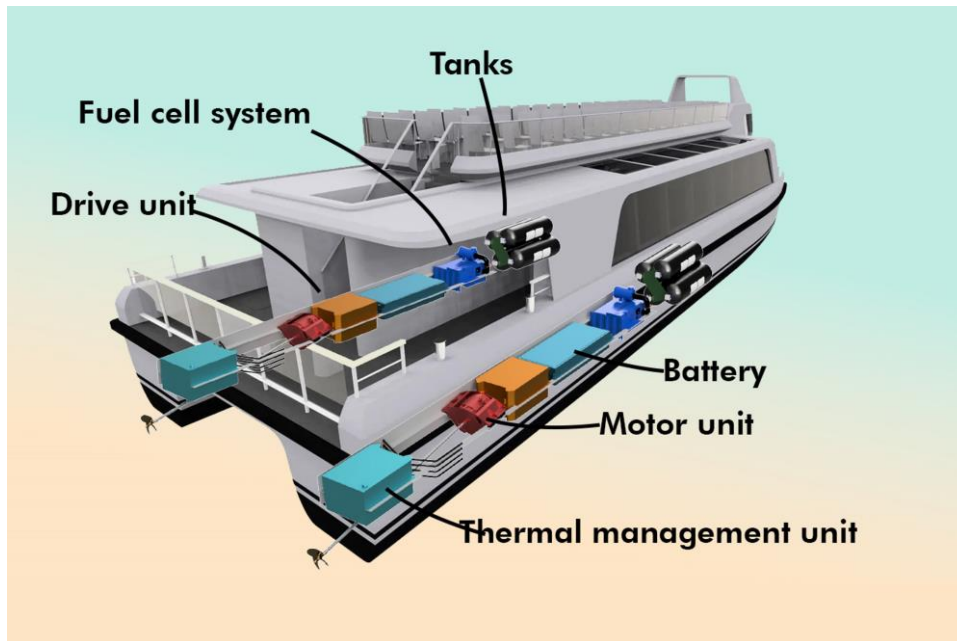


Eindrapportage MIIP007 – H2 Powertrain



Flying-Fish
Zepp.solutions
Enviu

Samenvatting

Flying Fish, Zepp.solutions en Enviu hebben onder de projectnaam SWIM in 2021-2022 een waterstof-elektrische aandrijflijn ontwikkeld voor de Watertaxi Rotterdam. In dit vervolgproject is door Flying-Fish en Zepp.solutions onderzoek gedaan naar het opschalen van de ontworpen waterstof aandrijflijn. Het doel van dit MIIP-project is het door ontwikkelen van de waterstof-elektrische aandrijflijn voor schepen tot 1 MW, en om ervoor te zorgen dat de aandrijflijn voldoet aan de technische eisen van de Europees geldende regelgeving ES-TRIN.

Het ontwerp van de waterstof-elektrische aandrijflijn die is ontwikkeld voor de watertaxi is tijdens dit project technisch geëvalueerd en de geleerde lessen zijn gedocumenteerd. Er is onderzoek gedaan naar hoe een opgeschaalde aandrijflijn kan voldoen aan het ES-TRIN. Uit dat onderzoek is vooral gebleken dat de aandrijflijn redundant moet worden uitgevoerd. Aan de hand van dit onderzoek en de geleerde lessen van de huidige aandrijflijn zijn er requirements opgesteld voor een aandrijflijn van meer dan 500kW die aan de ES-TRIN voldoet. De verschillende subsystemen van dit ontwerp zijn uitgewerkt in een "system performance specification" (SPR)-document waarin eisen worden gesteld aan de subsystemen en de onderdelen waar uit deze bestaan. Op basis van het ontwerp en de gegevens van kosten van onderdelen, is er een Excel-sheet gemaakt waarin a.d.h.v. een aantal missieprofiel-inputs verschillende aandrijflijnen kunnen worden gegenereerd en de kosten ervan worden gespecificeerd.

Inleiding

Flying Fish, Zepp.solutions en Enviu hebben onder de projectnaam SWIM in 2021-2022 een waterstof-elektrische aandrijflijn ontwikkeld voor de Watertaxi Rotterdam. Deze aandrijflijn is toegepast in een nieuwe boot van de Watertaxi. Het maximale vermogen van de brandstofcel kan 45kW continue vermogen leveren. Met een motorpiekvermogen van 90 kW kan gedurende ca. een half uur gevaren worden. Als

onderdeel van het SWIM-project wordt een waterstof-vulpunt ontwikkeld op de RDM-werf in Rotterdam. Hier is Enviu bij betrokken.

De watertaxi waarin het systeem is ingebouwd, hoeft vanwege het vaargebied en de passagierslimiet van 12 pax niet te voldoen aan het ES-TRIN. Echter, het systeem wat nu is ontwikkeld leent zich uitstekend voor opschaling naar hogere vermogens tot meer dan 500kW. In dit vermogensbereik vinden we grotere en snellere schepen die aan de ES-TRIN regelgeving moeten voldoen (Europese standaard tot vaststelling van de technische voorschriften voor binnenschepen). Hier voldoet de ontwikkelde aandrijflijn nog niet aan.

Doelstelling

Het doel van dit project is het doorontwikkelen van de waterstof-elektrische aandrijflijn voor schepen tot 1 MW, en ervoor te zorgen dat de aandrijflijn voldoet aan de technische eisen van de ES-TRIN.

Samenwerking

De samenwerking tussen Zepp.Solutions en Flying Fish is goed verlopen. Zepp.Solutions heeft vooral input gegeven op het Fuel Cell systeem gedeelte van de opdracht, en Flying Fish heeft onderzoek gedaan naar het opschalen van de E-drive train zodat deze aan het ES-TRIN voldoet, en een tool gemaakt waarmee verschillende aandrijflijn configuraties kunnen worden gegenereerd aan de hand van input waarden die gelden voor verschillende type schepen. Doordat Zepp en Flying Fish in hetzelfde bedrijfsgebouw gevestigd zijn en al vaker samengewerkt hebben, was de samenwerking eenvoudig.

Resultaten

Dit project bestaat uit een aantal werkpakketen met elk een eigen resultaat.

Werkpakket 1: In dit werkpakket is er een technische evaluatie gedaan over de al ontworpen aandrijflijn. Het resultaat is een document met positieve punten, negatieve punten en mogelijke verbeteringen voor de verschillende subsystemen van de SWIM-aandrijflijn. De uitkomsten van dit document zijn meegenomen in de overige werkpakketten.

In Werkpakket 2 zijn er tests uitgevoerd met de huidige aandrijflijn en is hiervan data verzameld. De uitkomsten van deze tests zijn gedocumenteerd, en meegenomen in de werkpakketten van het vervolgon ontwerp.

In werkpakket 3 is er onderzoek gedaan naar de ES-TRIN regelgeving. De regels omtrent brandstofcellen aan boord zijn pas na het einde van het inhoudelijke deel van dit project bekend geworden (eind november 2022) en gelden vanaf 2024. De regels over het opslaan van waterstof worden echter pas in 2025 bekend, en gelden vanaf 2026. De belangrijkste uitkomst van dit onderzoek is dat de aandrijflijn redundant moet zijn ontworpen. Verder is er een document met een top-level ontwerp en daarbij horende systeemeisen opgesteld. Dit is gedaan op basis van het referentie-ontwerp van een waterbus die aan de ES-TRIN zou moeten voldoen.

In werkpakket 4 is dit ontwerp uitgewerkt voor de verschillende subsystemen van de aandrijflijn. Het resultaat is een document met eisen voor deze subsystemen. Ook zijn er conceptvisualisaties gemaakt van de aandrijflijn en de plaatsing in de boot.

Aan de hand van het ontwerp uit werkpakket 3 en 4 is er een Excel tool gemaakt, waarmee voor verschillende scheeptypes aandrijflijnen tot 1000 kW (1MW) kunnen worden gegenereerd op basis van inputs als vaarsnelheid, bereik, waterverplaatsing, etc. De Excel sheet heeft als output een ontwerp van een aandrijflijn (systeemtopologie), het aantal verschillende subsysteem-units en een kostenschatting.

Follow-up

Flying Fish en Zepp. Solutions zijn samen met Enviu op zoek naar partijen die samen met hen een nieuwe waterstof-elektrische boot wilt ontwerpen tot 1MW. Het ontwerp dat is gemaakt tijdens dit project kan worden gebruikt als uitgangspunt. Op deze manier kunnen de eerste fases in het toekomstige project snel doorlopen worden en wordt zo'n project dus goedkoper en sneller uitvoerbaar dan anders het geval zou zijn. Dit vergroot de kans op positieve duurzaamheidsimpact.

De Excel die is ontworpen kan worden gebruikt om aan andere partijen op basis van hun eisen een schatting te geven van de uitkomsten/kosten van zo'n project.

Flying Fish is bezig met onderzoek naar het verduurzamen van een bekende veerbootverbinding in Nederland. Het onderzoek naar hoe een waterstof-elektrische aandrijflijn kan voldoen aan het ES-TRIN komt hier erg van pas.

Zepp.solutions is verder betrokken bij de formulering van de nieuwe ES-TRIN regelgeving voor Brandstofcel systemen en hun integratie.

Conclusie

Tijdens dit onderzoek is er gekeken naar de mogelijkheid om de aandrijflijn die is ontwikkeld door Flying Fish, Zepp.solutions en Enviu voor de Watertaxi Rotterdam. Op te schalen zodat schepen tot 1 MW, en ervoor te zorgen dat de aandrijflijn voldoet aan de technische eisen van de ES-TRIN.

Aan de hand van een technische evaluatie van de al ontwikkelde aandrijflijn en onderzoek naar de ES-TRIN regelgeving zijn er requirements opgesteld waaraan een opgeschaalde aandrijflijn aan moet voldoen. Op basis van deze requirements is er een ontwerp gemaakt voor een aandrijflijn in een use case van een catamaran waterbus die meer dan 500kW aan vermogen nodig heeft. Dit is gedocumenteerd in een ontwerpdocument. En er zijn een serie van concept 3D renders gemaakt van de aandrijflijn

Op basis van het ontwerp is er een model in Excel gemaakt, waarin verschillende aandrijflijnen die aan ES-TRIN moeten voldoen en een vermogen hebben tot 1MW kunnen worden gegenereerd.

Het opschalen van de al ontwikkelde waterstof aandrijflijn zodat deze voldoet aan de ES-TRIN regelgeving is dus mogelijk. Het belangrijkste punt om aan de ES-TRIN te moeten voldoen is voor nu dat de aandrijflijn redundant moet worden uitgevoerd. Er komen echter nieuwe ES-TRIN regels aan omtrent brandstofcel systemen (geldend vanaf jan 2024) en over het opslaan van waterstof (geldend jan 2026). Zodra deze nieuwe regelgeving bekend is kan er worden gekeken naar benodigde aanpassingen voor de ontworpen aandrijflijn.

Echter, het voldoen aan de ES-TRIN eisen is voor groot deel afhankelijk van de manier

waarop dergelijke systemen geïntegreerd zijn. Dit is dus afhankelijk van de specifieke situatie van ieder individueel schip.

Knelpunten

Het grootste knelpunt van dit project was dat de ES-TRIN regels omtrent brandstofcelsystemen (geldend vanaf jan 2024) en over het opslaan van waterstof (geldend jan 2026) nog niet bekend zijn. De verwachting is echter dat als deze wel bekend zijn, de aanpassingen die gedaan moeten worden klein zijn. De reden hiervoor is dat veiligheid van het ontwerp al een grote factor was voor de gerealiseerde Watertaxi. Zo'n veiligheidsaanpak wordt dus in elk geval meegenomen in het ontwerp voor de opgeschaalde aandrijflijn. De verwachting is dat deze in lijn ligt met het nieuwe ES-TRIN.

Een ander knelpunt bij het ontwerp betrof de lange levertijden die tegenwoordig gelden voor veel elektronische en mechanische componenten. Hierdoor is de doorlooptijd van een ES-TRIN compliant vervolgproject moeilijk in te schatten. Dit knelpunt ligt buiten de macht van dit project.

Lessons learned

Positieve leermomenten: 1) De huidige SWIM aandrijflijn werkt naar verwachting en kan efficiënt veel vermogen leveren. Er zijn in de testperiode geen nieuwe problemen ontdekt en de data van de elektronica, koeling en aansturing laten zien dat de aandrijflijn en veiligheidssystemen werken naar verwachting. 2) Doordat het SWIM ontwerp modulair is opgezet, bleek aanpassing naar ES-TRIN regelgeving mogelijk te zijn, zonder dat de keuzes voor componenten grondig hoeven te worden aangepast. Negatieve leermomenten: 1) Doordat er nog geen concrete klantvraag bekend is voor een ES-TRIN compliant waterstof-elektrische aandrijflijn, moesten we zelf een referentie-ontwerp bedenken. Het was handiger geweest om een concrete klantvraag te hebben vóór de start van het project, zodat het referentie-ontwerp met zekerheid relevant is voor een marktpartij. We verwachten wel dat met de uitkomsten van dit onderzoek, een concrete klantvraag snel kan worden beantwoord.

Financiën

Flying Fish heeft 638 van de verwachte 644 uren gemaakt. Waarvan een aantal door een Senior werknemer, en een aantal door een Projectleider, in plaats van alle uren door een Junior werknemer.

Zepp Solutions heeft 102.5 van de verwachte 276 uren gemaakt, en een Senior werknemer in plaats van een Junior werknemer ingezet.

Dit heeft geen invloed gehad op het behaalde resultaat.