Hogeschool Rotterdam
Minor Procestechnologie & Energietransitie

STUDIEHANDLEIDING

Floating Wind

Keuzevak blok 2. Ontwerp een drijvende fundering voor een windturbine, simuleer die en test een schaalmodel in het golfbassin.

Type	Keuzevak blok 2 (alternatief: Design of Thorium Reactor)
Studiepunten	4 EC
Studielast	112 uur
Periode	Blok 2, zeven lesweken plus toetsweek
Contacttijd	Eén college van 2 uur per week, plus bassinsessie
Groepsgrootte	3 à 4 studenten, gemengd over opleidingen
Toetsing	Rapport met simulatiemodel en video (groep, 70%) en presentatie met demonstratie (30%)
Voorkennis	Basis mechanica is handig, niet verplicht
Locatie	RDM-campus, Rotterdam (golfbassin)

Versie november 2026

Inhoud

1. Inleiding 3
2. Plaats in de minor 4
3. Leerdoelen 5
4. Inhoud en lesprogramma 6
5. De opdracht 7
6. Op te leveren producten 8
7. Toetsing en beoordeling 9
8. Herkansing 11
9. Literatuur en hulpmiddelen 12
10. Organisatie en contact 13

1. Inleiding

Op de Noordzee staan de meeste windturbines op een vaste fundering, zoals een monopile of een jacket. Voorbij een waterdiepte van ongeveer 50 meter wordt dat technisch en economisch onhaalbaar. Wereldwijd ligt een groot deel van het windpotentieel op zee juist boven dieper water, bijvoorbeeld voor de kust van Noorwegen, Schotland, Portugal en Japan. Drijvende windturbines maken dat potentieel bereikbaar.

Een drijvende turbine moet stabiel blijven terwijl wind de rotor duwt en golven het drijflichaam laten bewegen. In dit keuzevak ontwerp je zo'n drijvende fundering. Je combineert handberekeningen, numerieke simulatie en een echte proef: je bouwt een schaalmodel en test dat in het golfbassin op de RDM-campus, met golven en wind.

2. Plaats in de minor

De minor Procestechnologie & Energietransitie (30 EC) bestaat uit vier onderdelen:

Onderdeel	EC	Periode
Kernvak Procestechniek en energietransitie	7	Hele semester
Praktijkopdracht	15	Hele semester
Keuzevak blok 1: Offshore Windfarm Design of Hydrogen and Fuel Cells	4	Blok 1
Keuzevak blok 2: Design of Thorium Reactor of Floating Wind	4	Blok 2

Floating Wind staat aan het begin van de energieketen: duurzame opwekking op zee, op plekken waar vaste funderingen niet meer kunnen. Het vak combineert goed met Offshore Windfarm Design uit blok 1, maar is volledig zelfstandig te volgen.

3. Leerdoelen

Na afloop van dit vak kan de student:

Nr.	Leerdoel	Getoetst in
1	de werking en de voor- en nadelen van de vier hoofdtypen drijvende funderingen (spar, semi-submersible, TLP, barge) uitleggen en een keuze onderbouwen.	Rapport, verdediging
2	met hydrostatica het drijfvermogen en de stabiliteit van een drijflichaam berekenen.	Rapport, verdediging
3	de belastingen door wind en golven op een drijvende turbine bepalen en een verankering voorlopig ontwerpen.	Rapport
4	het bewegingsgedrag numeriek simuleren in ANSYS Aqwa of OrcaFlex en de simulatie controleren met een handberekening.	Rapport, simulatiemodel
5	met schaalwetten een schaalmodelproef opzetten, uitvoeren en vergelijken met de simulatie.	Rapport, video
6	het ontwerp en de testresultaten presenteren, demonstreren en verdedigen.	Presentatie

4. Inhoud en lesprogramma

Week	Onderwerp	Activiteit en deadline
1	Introductie: waarom drijvend, de vier typen, ontwerpeisen	Groepsindeling, keuze type
2	Hydrostatica: drijfvermogen, metacentrum en stabiliteit	Eerste afmetingen drijflichaam
3	Belastingen: wind op de rotor, golven en stroming	Belastingsgevallen
4	Verankering: typen ankerlijnen en ankers, stijfheid	Ontwerp verankering
5	Numeriek modelleren in ANSYS Aqwa of OrcaFlex	Simulatiemodel, controle met handberekening
6	Schaalwetten en proefopzet: Froude-schaling, meetplan, bouw schaalmodel	Schaalmodel en meetplan
7	Bassintest met golven en wind; vergelijking met de simulatie	Deadline rapport en video
Toetsweek	Presentatie en demonstratie voor publiek	Presentatie

5. De opdracht

Ontwerp een drijvende fundering voor een gegeven windturbine op een locatie met een waterdiepte van meer dan 50 meter. Jullie groep kiest een van de vier hoofdtypen:

Type	Hoe het stabiel blijft
Spar	Een lange, smalle cilinder met ballast diep onder water; het lage zwaartepunt houdt de turbine rechtop.
Semi-submersible	Meerdere drijvers, verbonden door een frame; de stabiliteit komt uit de grote afstand tussen de drijvers.
Tension leg platform (TLP)	Een drijvend platform dat met strakgespannen kabels naar de bodem wordt getrokken.
Barge	Een breed, plat drijflichaam met een groot waterlijnoppervlak, vergelijkbaar met een ponton.

De opdracht bestaat uit vijf delen, die aansluiten op de colleges:

1. **Concept.** Je kiest een type en bepaalt de hoofdafmetingen op basis van drijfvermogen en stabiliteit.
2. **Belastingen en verankering.** Je bepaalt de belastingen door wind en golven en ontwerpt de verankering.
3. **Simulatie.** Je bouwt een numeriek model in ANSYS Aqwa of OrcaFlex en controleert het met een handberekening.
4. **Schaalmodel.** Je schaalt het ontwerp met Froude-schaling, bouwt een model en stelt een meetplan op.
5. **Bassintest.** Je test het model in het golfbassin met golven en wind en vergelijkt de metingen met je simulatie.

6. Op te leveren producten

Product	Vorm	Moment
Rapport	Rapport, max. 25 pagina's plus bijlagen (groep)	Week 7
Simulatiemodel	Modelbestanden ANSYS Aqwa of OrcaFlex (groep)	Week 7
Video	Korte video van het ontwerp en de bassintest (groep)	Week 7
Presentatie en demonstratie	Presentatie van 15 minuten met schaalmodel, plus vragen (groep en individueel)	Toetsweek
Peer assessment	Individueel	Week 7

7. Toetsing en beoordeling

Het eindcijfer is het gewogen gemiddelde van het rapport met simulatiemodel en video (70%) en de presentatie met demonstratie en verdediging (30%). Voor beide onderdelen heb je minimaal een 5,5 nodig. In de verdediging stelt de docent ook individuele vragen; met het peer assessment wordt de individuele bijdrage getoetst.

Rapport, simulatiemodel en video (70%)

Criterium	Weging	Onvoldoende (< 5,5)	Voldoende (5,5–7)	Goed (7,5–10)
Concept en hydrostatica	20%	Typekeuze niet onderbouwd of stabiliteit niet aangetoond.	Type onderbouwd; drijfvermogen en stabiliteit correct berekend.	Varianten vergeleken; keuze overtuigend onderbouwd.
Belastingen en verankering	20%	Belastingen of verankering ontbreken of zijn fout.	Belastingen correct bepaald; verankering logisch ontworpen.	Realistische belastingsgevallen en goed gedimensioneerde verankering.
Simulatie en controle	20%	Model ontbreekt of is niet gecontroleerd.	Werkend model, gecontroleerd met een handberekening.	Navolgbaar, kritisch gevalideerd model met gevoeligheidsanalyse.
Bassintest en vergelijking	25%	Proef niet uitgevoerd of niet geanalyseerd.	Proef uitgevoerd volgens meetplan; resultaten vergeleken met de simulatie.	Zorgvuldige proef; verschillen tussen proef en simulatie verklaard.
Structuur, video en professionaliteit	15%	Ongestructureerd, bronnen ontbreken.	Logisch opgebouwd, correcte bronvermelding, duidelijke video.	Kwaliteit van een professioneel ontwerprapport.

Presentatie, demonstratie en verdediging (30%)

Criterium	Weging	Onvoldoende (< 5,5)	Voldoende (5,5–7)	Goed (7,5–10)
Inhoud en structuur	40%	Geen rode draad; samenhang ontbreekt.	Belangrijkste keuzes helder toegelicht.	Sterke verhaallijn; complexiteit goed teruggebracht tot de kern.
Presentatievaardigheden en demonstratie	30%	Onvoorbereid, model niet getoond.	Duidelijke presentatie en demonstratie van het model.	Overtuigende presentatie en demonstratie, goede interactie met publiek.

Criterium	Weging	Onvoldoende (< 5,5)	Voldoende (5,5–7)	Goed (7,5–10)
Verdediging	30%	Vragen over eigen ontwerp niet beantwoord.	Vragen correct beantwoord op hbo-niveau.	Diepe reflectie op beperkingen; keuzes sterk verdedigd.

8. Herkansing

Is het rapport onvoldoende, dan verbetert de groep het op basis van de feedback en levert het opnieuw in tijdens de herkansingsweek. Is de presentatie of de individuele verdediging onvoldoende, dan volgt een nieuw presentatiemoment in de herkansingsweek. Een nieuwe bassintest is alleen mogelijk in overleg met de modulehouder.

9. Literatuur en hulpmiddelen

Het lesmateriaal staat op Brightspace. Aanbevolen:

- J. Cruz en M. Atcheson (red.), *Floating Offshore Wind Energy: The Next Generation Wind Energy Technology*, Springer.
- Per type een referentiepublicatie (Brightspace): J. Jonkman (barge), F.G. Nielsen en B. Skaare (spar), D. Roddier et al. (semi-submersible, WindFloat) en C. Tracy (TLP).

Software en faciliteiten: ANSYS Aqwa of OrcaFlex, Python of Excel voor de handberekeningen, en het golfbassin op de RDM-campus. AI-hulpmiddelen mag je gebruiken als ondersteuning; je blijft zelf verantwoordelijk voor de juistheid en verantwoordt het gebruik in je rapport.

10. Organisatie en contact

Alle informatie, het lesmateriaal en de inleverpunten staan op Brightspace. Per groep levert één student het werk in. De bassinsessies worden per groep ingeroosterd.

Rol	Bereikbaar via
Modulehouder	Brightspace (berichten of discussieforum van het vak)
Docenten	Tijdens de colleges en via Brightspace