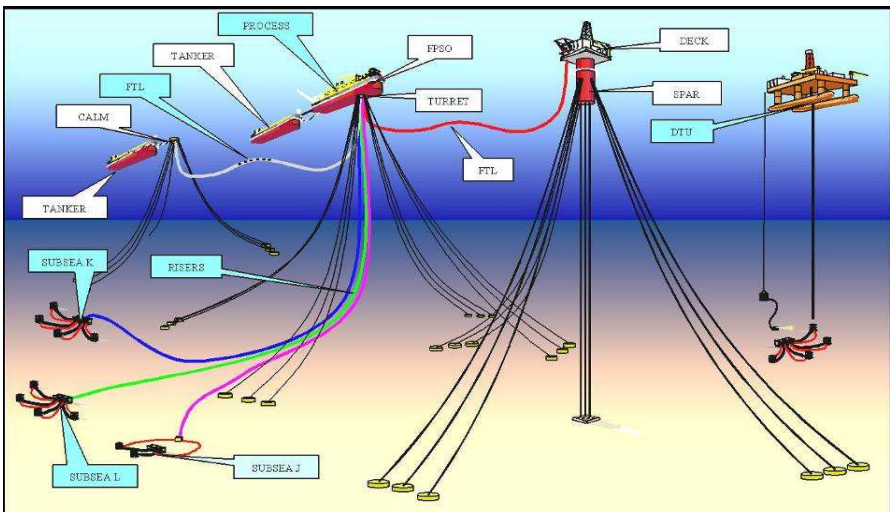


Afbeelding 17: Tension Leg Platform (TLP) voor > 1000 m waterdiepte met detail van een “tendon”



Afbeelding 18: Putten, afsluiters en pijpleidingen op de zeebodem

De meeste systemen, putten, pompen, afsluiters etc. worden daarbij op de zeebodem geplaatst en uiteindelijk worden de gewonnen voorraden olie en gas gebundeld en met een centrale leiding (“riser”) naar het zeeoppervlak gebracht en verzameld in bijvoorbeeld een Floating Production and Storage Unit (FPSO) (afbeelding 19).



Afbeelding 19: Subsea systemen met diverse mogelijkheden voor drijvende opslag op de waterspiegel.

Stelt u zich eens voor: een uitgebreid netwerk van afsluiters, pompen en leidingen op duizenden meters waterdiepte. Op deze dieptes kunnen duikers natuurlijk al lang niet meer werken dus er zijn onderwater robots ontwikkeld (ROV's) die inspecties en mechanische handelingen kunnen doen om het subsea netwerk draaiende te houden (afbeelding 20).



Afbeelding 20: Remotely Operated Vehicle (ROV) voor 3000 m waterdiepte.

En voor de “risers” waarmee de olie- en gasvoorraden vanaf de zeebodem naar het zeoppervlak worden gevoerd is op de TU bij onze Offshore vakgroep fundamenteel onderzoek gaande naar het zogenaamde “VIV” verschijnsel, de Vortex Induced Vibrations”



Afbeelding 21: Vortex wervels die trillingen kunnen veroorzaken in een riser

Deze risers zijn buizen met een diameter van 40-70 cm en een lengte van meer dan 1000 m. Een dergelijke buis kan in trilling worden gebracht door vortex wervels (afbeelding 21). In ons promotieonderzoek is een “wake oscillator model ontwikkeld waarmee met gekoppelde, niet-lineaire differentiaalvergelijkingen de bewegingen van de riser kunnen worden gesimuleerd en voorspeld. Zo kan worden voorkomen dat de riser in resonantie raakt en eventueel breekt, wat grote kosten en ook grote milieuschade zou kunnen veroorzaken.

Ontwikkelingen in pijpleidingen.

Ook op het terrein van de pijpleidingen worden regelmatig grenzen verlegd. Ik heb het voorrecht gehad om midden jaren '80 nauw betrokken te zijn geweest bij de bouw van een nieuw type pijpenlegger, de Lorelay (afbeelding 22).



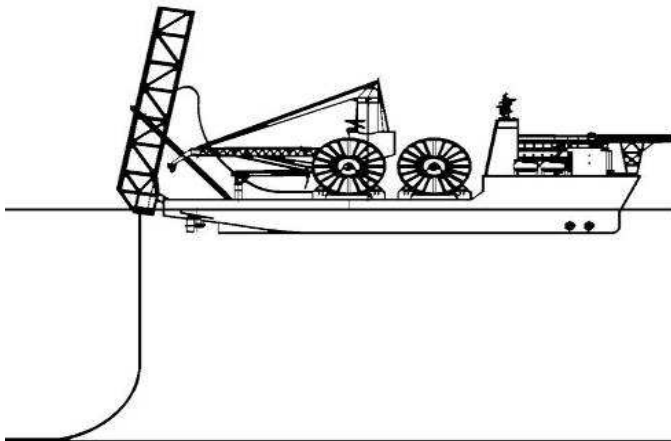
Afbeelding 22: Lorelay – de eerste pijpenlegger met dp-systeem

Dit was het eerste schip dat ontworpen werd om pijpen te leggen met een dynamisch positioneringssysteem (dp). Om dit geheel nieuwe concept uit te werken moesten er allerlei modelproeven worden uitgevoerd en moest een dp systeem inclusief voortstuwingsinstallatie worden ontwikkeld dat niet alleen het schip op zijn plaats zou houden tijdens stroming en storm, maar daar bovenop een grote trekkracht moest leveren om de pijpleiding onder spanning te houden, omdat die anders zou knikken.

Het project werd een voorbeeld van ondernemend ontwerpen en grensverleggende wetenschap. Inmiddels is het concept ruim bewezen en verder toegepast met alweer een aanzienlijke schaalvergroting.

Pijpleidingen worden nu al regelmatig gelegd op diepten van 1000-2000 m. Een van de methodes om zulke pijpen te leggen is het zogenaamde “reeling”, waarbij de pijp op een grote spoel op het land wordt gerold om dan door een schip op de zeebodem te worden afgerold. De pijpenlegger op de foto (afbeelding 23)

kan 190 km pijp meenemen met een diameter van 4 inch (100 mm), maar ook 10 km pijp met een diameter van 18 inch (450 mm). Is het niet onvoorstelbaar dat zulke grote stalen pijpen kunnen worden opgerold? Nader onderzoek naar buiging in pijpleidingen is derhalve zeer relevant.



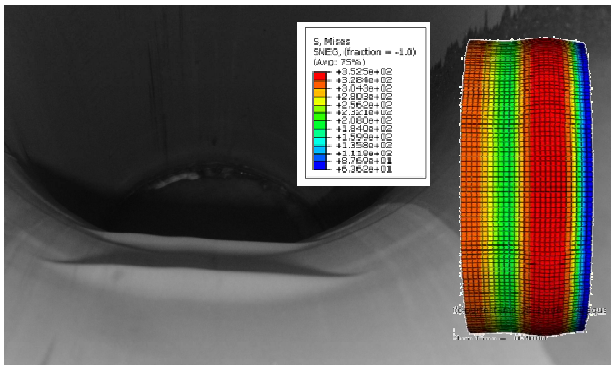
Afbeelding 23a en 23b: Pijpenleggen volgens de 'reeling' methode

Ondertussen zijn er ook ontwikkelingen in het ontwerp van de pijp zelf. Voor diepe olie- en gasreservoirs komt er namelijk veel corrosief materiaal mee naar boven en dat geldt ook voor bestaande bijna lege velden waar men nog extra olie en gas uit probeert te pompen. Derhalve kan het aantrekkelijk zijn om te werken met twee pijpen in elkaar: de binnenpijp wordt dan gemaakt van corrosiebestendig materiaal, terwijl de buitenpijp voor de sterkte zorgt (afbeelding 24).

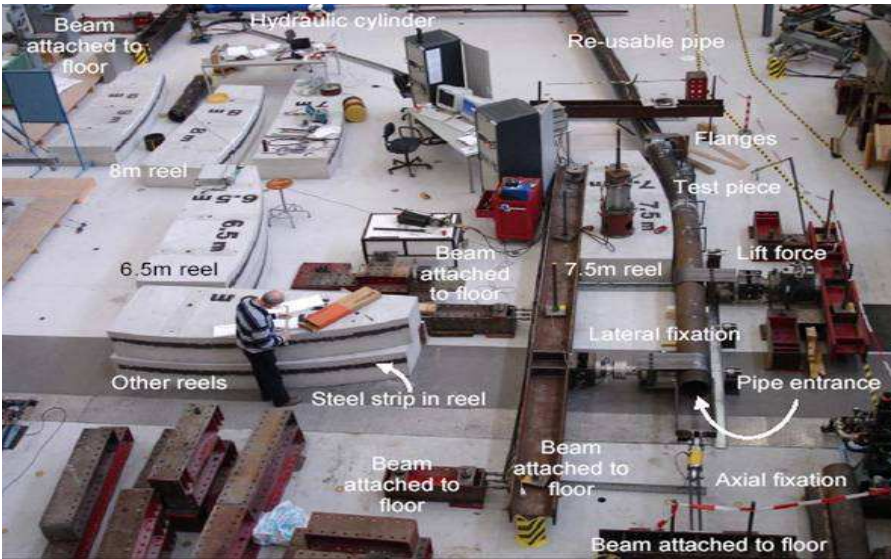


Afbeelding 24: Dubbelwandige pijp

U kunt zich voorstellen dat zich bij het oprollen (“reelen”) van een dergelijke dubbelwandige pijp grote buig- en plooispanningen kunnen voordoen. In onze TU laboratoria hebben we hiermee grootschalige experimenten gedaan en onze promovendi zijn hiervoor nieuwe analytische en numerieke mechanische modellen aan het ontwikkelen.



Afbeelding 25: Plooi in dubbelwandige buis en numeriek model met spanningsverdeling



Afbeelding 26: Proefopstelling van tight-fit-pipe

Op de foto (afbeelding 26) ziet u een opstelling in ons Stevinlaboratorium waarbij een 12 inch dubbelwandige pijp wordt gebogen om een spoel met een diameter van 7.5 meter. Bij een zekere belasting ontstaat plooi van de binnenste pijp (afbeelding 25), en via numerieke modellen worden deze verschijnselen nu verklaard, waardoor straks beter berekend kan worden welke pijpen, diameters en wanddiktes voor opspoelen in aanmerking komen.

Hier wordt fundamentele wetenschap ingezet om een praktische toepassing mogelijk te maken, waarmee uiteindelijk dus bestaande velden langer kunnen worden geëxploiteerd en ook diepere olie- en gasvoorraden op een meer rendabele manier kunnen worden gewonnen.

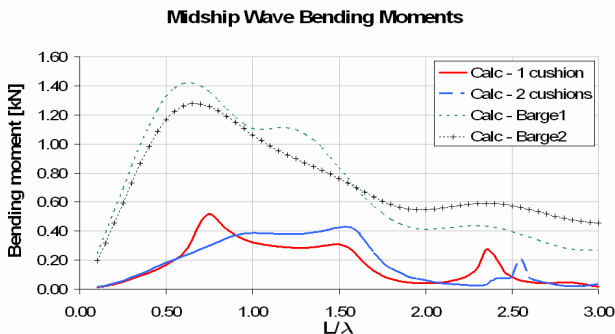
Onderzoek naar megafloaters.

Een ander promotieonderzoek waarbij een wetenschappelijke benadering wordt ingezet voor een praktische toepassing heeft betrekking op de zogenaamde megafloaters. Dit zijn zeer grote kunstmatige drijvende eilanden die kunnen worden ingezet voor bijv. airports, havens, sportfaciliteiten en huisvesting.



Afbeelding 27: Megafloater in Tokyo Bay

In Tokyo Bay is een dergelijke drijvende airport gebouwd met een breedte van 121 m en een lengte van 1 km (afbeelding 27). Omdat het drijvende constructies zijn, zijn ze milieuvriendelijk en minder gevoelig voor o.a. aardbevingen. Ons onderzoek bij de TU spits zich toe op mega-floaters met luchtkussens, waardoor het bewegingsgedrag op het water sterk wordt verbeterd (afbeelding 28).



Afbeelding 28: Buigende momenten voor megafloaters met en zonder luchtkussens.

Met 3-dimensionale diffractietheorie is door onze promovendi berekend dat de buigende momenten in de megafloater door het luchtkussen met meer dan 50% gereduceerd kunnen worden.

Offshore windenergie.

Offshore Engineering houdt zich ook bezig met nieuwe vormen van energie productie, zoals de Offshore Windenergie.

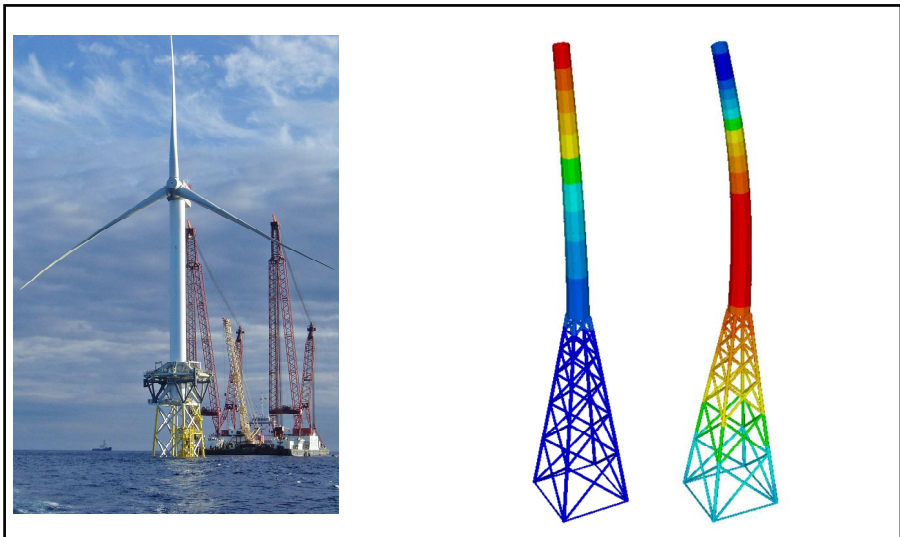
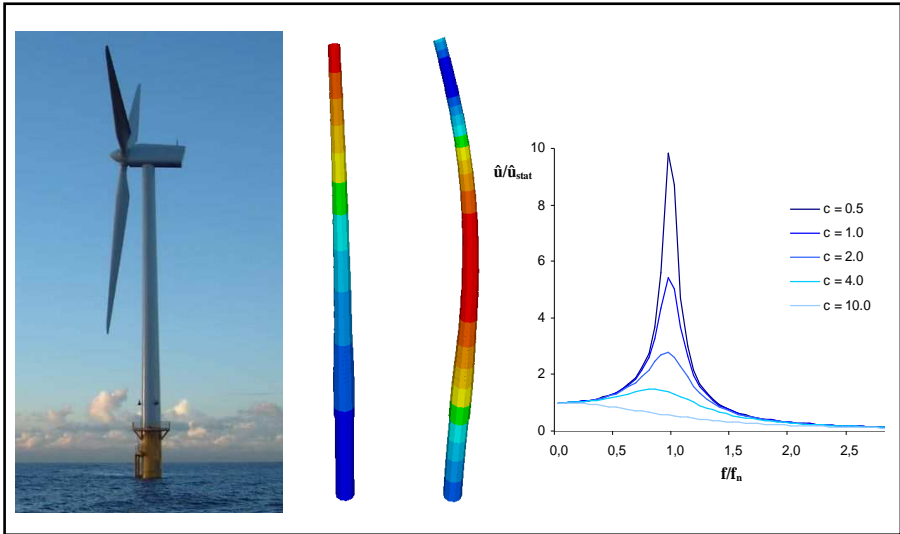


Afbeelding 29: Offshore windmolenpark bij Egmond aan Zee

Op het land is de ruimte voor deze moderne windmolens schaars, maar ook vlak aan de kust ziet men ze vaak liever niet. Er is dus ook hier een trend naar steeds dieper water, zeg 30 – 50 m.

De bekende enkelvoudige paal met de windturbine krijgt bij dieper water een gecompliceerd dynamisch gedrag door de interactie van de golfexcitatie en de turbinetrillingen. Op de foto (afbeelding 30) ziet u berekeningen van de trillingsvormen van deze monopiles; het verschijnsel van aerodynamische demping speelt een belangrijke rol en vermoeiing is een maatgevende ontwerprichting.

Er zijn dan ook steeds zwaardere ondersteuningsconstructies nodig om te voldoen aan de eigenfrequenties die door de turbinefabrikanten worden geeist. Ook dit onderwerp wordt door onze promovendi diepgaand geanalyseerd.



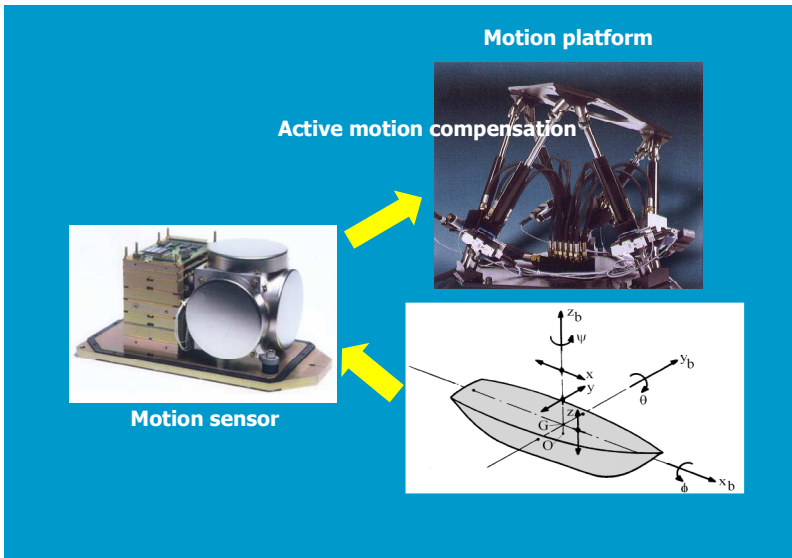
Afbeelding 30: Twee verschillende draagconstructies van offshore windmolens;
 Boven: traditionele monopile; Onder: jacket structure voor dieper water

De Ampelmann

Overigens kan een theoretisch idee ook heel goed leiden tot een praktische uitwerking. Als voorbeeld hiervan moge de Ampelmann dienen, die bij onze Offshore vakgroep aan de TU Delft ontwikkeld is (afbeelding 31).

De probleemstelling was het onderhoud aan windturbines op zee, die met name in de wintermaanden vaak slecht toegankelijk zijn voor de monteurs. Daardoor zijn offshore windturbines soms maandenlang buiten gebruik.

Het idee was om een platform te ontwerpen dat op een schip wordt geplaatst, maar dat ten opzichte van de horizon niet beweegt, door de scheepsbewegingen met een systeem van hydraulische cilinders in zes vrijheidsgraden te compenseren met een actief meet- en regelsysteem.



Afbeelding 31: Principe van de Ampelmann

Nadat de theoretische aspecten van dit mechanisme voldoende waren geanalyseerd is er in onze TU laboratoria een prototype gebouwd en getest en daarna met hulp van de industrie ook een demo op ware grootte. (afbeelding 32)
Deze is op zee getest, onder het waarnemend oog van vele belangstellenden uit de industrie maar ook van de certificeringinstanties.

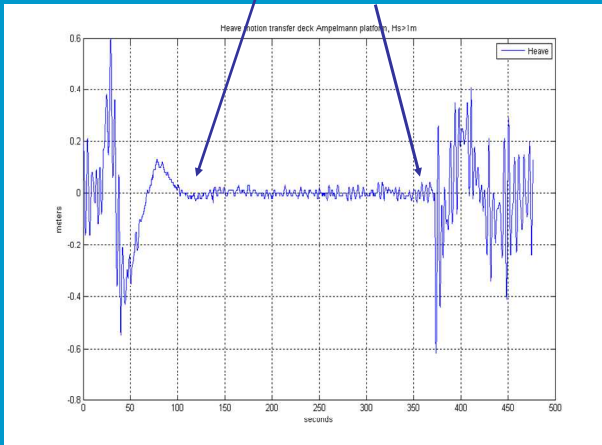


Afbeelding 32: Ampelmann tijdens een offshore test

U ziet hier de meetresultaten (afbeelding 33) waaruit duidelijk blijkt dat de verticale bewegingen van het platform, dat in eerste instantie met het schip meebewoog, door het inschakelen van de actieve deiningcompensatie werd gereduceerd tot niet meer dan enkele centimeters.

Meetresultaten

Ampelmann ingeschakeld...
...en weer uitgeschakeld



Afbeelding 33: Beweging van het Ampelmann platform bij Hg=1.0 m

Hierdoor kunnen onderhoudsmonteurs met hun gereedschapskist veilig overstappen naar de offshore constructie en vooral voor offshore windturbines geeft dat een grote toename van hun effectiviteit. Inmiddels is het idee gepatenteerd en wordt het door een apart bedrijf op de markt gebracht.

Een illustratie van echt ingenieurswerk, waar wetenschap, technisch vernuft en praktische toepassing hand in hand gaan.

Arctic Engineering.

Ik had u beloofd om terug te komen op het onderwerp “arctische gebieden”. Ook hier zijn onze voorvaderen ons voorgegaan.

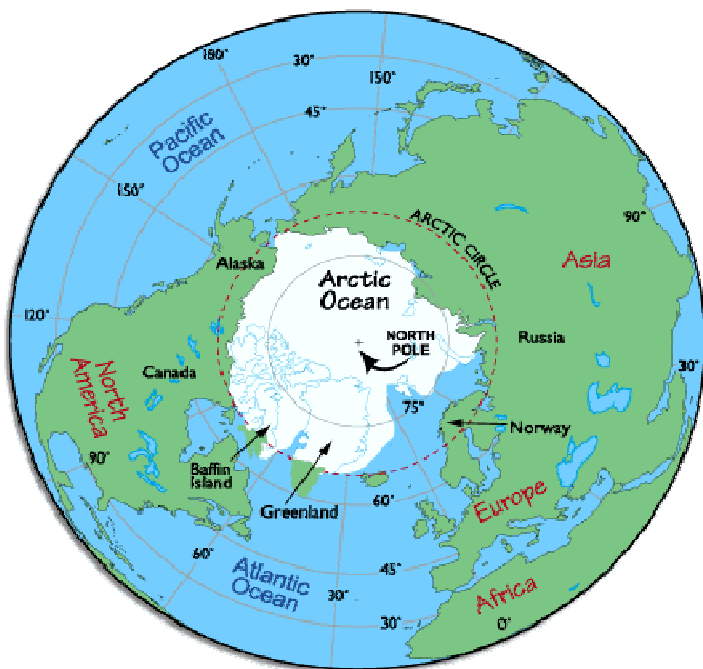
Ongeveer in dezelfde tijd dat de VOC delegatie in Thailand aankwam was Willem Barentsz bezig om een route om de Noord te verkennen (afbeelding 34).



Afbeelding 34: Willem Barentsz aan 't overwinteren op Nova Zembla.

Zoals u bekend is uit de vaderlandse geschiedenis moest hij uiteindelijk overwinteren op Nova Zembla – uitgerekend de plaats waar 400 jaar later grote hoeveelheden gas zijn gevonden en waar de Russische- en Nederlandse regering een samenwerkingsverband hebben gesloten om dit met Nederlandse technologie verder te ontwikkelen. Dit sluit uitstekend aan bij mijn ambities om met onze Offshore Engineering groep, een Centre of Excellence op te zetten met betrekking tot Arctic Engineering. Omdat dit de komende jaren een speerpunt van onze Offshore groep zal zijn wil ik op dit onderwerp wat dieper ingaan.

De schattingen zijn dat de poolgebieden ca 25% van de wereldvoorraad olie- en gas herbergen. Amerika, Rusland, Noorwegen, Denemarken en Canada zijn al jaren verwickeld in een race om controle over het gebied (afbeelding 35). Door het opwarmen van de aarde smelt een deel van het Noordpoolijs, waardoor de grondstoffen toegankelijker worden.



Afbeelding 35: Politiek rondom de Noordpool



Afbeelding 36: Werken onder Arctische omstandigheden

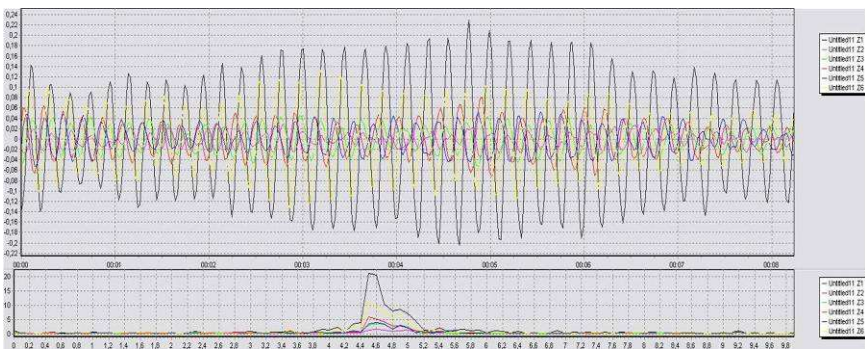
De omstandigheden om hier te werken zijn weliswaar extreem zwaar, maar de hoge olieprijs, gekoppeld aan geopolitieke verhoudingen en de honger naar meer energie brengen deze winning toch steeds dichterbij. En de technologie van vandaag maakt dit ook mogelijk (afbeelding 36).

We hebben bij de TU Offshore Engineering vakgroep al heel wat gerelateerd onderzoek verricht. Ijs heeft een kristallijne structuur en kan zich visco-elastisch danwel bros gedragen. Temperatuur speelt een rol, maar ook de leeftijd van het ijs. Met ijsmechanica en rekenmodellen worden de ijsbelastingen geanalyseerd. Als een ijsschots tegen een vaste of drijvende constructie botst zijn er verschillende bezwijkvormen mogelijk, afhankelijk o.a. van de belastingsnelheid. Bovendien kan er naast een statische kracht ook een dynamisch effect optreden, waarbij het ijs breekt in een frequentie die overeenkomt met de eigenfrequentie van de constructie (afbeelding 37).



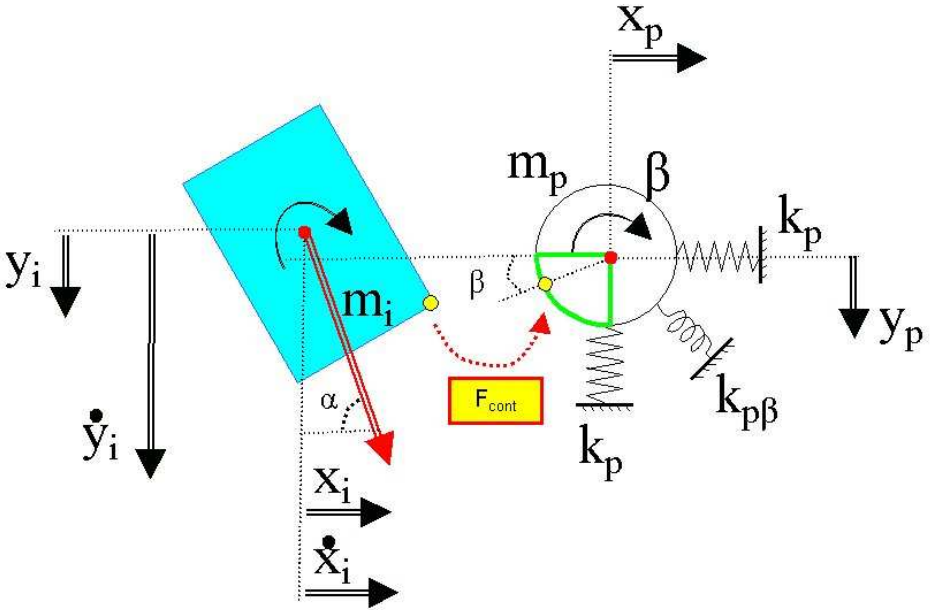
Afbeelding 37: Brekend ijs kan ook dynamische resonantie veroorzaken...

Dit is bijvoorbeeld gemeten bij het Lunskeye platform in Sakhalin. Samen met Shell zijn we een diepgaande analyse aan het maken van deze trillingen die zo heftig kunnen zijn dat ze de operaties van de oliewinning op het platform kunnen verstoren (afbeelding 38).



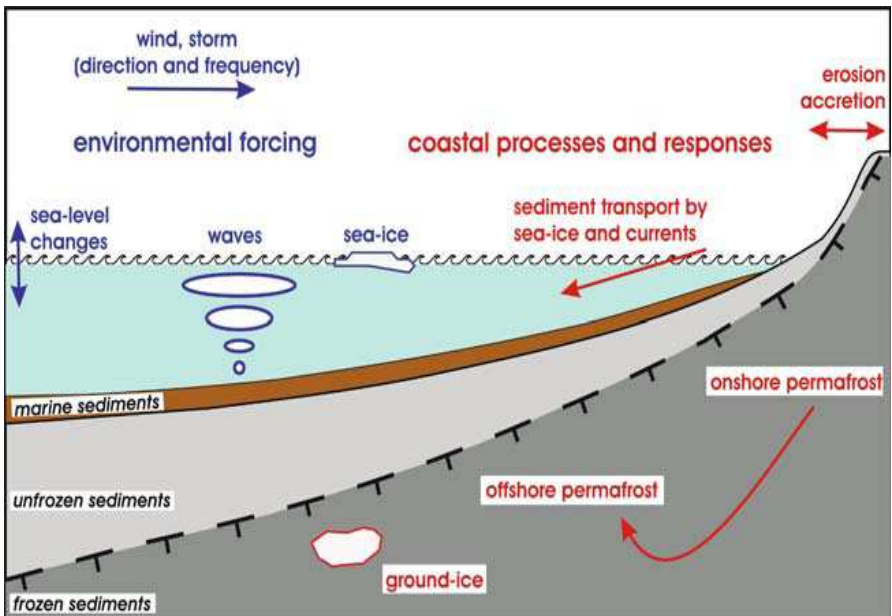
Afbeelding 38: Trillingen door ijs met Fourier analyse onderzocht

Een ander aspect is de aanvaring van een ijsberg. Er zijn rekenmodellen ontwikkeld om de energie en kracht te berekenen die met zo'n aanvaring gepaard gaan (afbeelding 39). In de noordelijk poolzee boven Nova Zembla, zeer terecht de Barentsz genoemd komen per jaar enkele tientallen ijsbergen voor, met volumes van wel een miljoen m³. het topje van zo'n ijsberg steekt slecht 5 – 8 m boven water, maar onderwater steekt hij wel 40 – 50 m diep. Als zo'n ijsmassa frontaal tegen een vaste constructie botst kan de kracht oplopen tot ca 15.000 t. Met ijsmanagement probeert men de ijsberg enigszins van richting te laten veranderen. Een deel van de botsingsenergie wordt daardoor omgezet in rotatie energie en de kracht neemt af tot minder dan de helft.



Afbeelding 39: Mechanisch model van de botsing van een ijsberg.

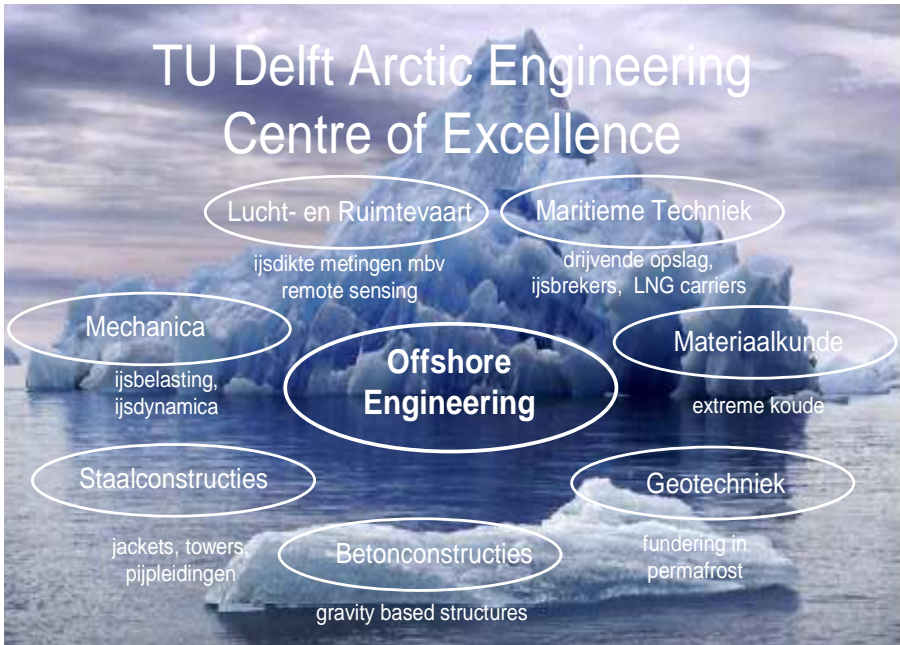
We onderzoeken ook de haalbaarheid van afmeersystemen in de extreme poolwinter en de vormgeving van de constructie op de waterlijn om de ijskrachten te beperken. Tevens analyseren we de complexiteit van LNG terminals in drijfwijs en we ontwerpen constructies die beter bestand zijn tegen de extreme belastingen die zich daar voordoen.



Afbeelding 40: Meer onderzoek is geboden naar offshore permafrost.

En dan is er de problematiek van het funderen in permafrost (afbeelding 40). Het is namelijk zeer gecompliceerd om goede grondmonsters te nemen en representatieve laboratoriumtesten te doen. En natuurlijk is het gedrag van deze grond onder belasting sterk afhankelijk van de temperatuur van deze grondlaag en die is weer seizoensgebonden. Hier moet dus nog veel aanvullende onderzoek aan worden gewijd.

Het staat mij zoals gezegd voor ogen om op het terrein van de “Arctic Engineering” binnen de TU Delft een Centre of Excellence op te bouwen en een gericht onderzoeksprogramma op te zetten, dat met name aansluit op onze sterke ervaring met het ontwerpen van vaste en drijvende offshore constructies. We kunnen daarbij gebruik maken van onze expertise in staal, beton en geotechniek, maar ook van mechanica en hydrodynamica. Ook voor de collega’s van materiaalkunde ligt hier een uitdaging, want bij min 60 graden Celsius gedragen vele materialen zich heel anders dan bij kamertemperatuur. En de faculteit Lucht- en Ruimtevaart kan met haar remote sensing en radar technologie helpen om de ijsdikte te meten en de milieueffecten te monitoren. Want naast de technische uitdaging ligt hier meer dan ooit een kans en een verantwoordelijkheid om het milieu van het Arctische gebied zo voorzichtig mogelijk te benaderen en ecologische rampen te vermijden. Arctic Engineering is een thema waarvoor binnen de Offshore groep reeds veel kennis verworven is, maar wat uiteindelijk TU breed gedragen dient te worden (afbeelding 41).



Afbeelding 41: Arctic Engineering Centre of Excellence bij TU Delft

Interactie tussen Offshore Engineering en andere disciplines.

En daarmee, dames en heren, wordt wel duidelijk geïllustreerd hoezeer de verschillende takken van de wetenschap kunnen samenwerken om tot een optimaal resultaat te komen.

Ik gaf u reeds voorbeelden van interactie tussen Offshore Engineering en de vakgebieden mechanica, dynamica, geotechniek, hydrauliek en meet- en regeltechniek, maar ook van lucht- en ruimtevaart en materiaalkunde. Vandaag maak ik het nog algemener: ik nodig bij deze al mijn collega hoogleraren van de TU Delft uit om na te gaan op welke wijze hun expertise kan worden toegepast binnen de Offshore Engineering. (afbeelding 42)



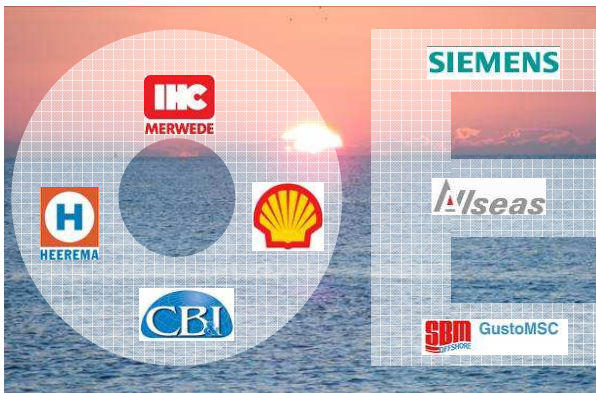
Afbeelding 42: Vele TU leerstoelen kunnen bijdragen aan de offshore.....

Ik zie het als een uitdaging om samen met u de enorm brede en gespecialiseerde kennis binnen de TUD te mobiliseren en aan te wenden in gebieden en op manieren waarvan we vroeger niet gedroomd zouden hebben. Om vooraan te staan met onze kennis van ontwerp en wetenschap en om de maatschappij en de industrie te ondersteunen bij het voortdurend verleggen van onze grenzen.

Bovendien zie ik nog een ander voordeel in deze multidisciplinaire aanpak. Ingenieurs en technenuten, of het nu “fietsenmakers” zijn of “betonboeren”, kunnen soms gevangen raken binnen hun eigen denkraam en hun eigen vakgebied, met het gevaar van een éénzijdige benadering. Dat is ook de reden dat ik onze studenten behalve gedegen technische kennis ook kennis wil bijbrengen op het gebied van marketing, management en contractuele zaken. En een ontwerp waaraan door verschillende disciplines is meegewerkt heeft veelal een breder maatschappelijk draagvlak wanneer naast technische degelijkheid ook is gelet op vormgeving, duurzaamheid en milieuaspecten. Het samenwerken met andere faculteiten is wat mij betreft dan ook zeer welkom. Samen kunnen we daadwerkelijk tot nieuwe, innovatieve oplossingen komen.

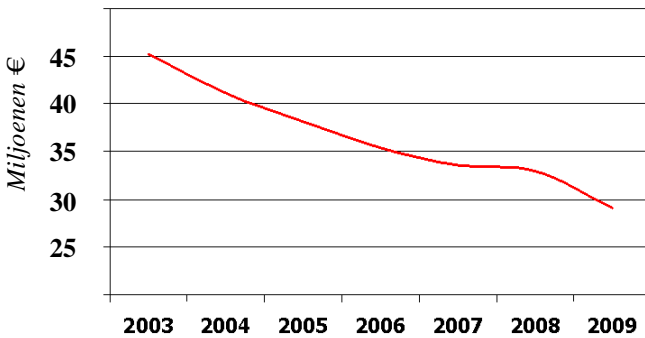
Rol van Overheid en Industrie.

Waarde toehoorders, een nauwe samenwerking tussen TUD en de industrie is van groot belang. Wij hebben elkaar nodig want ons onderwijs en onderzoek moeten inspelen op wat de maatschappij vraagt. Als Offshore Engineering vakgroep hebben wij intensief contact met het bedrijfsleven, via gastcolleges, excursies, afstudeerwerk en onderzoek, en soms door directe financiële ondersteuning (afbeelding 43).

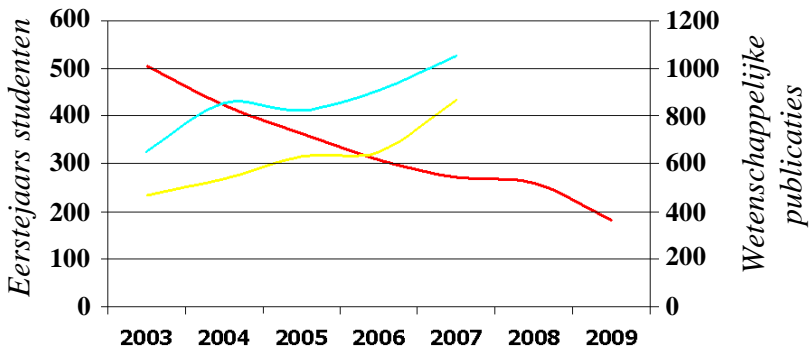


Afbeelding 43: Samenwerking met het bedrijfsleven

Wij waarderen, ja koesteren deze samenwerking die ons in staat stelt om elk jaar weer goede ingenieurs af te leveren en relevant onderzoek te doen. Anderzijds dienen wij toch in voldoende mate de handen vrij te hebben om de wetenschap niet uit het oog te verliezen. En wat dat betreft is een waarschuwing aan het adres van de overheid hier wel op zijn plaats: dames en heren, wist u dat het budget van bijv. de faculteit Civiele Techniek van de 1^e geldstroom de afgelopen jaren meer dan 30% is gedaald? (Afbeelding 44). En dat terwijl er juist een toename is geweest van de studentinstroom en een toename van onze onderzoeksoutput (afbeelding 45). Is dat niet dramatisch, ja schokkend?



Afbeelding 44: Dalend budget van de faculteit Civiele Techniek (1^e geldstroom)



Afbeelding 45: Toename van aantallen studenten (gele lijn) en wetenschappelijke publicaties (blauwe lijn) terwijl het budget daalt (rode lijn)

Eenzijds voert onze overheid campagne voor meer technische studenten maar anderzijds worden de middelen steeds verder beperkt, zodat wij als docenten en wetenschappers steeds meer afhankelijk zijn van de 3^e geldstroom, d.w.z. van sponsoring vanuit de industrie. Ik roep overheid en bedrijfsleven dan ook op om de

handen ineen te slaan, om te voorkomen dat we straks lesprogramma's moeten afsluiten, leerstoelen beëindigen en laboratoria moeten sluiten. Want als deze trend niet wordt gekeerd vrees ik dat er over 10 jaar in de Tweede Kamer wéér een parlementaire enquête over het onderwijs wordt gehouden, en dan over het technisch universitair onderwijs: hoe heeft het zover kunnen komen? Of zullen er toch voor die tijd mensen in de politiek en de samenleving opstaan die inzien dat goed technisch onderwijs en fundamenteel onderzoek beide noodzakelijk zijn om ook in de toekomst onze toonaangevende positie in de wereld waar te maken?

Uitdaging aan de studenten.

Jullie, studenten van vandaag, kunnen hier ook aan bijdragen, want jullie maken de maatschappij van morgen. Er zijn momenteel zo'n 150 studenten, "jongens én meisjes van Jan de Wit" bezig met hun studie voor Masters in Offshore Engineering. Ik vind het een groot voorrecht om mijn kennis en ervaring met jullie te delen en elkaar uit te dagen in de Collegezaal. En tussen twee haakjes, die uitdaging geldt ook voor de squashbaan, want ook mij is enige jeugdige overmoed niet vreemd...



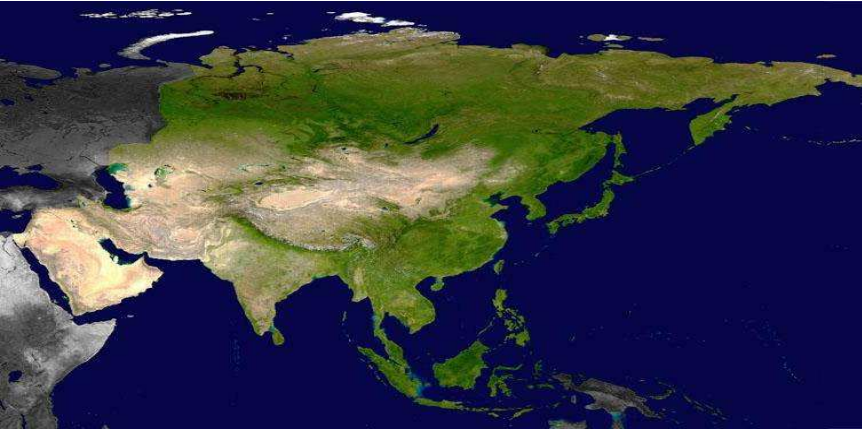
Afbeelding 46: Immanuel Kant: "Sapere aude".

Ik citeer de beroemde wiskundige en filosoof prof. Immanuel Kant. Bij *zijn* inaugurele rede in 1770 herinnerde hij zijn studenten aan het motto uit de Renaissance: "Sapere aude", dwz "durf na te denken", durf je gezond verstand te gebruiken. Ik hoop dat jullie ook door de TU Delft zullen worden geïnspireerd om altijd onderzoekend en leergierig in het leven te staan, ook als jullie straks uitwaaien over de hele wereld als onze ambassadeurs. Want de TU Delft is een opleiding om trots op te zijn en je komt onze alumni overal ter wereld tegen.

Samenwerking met andere culturen.

Mijnheer de Rector,

Het sextant van vroeger is vervangen door de Tom-Tom, en de olifanten van de Siamese koning door de jumbo's van de KLM. De reis van 12 maanden kan nu in 12 uur en daardoor heeft ook de scheurbuik van vroeger een eigentijdse variant: jetlag.



Afbeelding 47: samenwerking oost en west

We zijn spelers op het wereldtoneel, waar onze cultuur zich vermengd met oude wijsheden en gewoonten van andere volkeren. We kunnen veel van elkaar leren, zoals ik ook tijdens mijn 12 jarig verblijf in Azië heb ervaren, waar harmonie en innerlijke rust samengaan met een vooruitstrevende samenleving. Achter de oosterse glimlach gaat een wereld schuil die bezig is om zich in rap tempo te moderniseren en uit te groeien tot een toonaangevende speler in de wereld van morgen, zowel op economisch en industrieel gebied als wat betreft techniek en innovatie.

Ik zou derhalve de samenwerking met andere universiteiten, in andere werelddelen, en met name in Azië van harte bij u willen aanbevelen en daar graag mijn bijdrage aan leveren.

Dankwoord.

Tenslotte een woord van dank.

In de eerste plaats dank aan God, die mij de talenten en de kansen heeft gegeven om dit mooie werk te kunnen doen. Voor mij zijn het geloof in de Wetenschap en de wetenschap van het Geloof twee denkrichtingen die elkaar niet uitsluiten. In tegendeel, naar mijn overtuiging kunnen ze elkaar aanvullen en versterken.

Voorts wil ik mijn vader noemen, ir. J.C. Willemse, bij velen van u nog bekend als docent toegepaste mechanica hier aan de TU Delft (afbeelding 48).



Afbeelding 48: Ir. J.C. Willemse

Hij heeft mij de liefde voor het vak bijgebracht en door hem is “Delft” voor mij een begrip geworden. Ik ben dan ook heel dankbaar en trots dat ik hier nu zelf als professor mag staan om van hem als het ware het stokje over te nemen. In gedachten is hij vandaag bij ons.

Waardering ook voor de Benoemingscommissie van de TU Delft, die mijn aanstelling onwaarschijnlijk snel geregeld heeft en daarmee heeft laten zien dat een universiteit niet persé bureaucratisch hoeft te zijn. Met speciale dank aan Prof. Drs. Ir. Vrijling en Dr. Ir. Jan van der Tempel voor hun zeer voortvarende aanpak. Mijn voorganger, Prof. Ir. Jan Meek dank ik voor het stevige fundament dat hij onder de Offshore opleiding heeft gelegd, en vooral voor de dynamiek die hij onze vakgroep heeft meegegeven.

Ik verheug me erop om met jullie, mijn collega medewerkers, docenten, onderzoekers, administratieve ondersteuning en student-assistenten, de komende jaren de Offshore Engineering verder uit te bouwen. Wat mij betreft hoort daar, naast inzet en toewijding, ook een flinke “fun-factor”bij.



Afbeelding 49: De “fun-factor” is ook erg belangrijk!

Zoals u weet ben ik vanwege het interfacultair karakter van de Offshore Engineering zowel aangesteld bij de faculteit van Civiele Techniek en Geowetenschappen als bij de faculteit van Werktuigbouwkunde, Maritieme Techniek en Materiaalkunde. Om de onderlinge saamhorigheid van deze twee pijlers van de offshore engineering te illustreren heb ik een stola laten maken die de kleuren van de beide faculteiten in zich verenigt (afbeelding 50). Bij mijn weten is dit een unicum binnen de TU, waarmee ik tevens het pedel de kans bied om op de golven van de inventieve Offshore Engineering mee te innoveren.



Afbeelding 50: Stola met de kleuren van CiTG en 3ME

Tenslotte.



Afbeelding 51: Enorme uitdagingen offshore.....

De Offshore ziet zich geplaatst voor enorme uitdagingen, maar dankzij de kennis van Offshore Engineering kunnen de stappen die we steeds weer zetten in onbekende terreinen met ondernemend ontwerpen en wetenschappelijk kennis worden ondersteund. Zo zijn het niet alleen maar sprongen in het diepe, maar veeleer “wetenschappelijke waagstukken”.

En zo mag het aloude adagio “wie waagt die wint” door de Offshore Engineering worden aangevuld met de stelling:

*wie waagt met wetenschap,
die wint met zekerheid!*

Ik heb gezegd.

